POTENZIALE EINER WIRKUNGSBASIERTEN WERTSYNTHESE BEI DER SOZIOKULTURELLEN NACHHALTIGKEITSBEWERTUNG VON BÜRO- UND VERWALTUNGSGEBÄUDEN NACH DGNB/BNB

vorgelegt von
M.Sc.
Anika Dittmar
geb. in Mühlhausen (Thüringen)

von der Fakultät VI – Planen Bauen Umwelt
der Technischen Universität Berlin
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Ingenieurwissenschaften
- Dr.-Ing. -

genehmigte Dissertation

Promotionsausschuss:
Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Matthias Barjenbruch, TU Berlin
Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Frank U. Vogdt, TU Berlin
Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Bernd Kochendörfer, TU Berlin
Gutachterin: Prof. Dr.-Ing. Michaela Lambertz, FH Köln

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 13. Februar 2015

Berlin 2015

Abstract

Mit dem DGNB/BNB Bewertungssystem wird anhand eines Kriterienkatalogs systematisch die nachhaltige Qualität eines Gebäudes bzw. verschiedener Planungsalternativen bewertet. Die 45 Kriterien des DGNB/BNB Bewertungssystems wurden aus den Schutzzielen des Nachhaltigen Bauens heraus entwickelt. Die Transformation der einzelnen Kriterienbewertungen zu einer qualitativen Bewertungsaussage wird als Wertsynthese bezeichnet. Von zentraler Bedeutung sind dabei die Kriteriengewichtungen, die unter Expertenbeteiligung *a priori* geschätzt wurden. Mit dieser Vorgehensweise geht ein subjektives Moment einher, das sich bis zum finalen Bewertungsergebnis perpetuiert. Folglich ist eine wissenschaftliche Fundierung der Gewichtungsfaktoren dringend erforderlich.

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem die Gewichtungsfaktoren auf Basis belastbarer Wirkungsaussagen überprüft und fundierte Korrekturvorschläge abgeleitet werden können. Dies erfolgte anhand des DGNB/BNB Bewertungssystems für Neubauprojekte der Nutzungsart Büro und Verwaltung. In der ersten von zwei Arbeitsphasen wurde ein theoretisches Fundament hergeleitet, in dem die bewertungstheoretischen Voraussetzungen für eine wirkungsbasierte Wertsynthese untersucht und auf den Kontext des DGNB/BNB Bewertungssystems übertragen wurden. Die Lösungsidee besteht darin, den Beitrag zu quantifizieren, den ein Kriterium zur Erfüllung eines oder mehrerer Schutzziele leisten kann. Aus den daraus hervorgehenden Differenzen lassen sich die relativen Beiträge zum Gesamtziel und damit Gewichtungsfaktoren berechnen. Um die kriterienspezifischen Beiträge zu den Schutzzielen messen zu können, wurden diese in quantifizierbare Indikatoren überführt, Methoden identifiziert und Zielwertfunktionen abgeleitet.

In der zweiten Phase wurde das theoretisch entwickelte Konzept für Kriterien mit soziokulturellen Auswirkungen praktisch erprobt. Hierfür wurde der Beitrag von insgesamt 19 DGNB/BNB Kriterien bzw. den darin beschriebenen Gebäudeeigenschaften zum Zielwertindikator *Nutzerzufriedenheit am Büroarbeitsplatz* ermittelt. Dies erfolgte für 70 Gebäudeeigenschaften anhand einer Nutzerumfrage mit 1107 Teilnehmern und für 40 weitere Eigenschaften auf Basis einer Sekundäranalyse bereits vorhandener Datensätze. Das Ergebnis sind wirkungsbasierte Gewichtungsfaktoren für 19 Kriterien mit 67 Einzeleigenschaften, die aus den Nutzerbedürfnissen und Begeisterungspotenzialen abgeleitet wurden. Eine Gegenüberstellung mit den *a priori* geschätzten DGNB/BNB Kriteriengewichtungen belegt einen deutlichen Anpassungsbedarf für 64% der untersuchten Kriterien.

Wie die Ergebnisse der Arbeit zeigen, liegen die Potenziale einer wirkungsbasierten Wertsynthese vor allem darin, Gewichtungsfaktoren objektiv und sachlogisch zu begründen und damit eine zielgerichtetere Bewertung zu realisieren. Damit geht auch eine Verbesserung der Aussagekraft des Bewertungsausgangs einher. In der Gesamtheit wurde damit ein Beitrag zur weiteren Objektivierung und Fundierung des DGNB/BNB Bewertungssystems geleistet.

Danksagung

Die vorliegende Dissertation habe ich als externe Doktorandin am Fachgebiet Bauphysik und Baukonstruktionen des Instituts für Bauingenieurwesen der Technischen Universität Berlin erstellt. Die Arbeit entstand von 2010 bis 2014 und wurde im Rahmen des Hypatia Programms der Beuth Hochschule für Technik Berlin sowie mit einem Promotionsabschlussstipendium der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin gefördert.

Zunächst danke ich allen Büroarbeitsplatznutzern, die bereitwillig und zuverlässig die umfangreichen Fragebögen ausgefüllt haben, da dies eine wichtige Grundlage meiner Arbeit darstellt.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Frank Vogdt für die Betreuung der Arbeit, seine Unterstützung sowie für die inspirierenden Gespräche und das entgegengebrachte Vertrauen. Zudem bedanke ich mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Kochendörfer sowie bei Frau Prof. Lambertz für die Begutachtung meiner Arbeit. Auch Herrn Prof. Barjenbruch danke ich für die Bereitschaft, den Promotionsausschussvorsitz zu übernehmen.

Auch den Mitarbeitern des Fachgebiets Bauphysik und Baukonstruktionen möchte ich danken für die herzliche Aufnahme, die Unterstützung und die anregenden Diskussionen.

Des Weiteren danke ich von ganzem Herzen meinem Gefährten Sebastian Möcker sowie meinen lieben Freunden Florence Gabbe und Dr. Michal Andrä für die kritische Durchsicht des Textes und den hilfreichen Anregungen.

Meiner gesamten Familie danke ich für die Geduld in den vergangenen Jahren und ihre Genügsamkeit hinsichtlich meiner verfügbaren Zeit. Besonders möchte ich meinen Eltern danken, die mir meine Ausbildung ermöglicht haben und meinen Weg mit großem Interesse verfolgen.

April 2015

Anika Dittmar

INHALTSÜBERSICHT

Abbildungsverzeichnis VI

Tabellenverzeichnis VII

Abkürzungsverzeichnis VIII

Formelverzeichnis XI

1 Einführung 1

1.1 Ausgangssituation 3

1.2 Zielsetzung 6

1.3 Aufbau der Arbeit 8

1.4 Untersuchungsgegenstand 9

2 Allgemeine Grundlagen 11

2.1 Bewertungs- und nutzentheoretische Zusammenhänge 11

2.2 Multikriterielle Bewertung mit der Nutzwertanalyse 23

2.3 Wertsyntheseprozess 32

2.4 Bewertung von Gebäudenachhaltigkeit 52

3 Konzeption einer wirkungsbasierten Wertsynthese 71

3.1 Konstruktion der Modelllogik 71

3.2 Modell zur Quantifizierung soziokultureller Zielerträge 85

3.3 Modell zur Quantifizierung ökonomischer Zielerträge 114

3.4 Modell zur Quantifizierung ökologischer Zielerträge 139

3.5 Zusammenfassung 163

4 Quantifizierung soziokultureller Zielerträge 168

4.1 Konzeption der Erhebung 168

4.2 Ergebnisse der Büronutzerumfrage 178

4.3 Sekundäranalyse bestehender Datensätze 190

4.4 Berechnung der Gewichtungsfaktoren 193

4.5 Zusammenfassung und Fazit 200

5 Diskussion und Ausblick 203

Glossar 207

Literaturverzeichnis 208

Anhang ..... A 1

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis VI

Tabellenverzeichnis VII

Abkürzungsverzeichnis VIII

Formelverzeichnis XI

1 Einführung 1

1.1 Ausgangssituation 3

1.2 Zielsetzung 6

1.3 Aufbau der Arbeit 8

1.4 Untersuchungsgegenstand 9

2 Allgemeine Grundlagen 11

2.1 Bewertungs- und nutzentheoretische Zusammenhänge 11

2.1.1 Dekomposition eines Bewertungsproblems 11

2.1.2 Allgemeine Nutzentheorie 14

2.1.3 Nachhaltigkeit als Nutzwert 15

2.1.3.1 Starke und Schwache Nachhaltigkeit 16

2.1.3.2 Nutzwert nachhaltigen Handelns 18

2.1.3.3 Nutzwert nachhaltiger Gebäude 20

2.1.3.4 Dynamisches Wertesystem 21

2.1.3.5 Zusammenfassung und Fazit 22

2.2 Multikriterielle Bewertung mit der Nutzwertanalyse 23

2.2.1 Aufbau und Zielsetzung 23

2.2.2 Zielsystem und Aggregation 26

2.2.3 Wert- und Zielbeziehungen 29

2.2.4 Kritische Würdigung 30

2.3 Wertsyntheseprozess 32

2.3.1 Wertaggregation 32

2.3.2 Normierung 33

2.3.3 Gewichtung 36

2.3.4 Gewichtungsverfahren 38

2.3.4.1 Direkte Gewichtung 38

2.3.4.2 Einfache Paarvergleiche 40

2.3.4.3 Ordinale Präferenzordnung 42

2.3.4.4 Conjoint-Analyse 44

2.3.4.5 AHP Verfahren ... 46
2.3.4.6 Nutzenfunktionsgestützte Verfahren ... 48
2.3.5 Zusammenfassung und Fazit ... 49

2.4 Bewertung von Gebäudenachhaltigkeit ... 52
2.4.1 Normative Grundlagen ... 52
2.4.2 DGNB/BNB Bewertungssystem ... 55
2.4.2.1 Historie und Bewertungsaufgabe ... 56
2.4.2.2 Aufbau und Zielsystem ... 57
2.4.2.3 Normierung ... 59
2.4.2.4 Gewichtung ... 62
2.4.2.5 Aggregation und Bewertungsaussage ... 66
2.4.3 Zusammenfassung und Fazit ... 68

3 Konzeption einer wirkungsbasierten Wertsynthese ... 71

3.1 Konstruktion der Modelllogik ... 71
3.1.1 Ansätze zur Hierarchisierung des Zielsystems ... 71
3.1.1.1 Nicht-hierarchischer Ansatz ... 72
3.1.1.2 Hierarchischer Ansatz ... 75
3.1.1.3 Integrativer Ansatz ... 76
3.1.1.4 Zusammenfassung und Fazit ... 80
3.1.2 Aufbau einer Gewichtunghierarchie ... 80
3.1.2.1 Integratives Gewichtungsmodell ... 81
3.1.2.2 Hierarchisches Gewichtungsmodell ... 83

3.2 Modell zur Quantifizierung soziokultureller Zielerträge ... 85
3.2.1 Soziokultureller Nutzen nachhaltiger Gebäude ... 85
3.2.1.1 Bewahrung von Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit ... 86
3.2.1.2 Gewährleistung von Funktionalität ... 88
3.2.1.3 Sicherung der gestalterischen und städtebaulichen Qualität ... 89
3.2.1.4 Ableitung eines soziokulturellen Zielwertindikators ... 90
3.2.2 Entstehung von Nutzerzufriedenheit ... 91
3.2.2.1 Mehrfaktorentheorien der Zufriedenheit ... 91
3.2.2.2 KANO Modell der Zufriedenheit ... 93
3.2.2.3 Adaption der Theorien auf Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden ... 96
3.2.3 Methoden zur Messung von Nutzerzufriedenheit ... 98
3.2.3.1 KANO Methode ... 98
3.2.3.2 Nutzerzufriedenheitsanalyse ... 104
3.2.3.3 Nutzerbedarfsanalyse ... 108
3.2.3.4 Building Performance Evaluation ... 110
3.2.3.5 Zusammenfassung und Methodenwahl ... 111
3.2.4 Soziokulturelle Zielwertfunktion ... 112

3.3 Modell zur Quantifizierung ökonomischer Zielerträge 114
3.3.1 Ökonomischer Nutzen nachhaltiger Gebäude 114
3.3.1.1 Perspektivenunterschiede 114
3.3.1.2 Lebenszykluskosten und Wirtschaftlichkeit 118
3.3.1.3 Kapital- und Werterhalt 119
3.3.1.4 Ableitung von Zielwertindikatoren 121
3.3.2 Methoden zur ökonomischen Zielertragsmessung 122
3.3.2.1 Lebenszykluskostenanalyse 123
3.3.2.2 Charakterisierung von Risiken 126
3.3.2.3 Methoden der Risikobewertung 128
3.3.2.4 Zusammenfassung und Methodenauswahl 135
3.3.3 Ökonomische Zielwertfunktion 136
3.3.3.1 Zielerträge zur Wert- und Kostenstabilität 137
3.3.3.2 Kriterien mit Auswirkungen auf die Wert- und Kostenstabilität 138

3.4 Modell zur Quantifizierung ökologischer Zielerträge 139
3.4.1 Ökologischer Nutzen nachhaltiger Gebäude 139
3.4.2 Ökobilanzierung 140
3.4.2.1 Aufbau und Zielsetzung 141
3.4.2.2 Methoden zur Gewichtung im Rahmen einer Wirkungsabschätzung 144
3.4.3 Umweltwirkungen und ökonomische Folgenabschätzung 148
3.4.3.1 Wirkungspfadansatz und Monetarisierung 149
3.4.3.2 Emissionsbedingte Wirkungen 151
3.4.3.3 Einsatz von Rohstoffen 154
3.4.3.4 Kritische Würdigung 157
3.4.4 Konkretisierung des ökologischen Nutzens 159
3.4.4.1 Ökologischer Zielwertindikator 159
3.4.4.2 Ökologische Zielwertfunktion 160

3.5 Zusammenfassung 163
3.5.1 Zielwertindikatoren 163
3.5.2 Aggregationsregeln für den integrativen Ansatz 165
3.5.3 Aggregationsregeln für den hierarchischen Ansatz 166
3.5.4 Fazit 166

4 Quantifizierung soziokultureller Zielerträge 168

4.1 Konzeption der Erhebung 168
4.1.1 Aufbau des Fragebogens 168
4.1.1.1 Theoretische Vorüberlegungen 169
4.1.1.2 Untersuchungsgegenstand 170
4.1.1.3 Exemplarische Untersuchung soziokultureller Auswirkungen 171
4.1.1.4 Modifikationen auf Basis von Pretests 174

4.1.2 Datenerhebung ... 176
4.1.2.1 Grundgesamtheit und Stichprobenumfang ... 176
4.1.2.2 Form der Datenerhebung ... 177

4.2 Ergebnisse der Büronutzerumfrage ... 178
4.2.1 Analyse der Datenqualität ... 178
4.2.1.1 Teilnehmer der Umfrage ... 178
4.2.1.2 Validität ... 179
4.2.1.3 Objektivität ... 181
4.2.1.4 Reliabilität ... 181
4.2.2 Auswertung der Stichproben ... 183
4.2.2.1 Datenanalyse nach KANO ... 183
4.2.2.2 Kategorieklassifizierung ... 184
4.2.2.3 Gruppenunterschiede ... 186

4.3 Sekundäranalyse bestehender Datensätze ... 190
4.3.1 Vorgehen ... 191
4.3.2 Ergebnisse ... 191
4.3.3 Test-Retest-Reliabilität ... 192

4.4 Berechnung der Gewichtungsfaktoren ... 193
4.4.1 Ableitung wirkungsbasierter Gewichtungen ... 193
4.4.1.1 Anwendung auf das integrative Gewichtungsmodell ... 195
4.4.1.2 Anwendung auf das hierarchische Gewichtungsmodell ... 195
4.4.2 Dynamische Effekte ... 198

4.5 Zusammenfassung und Fazit ... 200
4.5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse ... 200
4.5.2 Kritische Würdigung der KANO Methode ... 201

5 Diskussion und Ausblick ... 203

Glossar ... 207

Literaturverzeichnis ... 208

Anhang ... A 1

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1-1: Gebäudequalitäten des Nachhaltigen Bauens 4
Abb. 2-1: Grundmodell der Bewertung in Anlehnung an BECHMANN 12
Abb. 2-2: Struktur einer Nutzwertanalyse 25
Abb. 2-3: Modellhaftes Zielsystem einer Nutzwertanalyse 27
Abb. 2-4: Wertskala eines Kriteriums und Normierung 34
Abb. 2-5: Hierarchische und nicht-hierarchische Gewichtungsverfahren 36
Abb. 2-6: Konzeption der Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden gemäß DIN EN 15643-1:2010 ... 53
Abb. 2-7: Qualitäten des Nachhaltigen Bauens 58
Abb. 2-8: Exemplarische Zielwertmatrix für die ökologische Qualität einer Planungsalternative 67
Abb. 3-1: Modell einer nicht-hierarchischen; eindimensionalen Zielertragsmessung 72
Abb. 3-2: Modell der hierarchischen mehrdimensionalen Zielertragsmessung 75
Abb. 3-3: Modell der integrativen dreidimensionalen Zielertragsmessung 77
Abb. 3-4: Hierarchieebenen der integrativen Zielertragsmessung (exemplarisch) 79
Abb. 3-5: Kano Modell der Kundenzufriedenheit bzw. Qualitätswahrnehmung 94
Abb. 3-6: Fragetechnik gemäß KANO et al. (funktional/dysfunktional) 99
Abb. 3-7: Auswertungsmatrix nach KANO 100
Abb. 3-8: Auswertungsmatrizen der Häufigkeitsverteilungen für abhängige Antwortkombinationen . 101
Abb. 3-9: Auswertungsmatrix mit Kategoriezugehörigkeiten 101
Abb. 3-10: Zusammenhänge zwischen Raumklimafaktoren und Temperaturzufriedenheit 106
Abb. 3-11: Ratingskala der VÖB Immobilienanalyse 130
Abb. 3-12: Integration der des ESI®-Indikators in die DCF Methode 132
Abb. 3-13: LCA: Sachbilanz und Ermittlung der Umweltwirkungen nach EN 14040 – 14044 142
Abb. 3-14: Bestandteile einer Wirkungsabschätzung gemäß EN ISO 14040 143
Abb. 3-15: Wirkungspfad von der Emission zum Schaden 149
Abb. 4-1: Mögliche Auswirkungen in Abhängigkeit der Innenraumluftkonzentration von VOC und Formaldehyd 173
Abb. 4-2: Auswertungstabelle des verkürzten KANO Fragebogens 175
Abb. 4-3: Zusammenfassung der Teilnehmerdate bieder Büronutzerumfragen 179
Abb. 4-4: Analyse der Konstruktvalidität des KANO Modells 180
Abb. 4-5: Auswertungsschema für unabhängige Antwortkombinationen 184
Abb. 4-6: Kategorieklassifizierung und Signifikanztests für Attribute des visuellen Komforts 184
Abb. 4-7: Verteilung der Häufigkeiten für drei exemplarische Attribute des visuellen Komforts 186
Abb. 4-8: Lage der Zufriedenheitskoeffizienten aller Attribute der Stichprobe 187
Abb. 4-9: Lage der Zufriedenheitskoeffizienten aller Attribute der Sekundäranalyse 192
Abb. 4-10: Ermittlung der kriterienspezifischen Rohgewichtung am Beispiel des visuellen Komforts 194
Abb. 4-11: Gegenüberstellung der Ergebnisse des hierarchischen Ansatzes mit den DGNB/BNB Gewichtungen 197

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1-1: Schutzgüter und –ziele des Nachhaltigen Bauens 3
Tab. 1-2: Qualitäten und Kriterien des DGNB/BNB Bewertungssystems mit Gewichtungen 10
Tab. 2-1: Entscheidungsmatrix als Ausgangssituation einer NWA 26
Tab. 2-2: Exemplarische Skala mit Wichtigkeitsgraden 38
Tab. 2-3: Gewichtungsmatrix für paarweisen Vergleich mit Direct Ratio Methode 41
Tab. 2-4: Kriteriengewichtung mit Rangsummen- und Rangreziprokemethode 42
Tab. 2-5: Kriteriengewichtung mit Rangwertmethode 43
Tab. 2-6: Trade Off Matrizen für ein exemplarisches Entscheidungsproblem 45
Tab. 2-7: AHP Gewichtungsskala in Anlehnung an SAATY 47
Tab. 2-8: Evaluationsmatrix 47
Tab. 2-9: Exemplarische Kriterienskalierung 49
Tab. 2-10: Exemplarische Transformation von Bewertungsergebnissen in Bewertungspunkte 60
Tab. 2-11: Gewichtungsskala der DGNB/BNB Kriterien 62
Tab. 2-12: Lokale und Globale Gewichtungen der ökologischen DGNB/BNB Bewertungskriterien 63
Tab. 2-13: Zertifizierungsstufen und Mindesterfüllungsgrade gemäß DGNB/BNB 68
Tab. 2-14: Charakteristika der Wertsynthese nach DGNB/BNB und Objektivierungsvorschläge 70
Tab. 3-1: Soziokulturelle Schutzgüter und -ziele gemäß Leitfaden Nachhaltiges Bauen 85
Tab. 3-2: Zusammenfassung einer Studien zur Nutzerzufriedenheit auf Basis der KANO Methode . 103
Tab. 3-3: Zusammenfassung ausgewählter Nutzerzufriedenheitsstudien im Sinne einer POE 105
Tab. 3-4: Ergebnis der Analyse von Methoden für die soziokulturelle Zielertragsmessung 111
Tab. 3-5: Ökonomische Interessen an nachhaltigen Immobilien aus verschiedenen Perspektiven .. 115
Tab. 3-6: Ökonomischer Schutzgüter/-ziele des Nachhaltigen Bauens 117
Tab. 3-7: Ökonomische Zielwertindikatoren und deren Gewichtung 122
Tab. 3-8: Eingangsparameter für Lebenszyklusanalysen gemäß DGNB/BNB 124
Tab. 3-9: Auswirkungen des Diskontierungszinssatzes auf Investitions- und Folgekosten 125
Tab. 3-10: Eckdaten ausgewählter Instrumente der Risikobewertung 129
Tab. 3-11: Ökologische Schutzgüter und –ziele des Nachhaltigen Bauens 140
Tab. 3-12: Wirkungskategorien nach SETAC 149
Tab. 3-13: Folgen emissionsbedingter Wirkungen auf die Umwelt und deren monetäre Bewertung. 153
Tab. 3-14: Kostensätze der Strom- und Wärmeerzeugung 155
Tab. 3-15: Exemplarische Ermittlung von Gewichtungen für ökologische Kriterien 162
Tab. 3-16: Indikatoren und Methoden zur Zielertragsmessung 163
Tab. 3-17: Gewichtungen der Zielwertindikatoren nach dem integrativen Ansatz 165
Tab. 3-18: Gewichtungen der Zielwertindikatoren nach dem hierarchischen Ansatz 166
Tab. 4-1: Zusammenfassung der Korrelationen der Testhalbierungs-Reliabilität 182
Tab. 4-2: Verteilung der Kategorien der untersuchten Attribute 186
Tab. 4-3: Zusammenfassung der untersuchten Gruppenunterschiede 189
Tab. 4-4: Verteilung der Kategorien der ausgewerteten Attribute der Sekundäranalyse 191
Tab. 4-5: Zusammenfassung der Korrelationen der Test-Retest-Reliabilität 193

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AGÖF	Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute
AHP	*Analytic Hierarchy Process*, dt.: Analytischer Hierarchieklärungsverfahren
AP	*Acidification Potential,* dt.: Versauerungspotential
Äqu.	Äquivalent
AR5	*Fifth Assessment Report*, dt.: fünfter Bericht des Weltklimarats zum Klimawandel (2013 erschienen)
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BelWertV	Beleihungswertermittlungsverordnung
BGA	Bundesgesundheitsamt
BGF	Bruttogrundfläche nach DIN 277
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMF	Bundesministerium für Finanzen (A)
BMFSFJ	Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (ehem.)
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (ehem.)
BMVBW	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (ehem.)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen des BMVBS
BPE	*Building Performance Evaluation*, dt.: gebäudelebenszyklusübergreifender Ansatz der Nutzerbefragung
BREEAM	*Building Research Centre Environmental Assessment Methode*, dt.: Umweltbilanzierungsmethode des Britischen Gebäudeforschungszentrums
BRIC	BRIC-Staaten: Brasilien, Russland, Indien, China
BWP	Bewertungspunkte
C/D-Paradigma	*Confirmation/Disconfirmation Paradigma*, dt.: Übereinstimmungs-/Nichtübereinstimmungsmodell
CA	Conjoint-Analyse
CAT	*Category Strenght*, dt.: Stärke der Kategoriezugehörigkeit eines Attributs
CBRE	CB Richard Ellis
CCRS	*Center of Corporate Responsibility and Sustainability* (Universität Zürich)
CEDIM	*Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology*
CEN	*European Committee for Standardization*
CH_4	Methan

CIT	*Critical-Incident-Technique*
CLP	Check-Listenpunkte
CO	Kohlenstoffmonoxid
CO_2	Kohlendioxid
CRESS	Corporate Real Estate and Sustainability Survey
CS-Koeffizient	*Customer Satisfaction,* dt.: Zufriedenheitskoeffizient
CSR	*Corporate Social Responsibility*, dt.: unternehmensinterner Strategie hinsichtlich gesellschaftlicher und ökologischer Zielsetzungen
DCF	Discounted Cash Flow
DEGI	Deutsche Gesellschaft für Immobilienfonds
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DGNB	1) Deutsche Gütesiegel für nachhaltiges Bauen (ehem.) 2) Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e.V.
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
ECO	Ökonomische Qualität
EEG	Erneuerbaren-Energien-Gesetz
EN	Europäische Norm
ENEV	Energieeinsparverordnung
ENV	Ökologische Qualität
EP	*Eutrification Potential*, dt.: Eutrophierungspotential
EPD	Environmental Product Decklarations
ESI	*Economic Sustainable Indicator*
et al.	*et alii* (Maskulinum), *et aliae* (Femininum), *et alia* (Neutrum), dt.: und andere
EU	Europäische Union
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FKW	Fluorkohlenwasserstoffe
FSC	*Forrest Stewardship Council*
GM	*Gender Mainstreaming*, dt.: geschlechtersensible Folgenabschätzung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GNW	Gesamtnutzenwert
GWP	*Global Warming Potentia*l, dt.: Treibhauspotential
IBU	Institut Bauen und Umwelt e.V.
IEA	International Energy Agency
IH	Instandhaltung
INKA	Instrument für Nutzerbefragungen zum Komfort am Arbeitsplatz
IPA	*Importance-Performance-Analysis*, dt.: Bedeutungs- Performanceanalyse

IPCC	*Intergovernmental Panel on Climate Change*; dt.:Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen
ISO	International Organization for Standardization
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt GmbH
KEA	Kumulierte Energieaufwand
KG	Kostengruppe
KG	Kostengruppe
KIT	Karlsruher Institut of Technology
KonTrag	Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich
LCA	*Life Cycle Assessment,* dt.: Methode der Ökobilanz
LCC	*1) Life Cycle Costing*, dt.: Methode der Lebenszykluskosten *2) Life Cycle Costs*, dt.: Lebenszykluskosten (Ergebnis)
LCCA	*Life Cycle Cost Anaysis*, dt.: Lebenszykluskostenanalyse
LCI	*Life Cycle Inventory*, dt.: Inventarisierung der Inputs und Outputs im Rahmen einer Sachbilanz der LCA
LCIA	*Life Cycle Impact Assessment*, dt.: Wirkungsabschätzung im Rahmen einer LCA
LEED	*Leadership in Energy and Environmental Design*; US-amerikanisches System für energie- und umweltfreundliche Klassifizierung von Gebäuden
LOB	Lob- und Beschwerdeanalyse
LOHAS	*Lifestyles of Health and Sustainability*, dt.: Lebensweise, die gesunde und nachhaltige Produkte bevorzugt
LZK	Lebenszykluskosten
MADM	*Multi Attribute Decision Making*, dt.: multikriteriellen Entscheidungstheorie
MAUT	*Multi Attribute Utility Theroy*, dt.: multiattributive Nutzwerttheorie
n. kl.	nicht klassifizierbar
N_2O	Distickstoffoxid, Lachgas
NBP	Nutzerbedarfsprogramm
NBV	Neubau für Büro- und Verwaltungsgebäude
NBV09	DGNB/BNB Systemvariante: Neubau für Büro- und Verwaltungsgebäude, Version 2009
NBV11	BNB Systemvariante: Neubau für Büro- und Verwaltungsgebäude, Version 2011
NBV12	DGNB Systemvariante: Neubau für Büro- und Verwaltungsgebäude, Version 2012
NGFa	Nettogrundfläche, beheizt nach DIN 277
NVP	*Net Present Value*, dt.: Kapitalwert

NWA	Nutzwertanalyse
ODP	*Ozone Depletion Potential, dt.:* Ozonschichtabbaupotential
OECD	*Organisation for Economic Co-operation and Development,* dt.: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
POE	*Post-Occupancy-Evaluation,*dt.:Nutzerzufriedenheitsanalyse
RMC	*Raw Material Consumption,* dt.: Rohstoffverbrauch
UBA	Umweltbundesamt
ZWI	Zielwertindikator

FORMELVERZEICHNIS

Formelzeichen	Erläuterung [Einheit]
a_j	Alternative a_j mit A = $\{a_1, \dots, a_j, \dots, a_m\}$: Menge der Alternativen
b_i	Bedeutungsfaktor eines Kriteriums k_i (Rohgewicht gemäß DGBN/BNB)
CAT	Category Strength [%]
CS^+	Zufriedenheit stiftender Zufriedenheitskoeffizient
CS^-	Unzufriedenheit stiftender Zufriedenheitskoeffizient
d_s	Nachhaltigkeitssäule mit D = $\{d_1, \dots, d_s, \dots, d_3\}$: Menge der len d_s
f	Fehlergrenze, liegt bei 5 %
f_i	Anzahl der Attribute z_e , die einem Kriterium k_i zugeordnet sind
g_c	Zielwertindikator g_c mit G = $\{g_1, \dots, g_c, \dots, g_4\}$: Menge der Zielwertindikatoren
h_q	Qualität h_q mit H = $\{h_1, \dots, h_q, \dots, h_6\}$: Menge der Qualitäten h_q
$h(\mathrm{A})$	relative Häufigkeit der Antwortkombinationen, die der Kategorie Attractive angehören [%] (KANO Methode)
$h(d_j)$	relative Häufigkeit einer dysfunktionalen Antwort [%]
$h(\mathrm{I})$	relative Häufigkeit der Antwortkombinationen, die der Kategorie Indifferent angehören [%] (KANO Methode)
$h(f_i)$	relative Häufigkeit einer funktionalen Antwort [%]
$h(\mathrm{M})$	relative Häufigkeit der Antwortkombinationen, die der Kategorie Must be angehören [%] (KANO Methode)
$h(\mathrm{O})$	relative Häufigkeit der Antwortkombinationen, die der Kategorie One-Dimensional angehören [%] (KANO Methode)
$H(d_j)$	absolute Häufigkeit einer dysfunktionalen Antwort
$H(f_i)$	absolute Häufigkeit einer funktionalen Antwort
k_i	Kriterium mit K = $\{k_1, \dots, k_i, \dots, k_n\}$: Menge der Kriterien k_i
LZK	Lebenszykluskosten pro Jahr, bezogen auf 1m² Nettogrundfläche [€/(m^2_{NGF}a)]

N	Grundgesamtheit
n_c	Anzahl der Kriterien k_i, die einem Zielwertindikator g_c zugeordnet sind
n_{erf}	Erforderliche Stichprobengröße
n_q	Anzahl der Kriterien k_i, die einer Qualität h_q zugeordnet sind
n_y	Anzahl der Kriterien, die einer Hierarchieebene y zugeordnet sind
p	Antwortverteilung
PE_{ges}	Gesamtprimärenergiebedarf [MJ / (m^2_{NGFa} a)]
PE_{ne}	Primärenergiebedarf aus nicht erneuerbarer Primärenergie [MJ / (m^2_{NGFa} a)]
p_ε	Eintrittswahrscheinlichkeit des Ereignisses ε [%]
$r_{z_e}^-$	Risikoerwartungswert für ein Attribut z_e
$r_{z_e}^+$	Nutzenerwartungswert einer Chance für ein Attribut z_e
R_i	Rangwert eines Kriteriums k_i
$r_{i,\max}$	Maximalwert der externen Kosten, die in einem Kriteriums k_i bezogen auf die Ausprägungen aller einbezogenen Alternativen a_j erreicht werden [€]
$r_{i,\min}$	Minimalwert der externen Kosten, die in einem Kriteriums k_i bezogen auf die Ausprägungen aller einbezogenen Alternativen a_j erreicht werden [€]
$r_i(a_j)$	externe Kosten, die in einem Kriterium k_i mit der Ausprägung der Alternative a_j erreicht werden [€]
S_j	Rangstufe
TOT	Total Strength [%]
v_i	Rohgewicht eines Kriteriums k_i
$v_c(k_i)$	Zielertrag des Kriteriums k_i in Bezug auf den Zielwertindikator g_c
$v_4(k_i(a_j))$	normierter Zielertrag eines Kriteriums k_i für den Zielwertindikator g_4
$v_4(k_i(a_j))^*$	nicht normierter Zielertrag eines Kriteriums k_i für den Zielwertindikator g_4 in Abhängigkeit der Ausprägungen aller einbezogener Alternativen a_j
$v_c(z_{i,e})$	Zielertrag eines Attributs $z_{i,e}$ in Bezug auf den Zielwertindikator g_c
$\tilde{w}_c^*$	lokaler Gewichtungsfaktor eines Zielwertindikators g_c
w_i	globaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i (gemäß DGNB/BNB)
w_i^*	lokaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i (gemäß DGNB/BNB)

$\hat{w}_{i,c}$	globaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i in Bezug auf einen Zielwertindikator g_c (auf Basis der wirkungsbasierten Wertsynthese)
$\hat{w}^*_{i,c}$	lokaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i, der einem Zielwertindikator g_c zugeordnet ist (auf Basis der wirkungsbasierten Wertsynthese)
$\hat{w}_{i,q}$	globaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i (auf Basis der wirkungsbasierten Wertsynthese, hierarchischer Ansatz)
$\hat{w}^*_{i,q}$	lokaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i, das einer Qualität h_q zugeordnet ist (auf Basis der wirkungsbasierten Wertsynthese, hierarchischer Ansatz)
w_q	Gewichtungsfaktor einer Qualität h_q (gemäß DGNB/BNB)
$\breve{w}_q$	Gewichtung einer Qualität h_q (auf Basis der wirkungsbasierten Wertsynthese)
$\widehat{w}_s$	Gewichtungsfaktor einer Nachhaltigkeitssäule d_s
x_ε	Schadensausmaß bei Schadenseintritt eines Ereignisses ε
$\boldsymbol{x}_i\ (a_j)$	Bewertung eines Kriteriums k_i mit der Ausprägung der Alternative a_j [z.B. BWP]
$x_i{}^{max}$	Maximalwert der Normierungsskala [z.B. BWP]
$z_{i,e}$	Attribut $z_{i,e}$ mit Z = $\{z_{i,1}, \dots, z_{i,e}, \dots, z_{i,f}\}$: Menge aller Attribute eines Kriteriums k_i
z	Sicherheitswahrscheinlichkeitsfaktor
$Z_i(a_j)$	Zielerreichungskoeffizient [%]
α	Cronbachs Alpha
τ_i	Realisation des Kriteriums k_i
τ_o	oberer Grenzwert der möglichen Realisation des Kriteriums k_i
τ_u	unterer Grenzwert der möglichen Realisation des Kriteriums k_i
$\boldsymbol{\Phi}_i\ (a_j)$	Gesamtnutzwert einer Alternative a_j [%]
$\hat{\boldsymbol{\Phi}}_i\ (a_j)$	Teilnutzwert einer Alternative a_j im Kriterium k_i [%]
$\tilde{\boldsymbol{\Phi}}_q\left(a_j\right)$	Teilnutzwert einer Alternative a_j in Bezug auf die Qualität h_q [%]

1 EINFÜHRUNG

Klimawandel, Ressourcenknappheit, Finanzkrisen sowie demographischer Wandel gehören zu den größten Herausforderungen dieses Jahrhunderts und sind gleichzeitig bedeutende **Impulsgeber für technische und institutionelle Innovationen**. Daraus hervorgehende Strategien orientieren sich inzwischen flächendeckend an dem Leitbild einer **nachhaltigen Entwicklung**, die Zukunftsfähigkeit verspricht. Im Jahre 1983 gründeten die Vereinten Nationen die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (WCED), die 1987 den *„Bericht für eine langfristig tragfähige, umweltschonende Entwicklung im Weltmaßstab bis zum Jahr 2000 und darüber hinaus“*[1] veröffentlichte. Dieses Zukunftspapier, das heute besser als *Brundtlandt-Bericht* bekannt ist, beschreibt den Handlungsbedarf auf zivilisatorischer und technischer Ebene und war u.a. ausschlaggebend für die Einberufung der folgenschweren Weltentwicklungs- und Umweltkonferenz in Rio de Janeiro im Jahre 1992.[2] Das Nachhaltigkeitsverständnis des Berichts[3] wurde zum Ausgangspunkt konzeptioneller Ansätze zur Lösung globaler ökologischer und sozialer Probleme.[4]

Zehn Jahre nach der Umweltkonferenz in Rio legte die Bundesregierung eine **nationale Nachhaltigkeitsstrategie**[5] vor. Diese basiert auf einer Konkretisierung des Nachhaltigkeitsbegriffs zu dem inzwischen gängigen *Drei-Säulen-Modell*. Danach ist Nachhaltigkeit *„(...) die Konzeption einer dauerhaft zukunftsfähigen Entwicklung der **ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimension** menschlicher Existenz. Diese drei Säulen der Nachhaltigkeit stehen miteinander in Wechselwirkung und bedürfen langfristig einer ausgewogenen Koordination."* [6] Zur Operationalisierung der Nachhaltigkeitsstrategie wurden 21 Indikatoren definiert.[7]

In der Debatte um die entscheidenden Umsetzungsfragen einer nachhaltigen Entwicklung haben sich zwei idealtypische Lager herausgebildet.[8] Während die eine Seite von einem **naturwissenschaftlichen und technischen Begriffsverständnis** geprägt ist und die Umsetzung mit möglichst konkreten und messbaren Zielen verfolgt, verstehen Vertreter der anderen Seite **Nachhaltigkeit als regulative Idee** und befürworten eine dialogorientierte Um-

---

1 WECD (1987): Report of the World Commission on Environment and Development

2 vgl.: Heinrichs, Michelsen (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S. 12 ff.

3 ***„Nachhaltigkeit ist ein Änderungsprozess, in dem die Ausbeutung von Ressourcen, die Richtung von Investitionen, die Ausrichtung der technologischen Entwicklung und institutioneller Wandel alle miteinander in Einklang stehen und sowohl das heutige als auch das zukünftige Potenzial, menschliche Bedürfnisse und Hoffnungen zu befriedigen, verstärken.“*** WECD (1987): Report of the WECD., S.43

4 vgl.: Müller (2004): Investitionsentscheidungen vor dem Hintergrund einer Nachhaltigen Entwicklung, S. 96 f.

5 Diese beruht auf der Agenda 21, einem Aktionsprogramm zur globalen Umsetzung des Konzepts Nachhaltigkeit. vgl.: Presseamt der Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland

6 vgl.: Abschlussbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“. 13. Deutscher Bundestag: 1998

7 Presseamt der Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland, S. 1-4

8 vgl.: Kanning, Müller (1998): Bedeutung des Nachhaltigkeitsbildes für betriebl. Management, S.16; Müller (2004): Investitionsentscheidungen vor dem Hintergrund einer Nachhaltigen Entwicklung, S. 97

setzung.[9] Wie nachfolgende Erörterungen zeigen, können sich aus dem Diskurs heraus normative Konzepte mit quantitativen Zielvorgaben entwickeln und dadurch die Voraussetzung zur Umsetzung nachhaltiger Ideen geschaffen werden.

Da kaum ein anderer Industriezweig mehr Material und Energie beansprucht und gleichzeitig derart große Mengen nicht recyclingfähiger Abfälle hervorbringt als der Bausektor,[10] sind die darin verborgen Potenziale zur Gestaltung einer nachhaltigen Umwelt enorm. Um die daraus hervorgehenden Ziele umzusetzen, wurde in mehrjähriger Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Bauwirtschaft, öffentlicher Bauverwaltung sowie Verbänden ein Verfahren zur Bewertung von Gebäudenachhaltigkeit entwickelt.[11] Im Jahr 2008 legten die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB e.V.) und das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)[12] das Ergebnis eines Kooperationsprojektes vor: das **Deutsche Gütesiegel für Nachhaltiges Bauen** (DGNB),[13] das zunächst für die Bewertung von **Neubauprojekten** der Nutzungsart **Büro- und Verwaltung** konzipiert wurde. Hierbei wird anhand eines **Kriterienkatalogs** systematisch die nachhaltige Qualität eines Gebäudes bewertet.[14]

Nach einer Pilotphase wurde 2009 eine weiterentwickelte Version des gemeinsamen Bewertungssystems vorgelegt. Im Jahr 2010 wurde die öffentlich-private Trägerschaft gelöst und die unabhängige Weiterentwicklung von zwei Systemversionen lanciert. Seither ist zwischen dem **Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen** (**BNB**)[15] und dem **DGNB Bewertungssystem** zu unterscheiden. Die Schnittmenge beider Systeme ist jedoch in Bezug auf Inhalte und Anforderungen nach wie vor sehr hoch. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, dass eine Bewertung nach DGNB einen privatwirtschaftlichen Zweck erfüllt und in eine Zertifizierung mündet, während das BNB vorwiegend für die Bewertung von Bundesbauten angewandt wird. Inzwischen gibt es für beide Versionen eine Vielzahl von Systemvarianten für unterschiedliche Nutzungsarten und Lebenszyklusphasen und sogar für ganze Stadtquartiere oder Industriestandorte.

Da sich energetische Maßnahmen meist als wirtschaftlich erweisen, kann die ökologische Nachhaltigkeit einer Immobilie einen Wettbewerbsfaktor darstellen.[16] Um eine solche Qualität nachzuweisen, werden immer häufiger *Green Building Label* wie *LEED, BREEAM*[17] oder das wesentlich breiter aufgestellte DGNB Zertifikat genutzt. Während ein ***Green Building*** die

[9] vgl.: Müller (2004): Investitionsentscheidungen vor dem Hintergrund einer Nachhaltigen Entwicklung, S. 97
[10] vgl.: Hegger, Fuchs et al(2008): Energie Atlas, S. 6, Hinweis: Materialrecycling im Bausektor bezieht sich i.d.R. auf die Behandlung des Bodenaushubs oder die Verwendung von Abbruchmaterial für den Straßenbau.
[11] BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden
[12] Nach der Bundestagswahl 2013 wurden die Aufgaben der Geschäftsstelle Nachhaltiges Bauen des BMVBS im Frühjahr 2014 dem Referat Nachhaltiges Bauen des BMUB übertragen.
[13] DGNB: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V., Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen ehem.
[14] vgl.: Schäfer, Lützkendorf et al. (2010): ImmoWert, S. 29
[15] vgl.: BMUB (Hrsg.) (2014): Informationsportal Nachhaltiges Bauen
[16] vgl.: Eichholz/Kok/Quigley: Doing Well By Doing Good? Arbeitsblatt-Nr. W08-001
[17] **LEED:** Leadership in Energy and Environmental Design, ein US-amerikanisches System für energie- und umweltfreundliche Klassifizierung von Gebäuden; **BREEAM:** Building Research Centre Environmental Assessment Method, Britisches Zertifizierungssystem Gebäude mit Umweltfokus

Konzepte des energiesparenden, umweltfreundlichen, und gesundheitsgerechten Bauens und Betreibens verinnerlicht,[18] erweitern die Bewertungssysteme der DGNB und das BNB diese Perspektiven v.a. um soziale, ökonomische und städtebauliche Aspekte sowie den Lebenszyklusansatz.[19] Da dadurch das Spektrum der immobilienbezogenen Nachhaltigkeit erstmalig vollständig abgebildet und in einem ganzheitlichen Ansatz integriert werden konnte,[20] ging damit auch die begriffliche Weiterentwicklung zum **Sustainable Building**[21] einher.
Das Bewertungssystem der DGNB konnte sich trotz des vergleichsweise hohen Anforderungsniveaus als eine wichtige Alternative der Gebäudezertifizierung auf dem deutschen Immobilienmarkt etablieren.[22] Mit dem Nachhaltigkeitszertifikat wird die nachhaltige Qualität eines Gebäudes bestätigt. Aufgrund der Interdisziplinarität steht Gebäudenachhaltigkeit im Interesse verschiedener Fachdisziplinen, sodass der Beitrag, den nachhaltige Gebäude für eine nachhaltige Entwicklung leisten können, vielschichtig diskutiert wird. Da nachhaltige Entwicklung selbst einen Änderungsprozess darstellt, ist sowohl der gesellschaftliche Diskurs als auch der Lernprozess zu keiner Zeit abgeschlossen.

1.1 AUSGANGSSITUATION

Um Gebäudenachhaltigkeit zu parametrisieren, wurden zunächst **Schutzgüter und –ziele des Nachhaltigen Bauens**[23] entwickelt (vgl. Tab.1-1) und anschließend Bewertungskriterien abgeleitet, die heute im DGNG/BNB Bewertungssystem verankert sind.

	SCHUTZGÜTER	SCHUTZZIELE
▪ Ökologie	▪ natürliche Ressourcen ▪ globale, lokale Umwelt	▪ Schutz von natürlichen Ressourcen ▪ Schutz des Ökosystems
▪ Ökonomie	▪ Kapital/Werte	▪ Minimierung der Lebenszykluskosten ▪ Verbesserung der Wirtschaftlichkeit ▪ Erhalt von Kapital/Wert
▪ Sozio-kultur	▪ Gesundheit ▪ Nutzerzufriedenheit ▪ Funktionalität ▪ kulturelle Werte	▪ Bewahrung v. Gesundheit, Sicherheit u. Behaglichkeit ▪ Gewährleistung von Funktionalität ▪ Sicherung gestalterischer u. städtebaulicher Qualität

Tab. 1-1: Schutzgüter und –ziele des Nachhaltigen Bauens [24]

Dabei stellt die nationale Nachhaltigkeitsstrategie die übergeordnete Ziel- und Leitperspektive dar, deren Einzelziele für Gebäude operationalisiert wurden. Entsprechend wird *„Nachhaltigkeit von Gebäuden […] über den gesamten Lebenszyklus durch Einbeziehung ökologischer, ökonomischer wie auch sozialer Aspekte transparent, messbar und überprüfbar aus-*

[18] vgl.: Lützkendorf (2007): Schwarze Zahlen mit „green buildings“, in Karlsruher Transfer Nr. 36
[19] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 27, Abb.1.33
[20] vgl.: ebenda, S. 48
[21] vgl.: Schäfer, Lützkendorf et al. (2010): ImmoWert, S. 29
[22] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 50 f.
[23] vgl.: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 24
[24] vgl.: ebenda

gewiesen – bei gleichzeitiger Beachtung der gestalterischen, städtebaulichen, technischen und funktionalen Qualität." [25] Hieraus wurde in einem systematischen und forschungsnahen Prozess mit hoher Expertenbeteiligung ein Bewertungssystem mit sechs Qualitäten bzw. Zieldimensionen entwickelt, die sich in insgesamt 41 Kriterien aufgliedern (vgl. Abb. 1-1).[26] Grundsätzlich stellen die technischen und prozessualen Qualitäten keine Erweiterung des Drei-Säulen-Modells dar, sondern verdeutlichen als **Querschnittsaspekte** mit zahlreichen Wechselwirkungen den **integrativen Ansatz**. Auf dieser Basis werden nachhaltige Gebäudekonzepte entwickelt, umgesetzt und deren ökologische, soziale und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit mit wissenschaftlich anerkannten Methoden bewertet.[27]

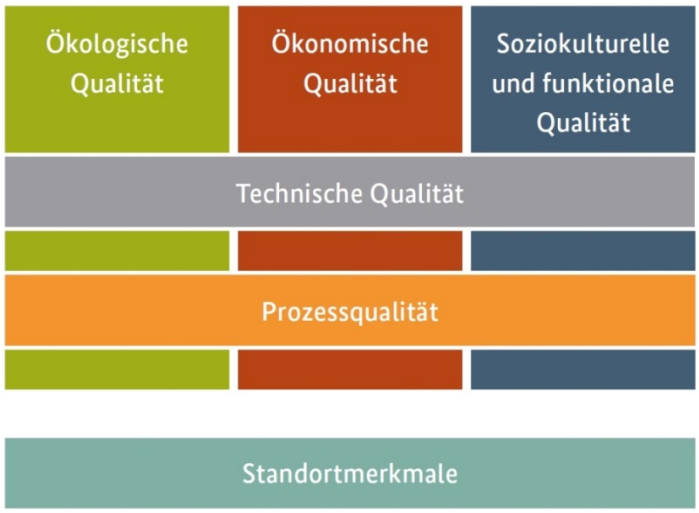


Abb. 1-1: Gebäudequalitäten des Nachhaltigen Bauens [28]

Die Modelllogik des Bewertungssystems folgt dem kompositionellen Verfahren der **Nutzwertanalyse**, die als multikriterielle Methode für Entscheidungsfindung bei Mehrfachzielsetzung Anwendung findet.[29] Dabei wurde das Gesamtziel *Gebäudenachhaltigkeit* in Einzelziele zerlegt, denen Kriterien zur Bewertung der jeweiligen Zielerfüllung zugeordnet wurden.[30] Je nachdem, wie gut das Gebäude den Anforderungen entspricht, werden dimensionslose Erfüllungsgrade für alle Einzelziele ausgewiesen. Die Aggregation der einzelnen Erfüllungsgrade zu einem **Gesamterfüllungsgrad** erfolgt anhand von Normierungs- und Gewichtungsregeln Die dabei stattfindende Transformation von quantitativen Bewertungsergebnissen zu einer qualitativen Bewertungsaussage wird als **Wertsynthese** bezeichnet. Anhand des Gesamterfüllungsgrades wird die Immobilie in eine der Kategorien Bronze, Silber oder Gold klassifiziert und damit Konformität mit einem durchschnittlichen, überdurchschnittlichen oder

[25] vgl.: Staatssekretärausschuss „Nachhaltige Entwicklung" (2009)
[26] vgl.: Gertis, Hauser et al. (2008): Was bedeutet Platin, S. 247; Graubner, Lützkendorf (2008): Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit, S. 55
[27] vgl.: Graubner, Lützkendorf (2008): Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit, S. 55
[28] Quelle der Abb.: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 25
[29] vgl.: Ruhland (2004): Entscheidungsunterstützung zur Auswahl von Verfahren, S. 17; Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S.45; Ausführliche Betrachtung der Nutzwertanalyse in Abschn. 2.2.
[30] vgl.: Fürst, Scholles (2001): Grundfragen der Bewertung

exzellenten Standard der ökologischen, ökonomischen, soziokulturellen, technischen und prozessualen Qualität bestätigt.

Der gesamte Wertsyntheseprozess des DGNB/BNB Bewertungssystems beruht auf einem Gewichtungsschema nach dem **Relevanzkonzept**. Hierbei wurden Gewichtungen auf Basis von Mehrpersonenentscheidungen *a priori* geschätzt und nach Auswertung der Pilotphasen *a posteriori* angepasst.[31] Dabei besteht die Gefahr, dass die Gewichtungen das Meinungsbild einzelner Personen oder Interessengruppen widerspiegeln[32] und dass sich Wirkungszusammenhänge mit **Wirkungsvermutungen** vermischen.[33]

Ein **Zielertrag** ist der kriterienspezifische Beitrag zum Gesamtziel und sollte ausschlaggebend für das Kriteriengewicht sein. Aus bewertungstheoretischer Sicht ist es „*angesichts der vorhandenen Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge und angesichts der Ungewissheit bezüglich der zukünftigen Rahmenbedingungen […] äußerst schwierig, die Zielerträge zu schätzen […].*“[34] Zudem gelten Gewichtungen, die auf **Werthaltungen** von *„verschiedenen Einzelpersonen, Organisationen und gesellschaftlichen Gruppen“* beruhen, als nicht wissenschaftlich begründet, da davon auszugehen ist, dass *„verschiedene Kreise zu verschiedenen Gewichtungsergebnissen gelangen“* würden.[35]

Ohne wissenschaftliche Fundierung stellen Gewichtungen ein *„subjektives Moment“* dar,[36] das sich bis zum finalen Bewertungsergebnis perpetuiert. Daher sind Bewertungsergebnisse, deren Gewichtungen auf Experteneinschätzungen basieren, eindeutig als eine Empfehlung im gutachterlichen Sinne zu charakterisieren[37] und stellen somit kein allgemeingültiges Bild dar. Im wissenschaftlichen Diskurs wird immer wieder eine **Überprüfung der Gewichtungen und ggf. deren Korrektur** durch Aufbereitung unterschiedlicher Datensätze postuliert.[38]

Im Sinne eines naturwissenschaftlichen und technischen Verständnisses ist das Gewichtungsschema auf das **Determinanzkonzept** zu stützen, nach dem Gewichtungen auf dem gemessenen Beitrag zu einem Ziel beruhen.[39] Dies entspricht den Forderungen EEKHOFFs, der für eine Ausrichtung der Gewichtungen an belastbaren **Wirkungsaussagen** plädiert.[40] Methodisch basiert das Determinanzkonzept auf Kausalanalysen, die eine umfangreiche Datengrundlage erfordern. Daher wird konstatiert, dass fundierte Entscheidungen hinsichtlich

---

31 vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 91-93
Dieses Vorgehen wurde auch bei Green Building Label wie LEED oder BREEAM angewandt.

32 vgl.: Graubner, Lützkendorf (2008): Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit S. 55

33 vgl.: Strassert (1973): Nutzwertanalyse, S.147; Eekhoff (1981): Grundlagen d. Entwicklungsplanung, S.40

34 Zitat: Eekhoff (1981): Grundlagen der Entwicklungsplanung, S. 38;

35 Zitate: EN ISO 14044: Umweltmanagement – Ökobilanz, 2006, Abschn. 4.4.3.4.2, 4.4.5

36 vgl.: Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S. 50 und Gabler Wirtschaftslexikon (2000), unter "Nutzwertanalyse", S.2272; DIN EN ISO 14044 (2006): Umweltmanagement, Anleitungen, Abschn. 4.4.3.4.2

37 vgl.: Eekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S.42

38 vgl. u.a.: Gertis, Hauser et al. in Reichardt, Rottke (2010): Ökonomie vs. Ökologie, S. 198; Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme f. Gebäude, S.134-135; Hugenroth in Reichardt, Rottke (2010): Ökonomie vs. Ökologie, S. 148; Gertis, Hauser et al. (2008): Was bedeutet Platin, S.249, S.252; BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung v. Gebäuden, S.186

39 vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 63

40 vgl.: Eekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S.40

der zu erwartenden Zielerträge einzelner Kriterienauswirkungen nur auf Basis solider **Wirkungsanalysen** getroffen werden können.[41]

Auch die europäische Norm zur Bewertung von Gebäudenachhaltigkeit fordert eine wirkungsbasierte Bewertung. Gemäß DIN EN 15643-1 wird *„mit der Nachhaltigkeitsbewertung der Beitrag gemessen, den die bewerteten Bauwerke zu nachhaltigen Bauwerken und einer nachhaltigen Entwicklung leisten."* [42] Diese Bewertungsaufgabe ist von hoher Komplexität, da die Herstellung, Sicherung und Aufrechterhaltung von Gebäudenachhaltigkeit mit der Analyse heutiger und künftiger Wirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft zu verknüpfen sind.[43] Derzeit gestattet der Bewertungsansatz zwar ein „*Signalisieren des Beitrags zur nachhaltigen Entwicklung auf Basis eines Zertifikats mit Medaille"* [44], jedoch aufgrund der fehlenden Wirkungsaussagen keine Rückschlüsse auf einen Nachhaltigkeitsbeitrag.

Eine Nachhaltigkeitsbewertung erfüllt den Zweck, Planungsentscheidungen an einer nachhaltigen Entwicklung auszurichten und vor dem Hintergrund nachhaltiger Zielsetzungen rational zu begründen. Das DGNB/BNB Bewertungssystem hat sich als wegweisendes Instrument der Gebäudenachhaltigkeitsbewertung auf dem deutschen Immobilienmarkt etabliert. Da es nicht nur als Entscheidungsinstrument, sondern v.a. als **Mess- und Klassifizierungsinstrument** für Gebäudenachhaltigkeit Anwendung findet, stellt die theoretische Begründbarkeit der Ergebnisse ein zentrales Qualitätsmerkmal dar. Diesbezüglich lassen sich in Bezug auf die Wertsynthese einige Defizite der wissenschaftlichen Fundierung und theoretischen Herleitung konstatieren. Daher sind zielgerichtete **Forschungsaktivitäten zur Verifizierung** der Kriteriengewichtungen, Normierungs- und Aggregationsregeln erforderlich, um die Nachhaltigkeitsbewertung von Immobilien weiter zu objektivieren.

1.2 ZIELSETZUNG

Die Intention der vorliegenden Arbeit besteht darin, die Potenziale einer wirkungsbasierten Wertsynthese bei der Nachhaltigkeitsbewertung mit dem DGNB/BNB Bewertungssystem aufzuzeigen. Hierfür sollen die gewichtungsbestimmenden Zielerträge durch kausalbasierte Wirkungsanalysen quantifiziert werden und so das vorherrschende Relevanzkonzept durch das Determinanzkonzept abgelöst werden. Dementsprechend ist das **Ziel der Arbeit**, das Konzept einer wirkungsbasierten Wertsynthese für das DGNB/BNB Bewertungssystem zu entwickeln und exemplarisch anzuwenden, um auf dieser Basis *a priori* geschätzten Gewichtungsfaktoren zu überprüfen und ggf. zu korrigieren. Mit den Ergebnissen soll ein Beitrag zur weiteren wissenschaftlichen Fundierung sowie zur Objektivierung des DGNB/BNB Bewertungssystems geleistet werden.

[41] vgl.: Eekhoff (1981): Grundlagen der Entwicklungsplanung, S. 38
[42] Zitat: DIN EN 15643-1 (2010): Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken. Abschn.1
[43] vgl.: Lützkendorf (2009) Nachhaltiges Bauen; erschienen in Stiftung Bauwesen (Hrsg.): Brennpunkt, S. 61-62
[44] vgl.: ebenda, S. 72

Nachfolgend wird der **Lösungsansatz** für eine wirkungsbasierte Wertsynthese konkretisiert und in einzelne Forschungsziele untergliedert, deren sukzessive Bearbeitung den gewünschten Erkenntnisprozess beschreibt. Die Grundidee des Lösungskonzepts besteht darin, die Kriterienauswirkungen mit dem Zielsystem zu verknüpfen und mit nutzwerttheoretischen Grundsätzen zu begründen. Unter Auswirkungen werden günstige und schädliche Konsequenzen eines Gebäudes über dessen Lebenszyklus in Bezug auf ökologische, soziale und ökonomische Belange verstanden.[45] Die angestrebten Resultate der günstigen Auswirkungen sind in den Schutzzielen des Nachhaltigen Bauens (vgl. Tab 1-1) beschrieben und wurden zur Festlegung der Kriterienanforderungen herangezogen. Folglich wird angenommen, dass die Nichteinhaltung dieser Anforderungen vor allem in schädliche Auswirkungen resultiert. Den Gegenstand der nachfolgenden Untersuchung bilden günstige Auswirkungen, die nachfolgend als **Zielwirkungen** bezeichnet werden. Dabei werden vorwiegend Büro- und Verwaltungsgebäude betrachtet.

Das **erste Forschungsziel** besteht darin, das Zielsystem des Nachhaltigen Bauens in quantifizierbare **Zielwertindikatoren** zu überführen. Ein Zielwertindikator stellt einen messbaren Mehrwert bzw. Nutzwert dar, der mit nachhaltigen Gebäuden gegenüber konventionellen geschaffen werden kann und bei Erfüllung eines oder mehrere Schutzziele entsteht. Hierfür sind die Zielwirkungen, die zu diesem Nutzwert beitragen können, zu bündeln und in einer Wertdimension zusammenzufassen. Folglich sind zunächst ökonomische, ökologische und soziokulturelle Zielwertindikatoren aufzustellen.

Darauf aufbauend besteht das **zweite Forschungsziel** darin, die methodischen und strukturellen Voraussetzungen zu schaffen, um kriterienspezifische Zielerträge in Form von potenziellen Beiträgen zu einem Zielwertindikator zu quantifizieren. Hierfür sind die Wirkungszusammenhänge zwischen kriterienspezifischen Auswirkungen und den Zielwertindikatoren systematisch zu untersuchen und geeignete **Methoden zur Zielertragsquantifizierung** zu identifizieren. Die Relationen zwischen kriterienspezifischen Zielwirkungen und den gesamten Zielwirkungen eines Zielwertindikators stellen Maßstabsfaktoren zur Quantifizierung von Zielgewichtungen dar und sind in **Zielwertfunktionen** zu beschreiben. Auf dieser Basis kann die Bedeutung eines Kriteriums als potenzieller, relativer Beitrag zum Gesamtziel quantifiziert und anhand der zugrunde liegenden Wirkungszusammenhänge sachlogisch begründet werden.

Das **dritte Forschungsziel** besteht darin, dieses theoretisch entwickelte Konzept einer wirkungsbasierten Wertsynthese praktisch umzusetzen, indem die Zielerträge für einen exemp-

[45] vgl.: DIN EN 15643-1 (2010): Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken. S.4; und vgl. S. 11, 22

larischen Zielwertindikator quantifiziert und in Zielgewichtungen überführt werden. Für die Messung der kriterienspezifischen Zielerträge ist zunächst eine belastbare Datenbasis zu schaffen. Anschließend lassen sich aus den Zielertragsdifferenzen Zielgewichtungen ableiten. Voraussetzung dabei ist, dass sich die Zielerträge auf einer Kardinalskala abbilden lassen. Auf Basis der Ergebnisse sollen die a priori geschätzten DGNB/BNB Gewichtungen überprüft und Anpassungsvorschläge abgeleitet werden.

1.3 AUFBAU DER ARBEIT

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in fünf Kapitel. Zunächst werden in **Kapitel 2** die in dieser Arbeit zugrunde liegenden bewertungstheoretischen Problemstellungen im Zusammenhang mit der Wertsynthese und zur Verfügung stehende Lösungsansätze erörtert. Hierzu gehört die multikriterielle Bewertungsmethode der Nutzwertanalyse im Allgemeinen und deren Anwendung auf die Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden gemäß DGNB/BNB im Besonderen. Hierbei wird insbesondere der Gestaltungsspielraum bei der Wertsynthese aufgezeigt, nach deren Systematik einzelne Bewertungsergebnisse zu einer Bewertungsaussage aggregiert werden. Zudem wird die wirkungsbasierte Wertsynthese durch nutzentheoretische Grundsätze untermauert.

In **Kapitel 3** werden die strukturellen und methodischen Voraussetzungen für eine wirkungsbasierte Wertsynthese beim DGNB/BNB Bewertungssystem hergeleitet und modellhaft beschrieben. Hierfür wird zunächst ein übergreifendes wirkungsbasiertes Gewichtungsmodell entwickelt. Anschließend wird für jede Nachhaltigkeitssäule ein Modell zur Quantifizierung der Zielerträge konstruiert, auf dessen Basis die Kriterienauswirkungen mit dem Zielsystem verknüpft werden können. Dabei wird im Hinblick auf das erste Forschungsziel der Nutzen, der bei Erfüllung eines oder mehrerer Schutzziels des Nachhaltigen Bauens entsteht, dimensioniert und in Zielwertindikatoren überführt. Anschließend wird untersucht, wie kriterienspezifischen Zielerträge quantifiziert und Bedeutungsunterschiede abgeleitet werden können, um das zweite Forschungsziel zu verfolgen. Die Ergebnisse der Untersuchung sind neben geeigneten Methoden zur Zielertragsquantifizierung die Beschreibung der Zusammenhänge in spezifischen Zielwertfunktionen. Schließlich werden die Ergebnisse für alle drei Modelle zu einem Konzept der wirkungsbasierten Wertsynthese zusammengefasst.

Mit den theoretisch hergeleiteten Modellen zur Quantifizierung und Aggregation der kriterienspezifischen Zielerträge ist der **konzeptionelle Teil** abgeschlossen. Dem schließt sich ein **empirischer Teil** an, bei der es zur praktischen Anwendung des Modells kommt. Um den Rahmen der Arbeit nicht zu überdehnen, beschränkt sich dieser Teil auf die soziokulturelle Nachhaltigkeitssäule. In **Kapitel 4** werden im Hinblick auf das dritte Forschungsziel kriterienspezifische Zielerträge gemessen und aus den Differenzen Zielgewichtungen abgeleitet, um die DGNB/BNB Kriteriengewichtungen zu überprüfen. Dies erfolgt auf Basis der Datenaus-

wertung einer empirischen Erhebung. Für einen Teil des Untersuchungsgegenstandes existieren bereits Datensätze, die mit einer Sekundäranalyse erneut ausgewertet werden. Anschließend werden die so ermittelten wirkungsbasierten Zielgewichtungen den DGNB/BNB Gewichtungen gegenübergestellt.

In **Kapitel 5** werden die zentralen Erkenntnisse der Arbeit zusammengefasst und deren Bedeutung für die Nachhaltigkeitszertifizierung von Bürogebäuden in Deutschland diskutiert. Auf Basis der Ergebnisse werden Vorschläge für die Weiterentwicklung des Bewertungssystems abgeleitet. Zudem erfolgt die Übertragung der ermittelten wirkungsbasierten Gewichtungen auf zwei exemplarische Gebäude, die unter Begleitung der Autorin nach DGNB zertifiziert wurden. Schließlich werden die Potenziale der wirkungsbasierten Wertsynthese und mögliche Konsequenzen einer Integration in das bestehende Bewertungssystem aufgezeigt.

1.4 UNTERSUCHUNGSGEGENSTAND

Betrachtet werden die folgenden Bewertungssysteme der DGNB e.V. und des BMUB:

- DGNB Bewertungssystem für Neubau von Büro- und Verwaltungsgebäude, Systemvariante 2012 (DGNB NBV12 mit Upgrade vom 31.07.2013) sowie die
- Bewertungssystem für Nachhaltiges Bauen für Neubau von Büro- und Verwaltungsgebäude, Systemvariante 2011 (BNB NBV11).

In den Grundzügen sind die Systeme gleich. Das DGNB System und das BNB unterscheiden sich vor allem im Bewertungsmaßstab, da die DGNB mit der 2012er Version die Anforderungen angehoben hat. Zudem wurden für beide Bewertungssysteme neue Kriterien entwickelt, die sich z.T. noch im Entwurfsstadium befinden.[46] Nach der Anpassung der formalen Unterschiede bilden 45 DGNB/BNB Kriterien mit insgesamt 234 Einzelattributen/-indikatoren den Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit. Eine Auflistung der Kriterien erfolgt in Tab. 1-2. Im Rahmen dieser Arbeit werden insbesondere die Parameter der Wertsynthese untersucht, zu denen v.a. die Gewichtungsfaktoren sowie Normierung- und Aggregationsregeln gehören. Diese sind in sog. Kriteriensteckbriefen beschrieben, die auf der Plattform des Nachhaltigen Bauens eingesehen werden können.[47]

[46] DGNG: ECO 2.2 Marktfähigkeit, SOC3.3 Grundrissqualitäten, TEC1.4 Anpassungsfähigkeit technischer Systeme; BNB: 4.1.7 Widerstandsfähigkeit gegen Naturgefahren, Kriterium 4.1.6 Technische Gebäudeausrüstung

[47] Siehe hierzu BMUB (2013): Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen BNB

Qualitäten	Kriterien-gruppe	Nr. DGNB	Nr. BNB	Kriterien	Gewichtungen		
					Qualitäten DGNB/BNB	DGNB NBV12	BNB NBV11
Ökologische Qualität	Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt	ENV1.1	1.1.1 - 5	Ökobilanz, emissionsbedingte Umweltwirkungen	22,5%	7,9%	7,9%
		ENV1.2	1.1.6	Risiken für die lokale Umwelt		3,4%	3,4%
		ENV1.3	1.1.7	Umweltverträgliche Materialgewinnung		1,1%	1,1%
	Ressourcen-inanspruch-nahme	ENV2.1	1.2.1 - 2	Ökobilanz- Primärenergie		5,6%	5,6%
		ENV2.2	1.2.3	Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen		2,3%	2,3%
		ENV2.3	1.2.4	Flächeninanspruchnahme		2,3%	2,3%
Ökonom. Qualität	LCC	ECO1.1	2.1.1	Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	22,5%	9,6%	13,5%
	Wertentwic-klung	ECO2.1	2.1.2	Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit		9,6%	11,4%
		ECO2.2	*	Marktfähigkeit		3,2%	
Soziokulturelle und funktionale Qualität	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzu-friedenheit	SOC1.1	3.1.1-2	Thermischer Komfort	22,5%	4,3%	4,0%
		SOC1.2	3.1.3	Innenraumluftqualität		2,6%	2,4%
		SOC1.3	3.1.4	Akustischer Komfort		0,9%	0,8%
		SOC1.4	3.1.5	Visueller Komfort		2,6%	2,4%
		SOC1.5	3.1.6	Einflussnahmemöglichkeiten Nutzer		1,7%	1,6%
		SOC1.6	3.1.7	Außenraumqualitäten		0,9%	0,8%
		SOC1.7	3.1.8	Sicherheit und Störfallrisiken		0,9%	0,8%
	Funktionalität	SOC2.1	3.2.1	Barrierefreiheit		1,7%	1,6%
		SOC2.2	3.2.4	Öffentliche Zugänglichkeit		1,7%	1,6%
		SOC2.3	3.2.5	Fahrradkomfort		0,9%	0,8%
	Gestalterische Qualität	SOC3.1	3.3.1	Verfahren zur städtebaulichen und gestalterischen Konzeption		2,6%	2,4%
		SOC3.2	3.3.2	Kunst am Bau		0,9%	0,8%
		SOC3.3	*	Grundrissqualitäten		0,9%	
Technische Qualität	Qualität der technischen Ausführung	TEC1.1	*	Brandschutz	22,5%	4,1%	
		TEC1.2	4.1.1	Schallschutz		4,1%	5,6%
		TEC1.3	4.1.2	Wärme- und feuchteschutzt. Qualität der Gebäudehülle		4,1%	5,6%
		TEC1.4	4.1.6 (E)	Anpassungsfähigkeit der technischen Systeme		2,0%	
		TEC1.5	4.1.3	Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit		4,1%	5,6%
		TEC1.6	4.1.4	Rückbau- u.Demontage-freundlichkeit		4,1%	5,6%
		*	4.1.7 (E)	Widerstandsfähigkeit gegen Naturgefahren			
Prozessqualität	Qualität der Planung	PRO1.1	5.1.1	Qualität der Projektvorbereitung	10,0%	1,4%	1,4%
		PRO1.2	5.1.2	Integrale Planung		1,4%	1,4%
		PRO1.3	5.1.3	Nachweis der Optimierung und Komplexität der Herangehensweise in der Planung		1,4%	1,4%
		PRO1.4	5.1.4	Sicherung der Nachhaltgkeitsaspekte in Ausschreibung und Vergabe		1,0%	1,0%
		PRO1.5	5.1.5	Schaffung von Vorraussetzungen für eine optimale Nutzung und Bewirtschaftung		1,0%	1,0%
		PRO2.1	5.2.1	Baustelle / Bauprozess		1,0%	1,0%
	Qualität Bauausführung	PRO2.2	5.2.2	Qualität der Bauausführung		1,4%	1,4%
		PRO2.3	5.2.3	Geordnete Inbetriebnahme		1,4%	1,4%
Standort-qualität	Standortqualität	SITE1.1	6.1.1-2	Mikrostandort	0,0%	0,0%	0,0%
		SITE1.2	6.1.3	Image u.Zustand v. Standort u.Quartier		0,0%	0,0%
		SITE1.3	6.1.4	Verkehrsanbindung		0,0%	0,0%
		SITE1.4	6.1.5	Nähe zu nutzungsrelevanten Objekten und Einrichtungen		0,0%	0,0%
(E) = Kriterium im Entwurfsstatus				* nicht Bestandteil des jeweiligen Bewertungssystems			

Tab. 1-2: Qualitäten und Kriterien des DGNB/BNB Bewertungssystems mit Gewichtungen [48]

[48] Quelle der Gewichtungen: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 47, DGNB (2012), S. 1

2 ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

In diesem Kapitel findet eine detaillierte Auseinandersetzung mit den in dieser Arbeit zugrunde liegenden bewertungstheoretischen Problemstellungen und zur Verfügung stehenden Lösungsansätzen statt. Das Prinzip einer wirkungsbasierten Wertsynthese orientiert sich stark an nutzentheoretischen Grundsätzen. Daher wird zunächst erörtert, inwiefern sich der hier gewählte Lösungsansatz auf die **kardinale Nutzentheorie** stützt und mit ihr begründet werden kann (Abschnitt 2.1). Anschließend wird die bei der Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden angewandte **multikriterielle Bewertungsmethode** der Nutzwertanalyse eingehend betrachtet (Abschnitt 2.2). Zudem wird der Gestaltungsspielraum bei der **Wertsynthese** aufgezeigt, nach deren Systematik einzelne Bewertungsergebnisse zu einer Bewertungsaussage aggregiert werden (Abschnitt 2.3). Da die Wertsynthese des DGNB/BNB Bewertungssystems den Ausgangspunkt der zugrundeliegenden Problemstellung darstellt, erfolgt eine detaillierte Darstellung dieses Prozesses (Abschnitt 2.4).

2.1 BEWERTUNGS- UND NUTZENTHEORETISCHE ZUSAMMENHÄNGE

Zunächst werden grundlegende Aspekte eines rationalen Bewertungsprozesses erörtert. Anschließend wird systematisch analysiert, wie eine Nachhaltigkeitsbewertung an nutzentheoretischen Grundsätzen ausgerichtet werden kann.

2.1.1 DEKOMPOSITION EINES BEWERTUNGSPROBLEMS

Rationale Bewertungsprozesse zielen auf eine sachlogische Beurteilung, charakteristische Einschätzung oder den Vergleich verschiedener Alternativen hinsichtlich zugrundeliegender **Wertvorstellungen** ab und basieren auf einer nachvollziehbaren Analyse mit quantitativen und/oder qualitativen Methoden.[49] Ein grundlegendes Paradigma der rationalen Entscheidungsfindung besteht darin, die Komplexität des Bewertungsproblems zu reduzieren, indem es in **modellhafte Komponenten** zerlegt wird:

1. Beschreibung der Planungsalternativen,
2. Zielsystem und Präferenzen,
3. Konsequenzen der Alternativen und
4. Einfluss externer Faktoren auf die Aussagekraft des Ergebnisses.[50]

Da bestimmte Abhängigkeiten unter den Komponenten bestehen, erfolgt die Modellierung nicht sukzessive, sondern in einem rekursiven Prozess. Unter den Prämissen der **formalen Rationalität** ist hierbei zu beachten, dass das Zielsystem durchgehend widerspruchsfrei ist

[49] Helbing, Mund et al. (2010): Handbuch Fabrikprojektierung, S.693; Gabler Wirtschaftslexikon (2000), S. 484
[50] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 34

und der gesamte Bewertungsprozess auf überprüfbaren und realitätsbezogenen Informationen beruht.[51] Zunächst wird ein **Sachmodell** erstellt, um die **Planungsalternativen** bzw. die relevanten zu bewertenden Sachinformationen zu beschreiben. Als vereinfachte Kopie eines realen Systems reduziert das Sachmodell die Komplexität der Wirklichkeit auf ein zielführendes Maß und ermöglicht so Reproduzierbar- und Vergleichbarkeit.[52] Das Sachmodell wird mit dem zugrundeliegenden **Werte- oder Zielsystem** verknüpft (vgl. Abb. 2-1).[53]

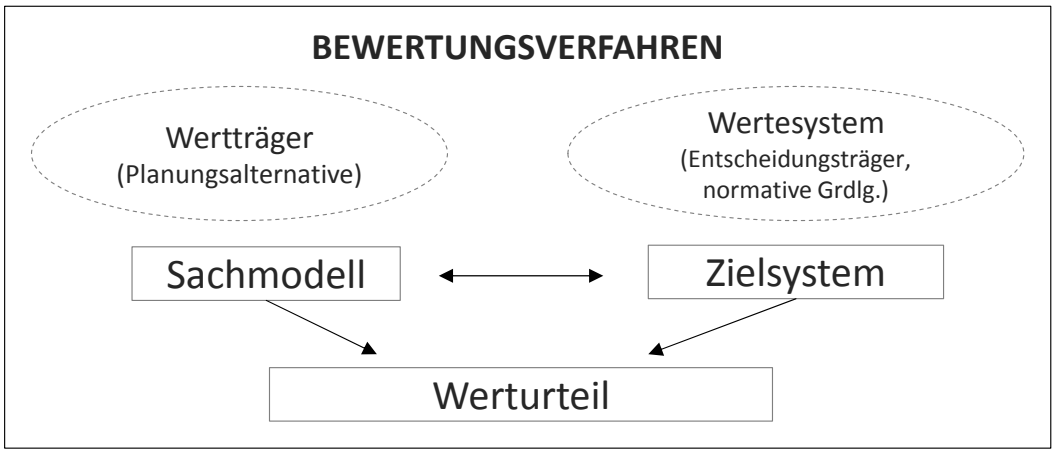


Abb. 2-1: Grundmodell der Bewertung in Anlehnung an BECHMANN[54]

Grundsätzlich ist die Beurteilung an den Konsequenzen der zu betrachtenden Planungsalternativen auszurichten und damit auf solide **Wirkungsaussagen** zu stützen.[55] Sind die Konsequenzen einer Planungsalternative komplexerer Natur, ist ggf. die Konstruktion von Wirkmodellen erforderlich. Das **Werturteil** ist das Ergebnis der systematischen Verknüpfung von Sachinformationen mit dem Zielsystem bzw. dem darin enthaltenen Wertmaßstab. Die damit einhergehende Transformation von quantitativen Bewertungsergebnissen zu einer qualitativen Bewertungsaussage wird als **Wertsynthese** verstanden.

Je nach Komplexität des zu bewertenden Sachverhalts kann ein Zielsystem mehrere Hierarchieebenen aufweisen. In Abhängigkeit der einzubeziehenden Wertdimensionen wird hierbei zwischen eindimensionalen und mehrdimensionalen Zielen (und Bewertungsverfahren) unterschieden. Bei **eindimensionalen Verfahren**, wie z.B. Kapitalwertverfahren, werden die zielrelevanten Konsequenzen durch einen einzigen Bewertungsaspekt vollständig und beschrieben.[56] In **mehrdimensionale Verfahren**, wie z.B. der Nutzwertanalyse, können Entscheidungsinformationen aus mehreren Wertdimensionen Einzug finden und sowohl quantitative als auch qualitative Aspekte beschrieben werden. Dadurch kann eine wirklichkeitsgenauere Abbildung der Bewertungsgrundlagen stattfinden.[57] Die **quantitative Bewertung**

[51] vgl.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 120; Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 3
[52] vgl.: Meadows (2010): Die Grenzen des Denkens, S. 65
[53] vgl.: Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S.27
[54] Quelle der Abb.: eigene Darstellung in Anlehnung an Bechmann (1978): Nutzwertanalyse, S.90
[55] vgl.: Eekhoff (1981): Grundlagen der Entwicklungsplanung, S. 38
[56] vgl.: Klaus, Nitze (2003): Nutzwertanalyse, S. 3
[57] vgl.: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 319

erfolgt auf Basis von Messungen metrisch erfassbarer Sachverhalte, bei denen die *„Relationen zwischen den Zahlen analoge Relationen zwischen den Objekten reflektieren."*[58] Für die sich anschließende Beurteilung werden den Messergebnissen Werte zugeordnet, wobei die Wertzusammenhänge in **Wert- und Nutzwertfunktionen** beschrieben sind.[59] Bei der **qualitativen Bewertung** stehen im Regelfall keine geeigneten Messmethoden zur Verfügung, sodass den Objekten direkt Werte zugeordnet werden.

Im Falle mehrdimensionaler bzw. multiattributiver Verfahren werden den Zielen Gewichtungen zugeordnet, um deren Bedeutungsunterschiede auszudrücken. Gewichtungen können auf individuellen Wertpräferenzen eines Entscheidungsträgers oder auf normativen Grundlagen und politischen Zielsetzungen beruhen. Hierbei wird von objektiver Rationalität gesprochen, wenn das Präferenzmodell des Entscheidungsträgers vollständig mit der Wirklichkeit übereinstimmt und anhand von empirischen Beobachtungen bestätigt werden kann.[60] Präferenzen sind im Regelfall subjektiver Natur und werden als rational anerkannt, wenn sie im Sinne des Zielsystems begründet werden können und konsistent mit den **Rationalitätspostulaten** sind.[61] Hierzu gehören:

- **Zukunftsorientierung**, d.h. die Präferenzen sollte einzig auf den Konsequenzen eines Attributs im Sinne ihrer Wirkung auf das Zielsystem beruhen.
- **Transitivität**, d.h. die Präferenzen müssen untereinander widerspruchsfrei sein.[62]
- **Invarianz**, d.h. die Präferenzen sind unabhängig von der Darstellungsform.
- **Unabhängigkeit der Präferenzen** von der Anzahl zur Verfügung stehender Attribute.[63]

Externe Einflüsse, wie z.B. Änderung der Gesetzgebung oder unvorhersehbare Ereignisse, können die Planungskonsequenzen mitbestimmen. Daher stellt das Bewertungsergebnis eine Entscheidungsgrundlage dar, die von einer bestimmten (Un-)Sicherheit geprägt ist. Bei geeigneten Sachverhalten ist es möglich, im Rahmen einer Risikoanalyse, d.h. durch Identifikation der Einflussfaktoren, deren Ausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit, das Maß an Sicherheit zu bestimmen.

Die Dekomposition des Entscheidungsproblems ist begrifflich abzugrenzen von der Unterscheidung von kompositionellen und dekompositionellen Bewertungsverfahren. Während bei kompositionellen Verfahren einzelne Kriterien zu einem Gesamturteil zusammengefügt werden, wird bei dekompositionellen Verfahren ein ganzheitlicher (Nutz-)Wert in seine einzelnen Beiträge zerlegt. Die Wahl des Verfahrens hängt vom zu bewertenden Sachverhalt sowie von der Ausgangssituation ab. **Kompositionelle Verfahren**, wie z.B. die Nutzwertanalyse,

[58] Zitat: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 143
[59] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 34
[60] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S.4
[61] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 11
[62] **Transitivität** bedingt eine durchgängig widerspruchsfreie Präferenzwahl. Wenn folglich einem Güterbündel a ein höherer Nutzen U(a) zugeordnet wird als einem Ereignis b (U(b)) und U(b) > U(c), dann muss auch gelten U(a) > U(c). vgl.: Gabler Wirtschaftslexikon (2000), S.3083
[63] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 7

zielen auf direkte Einzelurteile ab, die später durch Oberziel-Unterziel-Relationen zu einem Gesamturteil aggregiert werden. Im Gegensatz dazu werden bei **dekompositionellen Verfahren** Urteile für Einzelaspekte abgefragt und später zu Teilnutzen zusammengefügt.
Zusammenfassend wird festgehalten, dass die **Aussagekraft** eines Bewertungsergebnisses in erster Linie vom Wertsyntheseprozess sowie von der Validität eingesetzter Bewertungsmethoden abhängt. Grundsätzlich sollte eine konsequente Verknüpfung der Konsequenzen bzw. Wirkungsaussagen mit dem Wertmaßstab des Zielsystems angestrebt werden.

2.1.2 ALLGEMEINE NUTZENTHEORIE

Gemäß Wertelehre nach GOSSEN wird der Wert eines Gutes durch seinen **Nutzen** bestimmt,[64] der im Sinne des Utilitarismus das Maß der Fähigkeit reflektiert, ein bestimmtes Bedürfnis zu befriedigen.[65] Die Nutzentheorie ist ein Teilbereich der mikroökonomischen Haushaltstheorie[66] und beruht auf dem Prinzip der ökonomischen Rationalität, das in Literatur auch als **Nutzenaxiom** oder synonym als **Rationalitätspostulat** bezeichnet wird.[67] Ökonomische Rationalität wird durch den *homo oeconomicus* verdeutlicht, der entweder mit geringstem Mitteleinsatz ein vorgegebenes Ziel zu erreichen oder im Rahmen seiner Konsummöglichkeiten möglichst viel zu erreichen trachtet.[68] Zur Überprüfung der Rationalität werden formale Konsistenzbedingungen zugrunde gelegt, die die Rationalitätspostulate um eine Nutzenaxiom ergänzen: Die **Vollständigkeit der Ordnung**.[69] Es sichert die formale Vergleichbarkeit und besagt, dass beim Vergleich zweier Alternativen A_1 und A_2 nur eines der folgenden Urteile möglich sei:

- A_1 wird A_2 vorgezogen; $A_1 > A_2$,
- A_2 wird A_1vorgezogen; $A_2 > A_1$ oder
- A_1 und A_2 sind gleichwertig; $A_1 \approx A_2$ (Reflexivität).

Das Bewertungsproblem läuft darauf hinaus, Güter, Güterbündel oder Güterkombinationen mit verschiedenen Eigenschaften zu vergleichen, um das Güterbündel mit dem größeren Nutzen zu identifizieren. Bei der **ordinalen Nutzentheorie** nach PARETO wird der Nutzen über die Zuordnung von Nutzenindices als Rangnummer zusammengefasst,[70] sodass keine Aussage über den Wert an sich oder zu Nutzwertdifferenzen getroffen wird. Ziel ist es vielmehr, Konsumpräferenzen abzuleiten bzw. zu ordnen.

64 vgl.: Gossen (1854): Entwicklung der Gesetze des menschlichen, S.4
65 vgl.: Gabler Wirtschaftslexikon (2000), unter "Nutzen", S.2268
66 vgl.: ebenda, S.2269
67 vgl. u.a.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S.250; Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S.63; Opitz (1971): Numerische Funktionen in der Präferenzen, S.10; Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S.120
68 vgl.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S.120
69 vgl. u.a.: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S.63 ff.; Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion,S.122 ff.; Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S.250
70 vgl.: Recktenwald, Krelle (1988): Gossens Gesetze, S. 10 f.

Die **kardinale Nutzentheorie** basiert auf GOSSENS Gesetzen, bei denen davon ausgegangen wird, dass der von einem Gut ausgehende Nutzen messbar und interpersonell vergleichbar ist.[71] Daher wird jeder Gütermenge eine quantifizierbare Nutzengröße zugeordnet, sodass die Nutzeneinheiten auf einer Kardinalskala abgebildet werden können.[72] Dadurch lassen sich nicht nur Nutzwertdifferenzen ermitteln, sondern auch Grenznutzen bestimmen. Nutzeneinheiten drücken zunächst relative Werte aus und können bspw. durch Zuordnung monetärer Werte dimensioniert werden.

WAGENER setzt sich intensiv mit **kardinalen Nutzenfunktionen** auseinander. Den Ausgangspunkt seiner Überlegung bilden Individuen, die mit einem gewissen Nutzenempfinden ausgestattet sind. Die Höhe des Nutzens einer Alternative wird anhand von Präferenzen der Individuen bestimmt. Um das Nutzenempfinden mathematisch zu erfassen, wird eine **Präferenzstruktur** angenommen, bei der der Nutzen durch ein mathematisches Äquivalent ausgedrückt werden kann.[73] Jeder Alternative der Menge A wird genau ein Nutzwert $U_i = f(a_i)$ zugeordnet. Folglich ist die **Nutzenfunktion** der Alternativenmenge eine reellwertige steigende Funktion, die auf einer vollständig geordneten Alternativenmenge durch eine Präferenzordnung definiert ist.[74] Gemäß WAGENER übermitteln Nutzenfunktionen sowohl ordinale Informationen der Präferenzstruktur (Rangordnung) als auch kardinale Informationen der Präferenzintensität (Nutzwertdifferenz).

Kritik erfährt der Ansatz der kardinalen Nutzentheorie v.a. aufgrund der Messung und Aggregation interpersoneller Nutzenempfinden. Beobachtbare Präferenzintensitäten von Individuen sind aufgrund unterschiedlicher Nutzenvorstellungen verschieden, sodass es aus Sicht der Ethik nicht gelingt, die **Autonomie der Person** zu rekonstruieren.[75] Durch Aggregation der interindividuellen Nutzwerte kommt es zu einem Durchschnittsnutzen mit der Folge, dass Nutzeneinbußen einzelner von Nutzengewinnen anderer aufgehoben werden. HARSANYI konstruiert ein **Gleichwahrscheinlichkeitsmodell,** das auf die Maximierung des gesellschaftlichen Durchschnittsnutzens abzielt und mit dem demokratischen Prinzip begründet wird.[76]

2.1.3 NACHHALTIGKEIT ALS NUTZWERT

Es scheint an der Zeit, den Wertbegriff im Zusammenhang mit Nachhaltigem Bauen zu überdenken. **Werte stellen Strukturen normativer Erwartungen dar**, die sich im Zuge reflektierter Erfahrungen herausbilden und Orientierungsmaßstäbe für die Bevorzugung von Gegenständen oder Handlungen bilden.[77] Ausgehend von der Wertelehre GOSSENS wird

[71] vgl.: Files (2012): Haushaltstheorie, S. 8; Gabler Wirtschaftslexikon (2000), unter "Transitivität", S.3083
[72] vgl.: Gabler Wirtschaftslexikon (2000), unter "Nutzentheorie", S.2269
[73] vgl.: Wagener (1983): Kardinalität in der Nutzentheorie, S. 75
[74] vgl.: Gabler Wirtschaftslexikon (2000), unter "Nutzenfunktion", S.2268
[75] vgl.: Wagener (1983): Kardinalität in der Nutzentheorie, S. 77
[76] vgl.: Harsanyi (1977): Morality and the Theory of Rational Behavior, S. 624 f.
[77] vgl.: Hadeler (2000): Gabler Wirtschaftslexikon, Begriffdef. Wert, S. 3461

der Wert eines Gutes durch seinen Nutzen bestimmt.[78] Das Nutzenniveau reflektiert dabei, in welchem Maß Bedürfnisse befriedigt werden[79] und hängt *„positiv von der Menge der verbrauchten Güter ab."*[80] Nachfolgend wird diskutiert, ob und wie sich der Nutzen nachhaltigen Handelns quantifizieren und bewerten lässt Dabei lautet die Fragestellung, wie sich der Nutzen nachhaltigen Handelns im Allgemeinen sowie der Nutzen nachhaltiger Gebäude im Besonderen dimensionieren lässt.

2.1.3.1 STARKE UND SCHWACHE NACHHALTIGKEIT

Die Auseinandersetzung mit der Dimensionierung des Nutzens nachhaltigen Handelns erfordert eine Differenzierung in starke und schwache Nachhaltigkeit. Die Unterscheidung basiert auf den Fragestellungen, ob, wie und in welchem Maße sich Natur- und Sachkapitalien gegenseitig substituieren dürfen.[81] Den Ausgangspunkt der Überlegungen bilden die ökologischen Grenzen des ökonomischen Wachstums. Gemäß **Kapitalstockmodell der nachhaltigen Entwicklung** werden drei Kapitalstöcke betrachtet und es gilt:

$$K_{NE} = K_{Natur} + K_{Wirtschaft} + K_{Gesellschaft}$$ [82]

Ein aggregierter Kapitalstock K ist ein aus physischen Einheiten zusammengesetzter Kapitalbestand.[83] Naturkapital (K_{Natur}) besteht aus allen erneuerbaren und nicht erneuerbaren natürlichen Ressourcen sowie den aquatischen, terrestrischen und atmosphärischen Lebensräumen. Wirtschaftlichem Kapital steht der Wert handelbarer Güter gegenüber. Gesellschaftliches Kapital ($K_{Gesellschaft}$) besteht aus menschlichem Kapital (*human ressources),* das einerseits als wertschöpfende und andererseits als konsumierende Kraft gesehen wird, und sozialem Kapital, das die Gesamtheit an Werten und Identifikationsmerkmalen einer Gesellschaft in sich birgt.[84] Um dafür Sorge zu tragen, dass jeder Kapitalstock der nachfolgenden Generation in mindestens gleicher Höhe zur Verfügung steht,[85] erfolgte eine monetäre Bewertung der Kapitalstöcke im Rahmen der allgemeinen Gleichgewichtstheorie.[86] Im Zuge dessen kam es bei der Betrachtung von Naturkapital zu einer Schwerpunktverlagerung von den physischen Eigenheiten hin zu dem Wert, den eine Naturfunktion oder –Leistung generieren kann.

Das Konzept der **schwachen Nachhaltigkeit** folgt der neoklassischen Nutzentheorie, die den Wert der Produktionsfunktionen eines Kapitalstocks fokussiert und auf der Annahme der

78 vgl.: Gossen (1854): Entwicklung der Gesetze des menschlichen
79 vgl.: Files (2012): Haushaltstheorie, S. 2
80 Zitat: Cezanne (1997): Allgemeine Volkswirtschaftslehre, S. 82
81 vgl.: Heinrichs, Michelsen (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S.32
82 vgl.: Serageldin, Steer et al. (1994): Making Development Sustainable, S.30 ff.
83 vgl.: Döring, Ott et al. (2007): Eine Naturkapitaldefinition, S.3
84 vgl.: Serageldin, Steer et al. (1994): Making Development Sustainable, S.31
85 vgl.: ebenda, S.33
86 vgl.: Döring, Ott et al. (2007): Eine Naturkapitaldefinition, S.22

vollständigen Substituierbarkeit von natürlichem und künstlichem Kapital beruht.[87] Das hat zur Folge, dass die physische Form des Kapitalbestands unerheblich ist, wodurch Naturkapital, wie z.B. Wälder oder natürliche Seen, durch künstliche Kapitalien, wie z.B. Parkanlagen oder Schwimmbäder, ersetzt werden können.[88] Die einzige Bedingung der schwachen Nachhaltigkeit besteht darin, dass das Gesamtkapital (K_{NE}) und damit der Gesamtwert der Produktionsfunktionen erhalten bleibt.[89]

Demgegenüber steht das Konzept der **starken Nachhaltigkeit**, bei dem die Kapitalien in komplementärer Beziehung zueinander stehen,[90] somit nur begrenzt austauschbar sind und folglich für sich erhalten werden müssen.[91] EBERT et al. argumentieren, dass starke Nachhaltigkeit ein theoretischer Ansatz sei, bei dem die Verwertung natürlicher und insbesondere fossiler Ressourcen streng genommen nicht möglich wäre.[92] Andere Autoren setzen dem entgegen, dass Substitution prinzipiell möglich ist, wenn die dies unter Beibehaltung der physischen Zusammensetzung und mit möglichst konstanten Elementen (Klima, Landschaft, Biodiversität etc.) erfolgt.[93]

Ausschlaggebend bei der Entscheidung zur schwachen oder starken Nachhaltigkeit ist folglich die Wertschätzung der physischen Eigenschaften sowie der Funktionen von Naturgütern, was folgenden Wertstandpunkte verdeutlichen:

1. **Anthropozentrischer Standpunkt** mit **instrumentellem Wert der Natur**: bei dem Natur als Produktionsfaktor gesehen wird, dessen Einsatz oder Schutzbedürftigkeit maßgeblich vom Eigeninteresse des Menschen abhängen, und
2. **Physiozentrischer Standpunkt** mit **intrinsischem Wert der Natur**: bei dem Natur einen zu erhaltenden Eigenwert sowie ein Schutzrecht besitzt, welches dem menschlichen Bearbeitungsrecht übergeordnet ist.[94]

Es herrscht Einigkeit darüber, dass es sich dabei um zwei Extrempositionen handelt, von denen keine für sich allein haltbar ist.[95] Gemäß dem Nachhaltigkeitsverständnis des **Brundtland Berichts**[96] ist die Nutzung von Ressourcen kein grundsätzliches Übel, solange sie zielgerichtet ist.[97] Die Prinzipien der Technikfolgenabschätzung konkretisieren diese Zielrichtung als Abwägung zwischen vorsorglich abgeschätzten negativen Auswirkungen, wie z.B. uner-

[87] vgl.: Heinrichs, Michelsen (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S.32, Döring, Ott et al. (2007): Eine Naturkapitaldefinition, S.4
[88] vgl.: Heinrichs, Michelsen (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S.32
[89] vgl.: Wallbaum, Kellenberger et al. (2011): Nachhaltig Bauen, S. 50
[90] vgl.: Jörissen, Kopfmüller et al. (1999): Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung, S.63
[91] vgl.: Heinrichs, Michelsen (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S.33
[92] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 22
[93] vgl. u.a.: Döring, Ott et al. (2007): Eine Naturkapitaldefinition; Jörissen, Kopfmüller et al. (1999): Ein integratives Konzept nachhaltiger Entw., S.64; Meyerhoff (1998): Ökonom. Bewertung ökolog. Leistungen, S. 33
[94] Aufzählung vgl.: VDI 3780 (2000): Technikbewertung, Begriffe und Grundlagen, Abschn. 3.6; Heinrichs, Michelsen (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S.33
[95] vgl.: Jörissen, Kopfmüller et al. (1999): Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung, S.64
[96] Zitat: WECD (1987): Report of the World Commission on Environment and Development; Our Common Future, 2. Kapitel, Seite 1, 1. Absatz
[97] vgl.: König, Kohler et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, S. 42

wünschten Folgen für den Menschen und Umwelt, und dem **erstrebten Nutzen**.[98] Dieses Verständnis einer mittleren Position hin zur stärkeren Nachhaltigkeit wird der hier vorliegenden Arbeit zugrunde gelegt. Es entspricht dem Konzept der ***sensible sustainability***, bei der das zu erhaltende gesellschaftliche Produktionspotenzial aus natürlichen und künstlichen Elementen besteht, deren Substitution nur unter Berücksichtigung der Bedeutung ihrer physischen Eigenschaften zulässig ist.[99] Letztlich läuft es auf ein Konzept hinaus, dass die Maxime der intragenerationellen Gerechtigkeit anstrebt und eine Erhaltung anstrebende Entwicklungsperspektive einnimmt.

2.1.3.2 NUTZWERT NACHHALTIGEN HANDELNS

Da die Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung mit deren Beurteilung einhergeht, stellen Bewertungssysteme und Entscheidungsgrundlagen eine Schlüsselfunktion dar. Weder auf politischer noch auf betriebswirtschaftlicher Seite haben sich bislang einheitliche Herangehensweisen zum Operationalisierungsprozess des Nachhaltigkeitsleitbildes durchgesetzt. Demzufolge existiert kein allgemeingültiger Ansatz zur Nachhaltigkeitsbewertung, wohl aber modellhafte Vorstellungen, die als Ausgangsbasis für ein Entscheidungs-/Bewertungsmodell herangezogen werden. Hierbei ist zwischen der Ein-Säulen-Konzeption, der Mehr-Säulen-Konzeption und dem integrativen Modell zu unterscheiden.[100]

Beim **Ein-Säulen-Modell** wird davon ausgegangen, dass alle wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Handlungen Konsequenzen für die Umwelt im ökologischen Sinne haben, deren Bewahrung oberste Priorität hat. Leitbild des Ansatzes ist die Maxime der inter- und intragenerationellen Gerechtigkeit der Agenda 21.[101] Intergenerationelle Chancengleichheit formuliert JONAS wie folgt: *„Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlung verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden"*[102] und knüpft dabei an KANTs ethischen Imperativ an.[103] Im Gegensatz zum Drei-Säulen-Modell gemäß Brundtland Report[104], bei dem Ökologie, Ökonomie und Soziokultur gleichberechtigt sind, ordnet das **Ein-Säulen-Modell** die drei Dimensionen hierarchisch an. Wirtschaft und Gesellschaft werden dabei als Verursacher ökologischer Auswirkungen angesehen. Kritik erfuhr das Ein-Säulen-Modell v.a. aufgrund der allgemeinen Auffassung, dass durch die wirtschaftliche und gesellschaftliche Verantwortung eine Ausrichtung allen Handelns allein an der Ökologie nicht zielführend sei.[105] Daraufhin hat sich das Drei-Säulen-Modell durchgesetzt und wurde von der Enquetè Kommission konkretisiert. Hierzu gehören die fünf Managementregeln der Nachhaltigkeit für

[98] vgl.: VDI 3780 (2000): Technikbewertung, Begriffe und Grundlagen, Abschn. 3
[99] vgl.: Jörissen, Kopfmüller et al. (1999): Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung, S.64
[100] vgl.: Langer (2013): Operationalisierung der Nachhaltigkeitsidee
[101] vgl.: BMUB (Hrsg.) (1993): AGENDA 21, S.61
[102] Zitat: Jonas (1979): Das Prinzip der Verantwortung, S. 36
[103] vgl.: Wallbaum, Kellenberger et al. (2011): Nachhaltig Bauen, S. 96
[104] WECD (1987): Report of the World Commission on Environment and Development
[105] vgl.: Heinrichs, Michelsen (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S.31

den Umgang mit der Natur, die *„den Weg in eine stärke Nachhaltigkeit markieren […]* " sollen.[106] Darüber hinaus entwickelte STOLTENBERG ein **Vier-Säulen-Modell**, bei dem die drei Säulen um die kulturelle Säule ergänzt werden, die sich v. a. auf ethische Werte bezieht.[107] Kritik erfuhren derartige Modelle, da sie bei den entscheidenden Fragen der praktischen Umsetzung die nötige Präzision vermissen lassen und nur vage Lösungsvorschläge anbieten.[108]

Eine Weiterentwicklung stellt der **integrative Ansatz** dar, dessen prominentestes Beispiel die nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung ist. Er basiert auf einer wirtschaftlich erfolgreichen sowie ökologisch- und sozialverträglichen Gestaltung technischer Entwicklungen und damit verbundenem Wandel durch zielgerichtete Integration jener Gestaltungsziele in die Politikfelder.[109] Zwar benennt der Ansatz ebenso die drei Säulen, trennt diese jedoch nicht, sondern begreift deren Realisierung als **Verknüpfung zu einem ganzheitlichen Zukunftsmodell**. Dabei wird berücksichtigt, dass zahllose Wechselwirkungen zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielen existieren. Messung, Steuerung und Erfolgskontrolle basieren dabei auf Effektivitäts- und Effizienzindikatoren.[110]

Ähnlich integrativ und im Sinne eines ganzheitlichen Nutzens funktioniert der Ansatz der **Technikfolgenabschätzung**, demzufolge technische Entwicklungen im Sinne eines übergeordneten Wertesystems systematisch zu bewerten sind. Ziel ist es dabei durch Technik geschaffene Probleme, d.h. nicht intendierte Folgen, im Vorfeld zu mildern oder zu beseitigen.[111] Das zugrunde liegende Wertesystem wird durch die Handlungsmaxime reflektiert, die bestmöglichen *„unmittelbaren und mittelbaren technischen, wirtschaftlichen, gesundheitlichen, ökologischen, humanen, sozialen und anderen Folgen der Technik und möglicher Alternativen"*[112] zu wählen. Dieses handlungsleitende und **folgenorientierte Prinzip** ist eng verknüpft mit dem Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit gemäß Enquete-Kommission.[113]

Da die nachhaltige Entwicklung als zentrales Leitmotiv bei der Befassung mit großen Zukunftsfragen der Menschheit gilt, ist ihr Leitbild zum inhärenten Merkmal der Technikfolgenabschätzung geworden. Durch die großen Potenziale, die Gebäude im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung bieten,[114] bestimmen sie einen wesentlichen Teil der Zukunftsentwürfe mit.[115] Ähnlich wie bei der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie wird technologische Entwicklung als ambivalenter Faktor einer nachhaltigen Entwicklung angesehen, dessen Wert am **Nutzeneffekt für die menschliche Gesellschaft** auszurichten ist.

[106] Zitat: Abschlussbericht der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" (1998), S. 224
[107] vgl.: Heinrichs, Michelsen (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S.31
[108] vgl. u.a.: Müller (2004): Investitionsentscheidungen vor dem Hintergrund einer Nachhaltigen Entwicklung, S. 97, Jischa (1997): Das Leitbild der Nachhaltigkeit und das Konzept der Technikbewertung, S. 1697
[109] vgl.: Bundesregierung (2012): Fortschrittsbericht 2012 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, S. 118
[110] vgl.: Statistisches Bundesamt (2012): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland
[111] vgl.: Jischa (1997): Das Leitbild der Nachhaltigkeit und das Konzept der Technikbewertung, S. 1702
[112] Zitat: VDI 3780 (2000): Technikbewertung, Begriffe und Grundlagen, Abschn. Vorbemerkung, S.3
[113] Abschlussbericht der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" (1998)
[114] Betrifft insbesondere Gebäudebestand. vgl.: Presseamt der Bundesregierung (2002): Perspektiven, S.2; 154
[115] vgl.: Acatech (Hrsg.) (2012): Technikzukünfte, S. 32

2.1.3.3 NUTZWERT NACHHALTIGER GEBÄUDE

Beim DGNB/BNB Bewertungssystem wird der *„Nutzen im Sinne der Nachhaltigkeit eines Bauwerks“* definiert als *„die Eignung und das Ausmaß der ermittelten Werte von Aspekten, Kriteriengruppen und Kriterien des Bauwerks für eine Förderung der Nachhaltigkeit desselben.“*[116] Dabei wird das **integrative Nachhaltigkeitskonzept** aufgegriffen. Die **Wechselwirkungen** stellen ein inhärentes Merkmal des DGNB/BNB Bewertungssystems dar und wurden bereits in zahlreichen Sensitivitätsanalysen identifiziert und charakterisiert.[117] Daher ist davon auszugehen, dass einige Kriterien bzw. darin beschriebene Gebäudeeigenschaften Zielwirkungen in Bezug auf mehrere Schutzziele hervorrufen. Zudem beruhen übergeordnete Nutzenvorstellungen auf den Nutzeneffekten auf gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Ebene.

Grundsätzlich kann die Nutzentheorie auf einen nicht-ökonomischen Bewertungskontext übertragen werden, indem das Prinzip der **Nutzenmaximierung** als übergeordnetes Handlungsziel abstrahiert wird. Voraussetzung ist jedoch, dass sich der Nutzen verschiedenartiger Güter **auf eine Dimension reduzieren** lässt.[118] Dem Anwender des DGNB/BNB Bewertungssystems wird unterstellt, dass er den Nutzen der Immobilie hinsichtlich der in den Schutzzielen verankerten Nachhaltigkeitsgesichtspunkte maximieren möchte. Dieser Nutzen besteht derzeit in der **Ausrichtung** an ökologischen, ökonomischen sowie soziokulturellen Schutzzielen und wird als dimensionsloser Gesamtnutzwert zusammengefasst. Im Gegensatz dazu wird bei der wirkungsbasierten Wertsynthese der quantitativ messbare Nutzen eines nachhaltigen Bürogebäudes fokussiert, der durch Erfüllung der Schutzziele entsteht. Diese Bestrebung entspricht der kardinalen Nutzentheorie, bei der zunächst die Dimensionierung des Nutzens erfolgt, um anschließend reale Nutzendifferenzen abzubilden.

Daher stellt die Überführung des Zielsystems in messbare Zielwerte das erste Forschungsziel und gleichzeitig den Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchung dar. Die Dimensionierung erfolgt isoliert für jede Nachhaltigkeitssäule unter Berücksichtigung der dabei zugrunde liegenden Systemgrenzen und Wirkmechanismen. Gelingt die Verknüpfung der Kriterienauswirkungen mit dem Zielsystem, kann der **Nutzengrad an den quantitativen Erfüllungsgrad der Schutzziele** gekoppelt werden. Dadurch gewinnt die qualitative Bewertungsaussage des Gesamterfüllungsgrads an Aussagekraft in Bezug auf die Nachhaltigkeit des Gebäudes und im weiteren Sinne den Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung. Damit kann das hier beschriebene Lösungskonzept der wirkungsbasierten Wertsynthese nach dem Determinanzkonzept vollständig mit den Grundsätzen Nutzwerttheorie begründet werden.

[116] Zitat: BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden, S.135
[117] u.a.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 105; Schneider (2010): Steuerung der Nachhaltigkeit im Planungsprozess, S.123
[118] vgl.: Files (2012): Haushaltstheorie, S. 2

2.1.3.4 DYNAMISCHES WERTESYSTEM

Eine besondere Herausforderung für die Nachhaltigkeitsbewertung vs. Zielertragsmessung stellt die derzeit stattfindende Veränderung des Wertesystems aufgrund der gesellschaftlichen Entwicklungen dar. Im Zusammenhang mit **Wertewandel** wird auch von kulturellem Wandel gesprochen, da die prägenden Lebensformen unserer Gesellschaft betroffen sind. Im Zusammenhang mit Nachhaltigem Bauen wird dabei insbesondere

- der **gesellschaftliche Wandel** im Zuge demografischer Entwicklungen und Wanderungsprozessen,
- der **ökologische Wandel** durch Veränderungen von Umweltparametern,
- der damit in Zusammenhang stehende **politische Wandel** in Bezug auf Umwelt- und Klimaschutzziele sowie
- der **wirtschaftliche Wandel** hervorgerufen durch Veränderung der Bewertungsmethoden und Technologien adressiert.[119]

In Bezug auf Werte findet dadurch eine Schwerpunktverlagerung von Pflicht- und Akzeptanzwerten hin zu freier Selbstentfaltung und nachhaltigkeitsbezogenen Wertvorstellungen statt.[120] Dies spiegelt sich einerseits in einem hohen Individualisierungsgrad bei der Ausgestaltung aller Formen des Zusammenlebens und andererseits in einem zunehmenden Verantwortungsbewusstsein ggü. Umwelt und Gesellschaft.[121] Klimawandel und eine Sensibilisierung für die Endlichkeit von Ressourcen führt derzeit in allen modernen Gesellschaften zu einem tiefgreifenden sozio-ökonomischen Wandel.[122]

Folgen spiegeln sich bspw. im veränderten Konsumverhalten des Einzelnen in Richtung *Lifestyle of Health and Sustainability* (LOHAS)[123] sowie im verstärkten Engagement der Unternehmen hinsichtlich Gesellschaft und Umwelt im Rahmen und Festschreibung in einer selbstverpflichtenden *Corporate Social Responsibility* (CSR).[124] Auch die zunehmende Nachhaltigkeitsberichterstattung der Unternehmen zählt hierzu. Nicht selten werden darin auch die energie- und ressourcenschonenden Eigenschaften der Unternehmensgebäude sowie die hohe Qualität der Arbeitsplätze beschrieben. Bürogebäude eignen sich bspw. durch die Schaffung hervorragender Arbeitsplatzbedingungen für eine positive Außendarstellung, da ein *Green* bzw. *Sustainable Office* als Zeichen unternehmerischen Engagements hinsichtlich Mitarbeiterzufriedenheit und Umweltschutz gedeutet wird.

Klimawandel, knapper werdende Ressourcen und Energiepreissteigerung setzen die Immobilienwirtschaft seit Jahren unter Innovationsdruck, da 40 % des Endenergieverbrauchs und

[119] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 8 f.
[120] vgl.: Schäfer, Lützkendorf et al. (2010): ImmoWert, S. 44-46
[121] vgl.: Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten Risikomgmt., S. 26-28
[122] vgl.: Sedelbauer, K.: Globale Trends u. Chancen; erschienen in Stiftung Bauwesen (Hrsg.): Brennpunkt, S.23
[123] *Lifestyle of Health and Sustainability*, dt.: Lebensweise, die gesunde und nachhaltige Produkte bevorzugt
[124] *Corporate Social Responsibility*, dt.: unternehmensinterne Strategie hinsichtlich gesellschaftlicher und ökologischer Zielsetzungen

etwa ein Drittel der CO2-Emission Gebäuden zuzuschreiben ist.[125] In Folge dessen wurden Technologien zur Nutzung regenerativer Energien, umweltfreundlichere und gesunde Baumaterialein hin zu Gebäudekonzepten, wie Niedrigst-, Passiv- oder gar Plusenergiehäuser, entwickelt. Es muss sich allerdings erst noch herausstellen, welche Konzepte und Technologien tatsächlich die sinnvollste Lösung im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung darstellen. Darüber hinaus wurden durch transdisziplinäre Forschungsprojekte diverse Methoden zur Umsetzung einer **umweltfreundlicheren und energieeffizienteren Bauweise** hervorgebracht.[126] Inzwischen ist der „ […] *Begriff Nachhaltigkeit […] zunehmend zu einem Imperativ des modernen Bauens*“ geworden.[127] Das DGNB Zertifikat gewinnt auf dem deutschen Immobilienmarkt zunehmend an Attraktivität, da es die Gesundheit und Behaglichkeit der Nutzer stärker miteinbezieht und in einem ganzheitlichen Ansatz integriert.[128]

Zusammenfassend führen die derzeit zu beobachtenden kulturellen Veränderungen dazu, dass der Nachhaltigkeitsbegriff zum festen Bestandteil der öffentlichen Diskussion wird. Die resultierenden Auswirkungen auf Lebens- und Arbeitsverhältnisse lassen sich jedoch nicht in allen Facetten greifen geschweige denn quantifizieren. Insgesamt ist jedoch von einer Steigerung der Lebensqualität, die zunehmend auch durch ökologische Verantwortung geprägt ist, und einer stärkeren Fokussierung auf nachhaltige Gebäudekonzepte auszugehen. Da Wertewandel zu *„[…] Verschiebungen in der Präferenzordnung des Wertsystems in Form einer Neuinterpretation der Werte“*[129] führt, ist das Ziel- und Wertesystem einer **dynamischen Überprüfung** zu unterziehen.

2.1.3.5 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die **drei Säulen der Nachhaltigkeit in einem integrativen Ansatz** die sinnvollste Ausgangsbasis für ein Bewertungsmodell darstellen. Der Nutzen nachhaltigen Handelns entsteht auf einer höheren gesellschaftlichen Ebene, die sich nicht dimensionieren lässt. Folglich kann eine Bewertung nicht auf Nutzenvorstellung eines Individuums beruhen, sondern auf den Nutzeneffekten für die menschliche Gesellschaft. Entscheidend hierfür ist die Definition von multidimensionalen Nutzwerten, die sich aus den Zielen der drei Nachhaltigkeitssäulen ableiten lassen. Zugehörige Schlüsselindikatoren ermöglichen eine Nutzenmessung. Auf Basis kompositioneller Verfahren können diese nutzenorientierte Bewertungsmaßstäbe in ein multidimensionales Bewertungssystem integriert werden, um den Vergleich von Alternativen zu ermöglichen.

[125] vgl.: BMVBS (2013): Bericht über die Wohnungs und Immobilienwirtschaft, S. 50
[126] vgl.: Preisig/Pfäffli: Nachhaltigkeit im Hochbau, 2004
[127] vgl.: Sedelbauer, K.: Globale Trends und Chancen; erschienen in Stiftung Bauwesen (Hrsg.) 2009: Brennpunkt CO2-Reduktion, S.29
[128] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 48
[129] Zitat: Acatech (Hrsg.) (2012): Technikzukünfte, S. 31

Um den Nutzen nachhaltiger Gebäude zu dimensionieren, sind folglich weitere Anstrengungen erforderlich. Ließe sich der Beitrag sämtlicher Kriterien für eine übergeordnete Zielsetzung durch eine **Zielertragsmessung** quantifizieren, so könnte das Verhältnis des kriterienspezifischen Einzelnutzens zum Gesamtnutzen im Sinne der Zielerfüllung ermittelt werden. Diese Relationen reflektieren Maßstabsfaktoren, die zur Quantifizierung von **Zielgewichtungsfaktoren** herangezogen werden können.[130] Bevor eine Zielertragsmessung erfolgen kann, sind Zielwerte bzw. Zielwertindikatoren zu definieren, die die übergeordnete Zielerfüllung wiederspiegeln. Gemäß der Verankerung des Drei-Säulen-Modelles in einem integrativen Ansatz, sind dabei die drei Nachhaltigkeitssäulen ausschlaggebend. Dies ermöglicht die Dimensionierung des Nutzens nachhaltiger Gebäude auf Ebene der drei Säulen und deren Überführung in Zielwerte. Anders als bei WAGENER und GOSSEN ist hierfür eine kardinale Zielertragsmessung erforderlich, die sich nicht ausschließlich auf Präferenzen bezieht, sondern Wirkungsanalysen als wesentlichen Informationsbeschaffungsprozess ansieht. Die Komplexität dieses Unterfangens soll mit den nachfolgenden Abschnitten verdeutlicht werden.

2.2 MULTIKRITERIELLE BEWERTUNG MIT DER NUTZWERTANALYSE

Es existiert eine Vielzahl multikriterieller Methoden. Die Nutzwertanalyse hat sich bei der Entwicklung des DGNB/BNB Systems v.a. aufgrund der breiten Akzeptanz der Methode durchgesetzt.[131] In diesem Abschnitt wird die Nutzwertanalyse als Bewertungsinstrument erläutert. Dabei wird zunächst die bewertungstheoretische Ausgangssituation geschildert und anschließend der inhaltliche und methodische Lösungsansatz vorgestellt.

2.2.1 AUFBAU UND ZIELSETZUNG

Nutzwertanalysen (NWA) gehören zu den kompositionellen Bewertungsverfahren der multikriteriellen Entscheidungstheorie (*Multi Attribute Decision Making, MADM*) und wurden in den USA entwickelt. Das Prinzip einer NWA basiert auf der multiattributiven Nutzentheorie (*Multi Attribute Utility Theorie*, *MAUT*), die auf Entscheidungsfindung bei **Mehrfachzielsetzung** abzielt.[132] Das der MAUT zugrunde liegende Verständnis beinhaltet, dass einzelne Beiträge zu einem Gesamtziel führen, sodass dieses wiederum in Einzelziele zerlegt werden kann.[133] Dabei werden die Einzelziele isoliert bewertet und deren Ergebnisse anschließend zu einer globalen Kenngröße, dem Gesamtnutzwert, aggregiert.

Im deutschsprachigen Raum beruht die Methodologie einer NWA v.a. auf den Arbeiten von ZANGEMEISTER und der Weiterentwicklung nach BECHMANN. Eine NWA wird definiert als

[130] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 55
[131] vgl.: BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden, S. 135 u. 141
[132] vgl.: Klaus, Nitze (2003): Nutzwertanalyse, S. 22
[133] vgl.: Fürst, Scholles (2001): Grundfragen der Bewertung

„Analyse einer Menge komplexer Handlungsalternativen mit dem Zweck, die Elemente dieser Menge entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems zu ordnen. Die Abbildung der Ordnung erfolgt durch die Angabe der Nutzwerte (Gesamtwerte) der Alternativen."[134] Im Gegensatz zum Outranking Verfahren[135] unterstellt man dem **Entscheidungsträger** bei der NWA genaue Vorstellungen über Nutzen einzelner Kriterienausprägungen und daraus resultierenden Gewichtungen.[136]

Als **präskriptive Entscheidungsmethode** liegt der NWA die Annahme zugrunde, dass das Rationalverhalten des Entscheiders dem Postulat der Nutzenmaximierung folgt.[137] Ziel dabei ist, mehrere Planungsalternativen auf Basis ihres Gesamtnutzens miteinander zu vergleichen bzw. eine **Rangfolge** zu bilden.[138] Die Besonderheit liegt darin, dass sich die Teilnutzwerte aus **quantitativen** als auch aus **qualitativen** Parametern zusammensetzen können. Im Gegensatz dazu werden bspw. bei einer Kosten-Nutzen-Analyse, die ebenfalls ein multikriterielles Verfahren darstellt, ausschließlich quantitative Aspekte bewertet.

Die Grundstruktur einer NWA ist in Abb. 2-2 dargestellt und lässt sich wie folgt weiter detaillieren (Die Ordnungsnummern sind analog zur Abbildung zu verstehen.):[139]

1. Gemäß der Bewertungsaufgabe wird ein **Gesamtziel** (Gesamtnutzen) formuliert und in **Einzelziele** (Teilnutzen) zergliedert, wobei jedes Einzelziel entsprechend seines relativen Beitrags zum Gesamtziel mit einer Gewichtung versehen wird.
2. Es werden **Bewertungskriterien** aufgestellt die Einzel- oder Subziele repräsentieren. In Abhängigkeit der Realisation eines Kriteriums werden normierte Bewertungspunkte vergeben. Dabei werden in der Regel Normalskalen vom Typ 0(1)10, 0(10)100 oder 10(10)100 gewählt.
3. Jedem Kriterium wird eine **Gewichtung** zugeordnet, die dessen relative Bedeutung für die übergeordnete Zielsetzung oder für das Gesamtziel ausdrückt.
4. Auf Basis eines **additiven Aggregationsmodells** werden die gewichteten Bewertungsergebnisse zu einem Gesamtnutzwert zusammengefasst. Dabei handelt es sich um einen dimensionslosen Zielerfüllungsgrad, der zwischen 0 und 1 oder zwischen 0 und 100 % liegt und zur Festlegung einer Rangordnung der Planungsalternativen dient.

[134] Zitat: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 45
[135] Bei Outranking- oder auch ‚Prävalenzverfahren' werden den Kriterien Schwellenwerte zugewiesen, die den Grad der Bereitschaft oder des Widerstandes des Entscheidungsträgers zur Kompensation widerspiegeln. vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 116
[136] vgl.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 119
[137] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 3
[138] vgl.: Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S. 48
[139] In Anlehnung an Ruhland (2004): Entscheidungsunterstützung zur Auswahl von Verfahren, S. 13

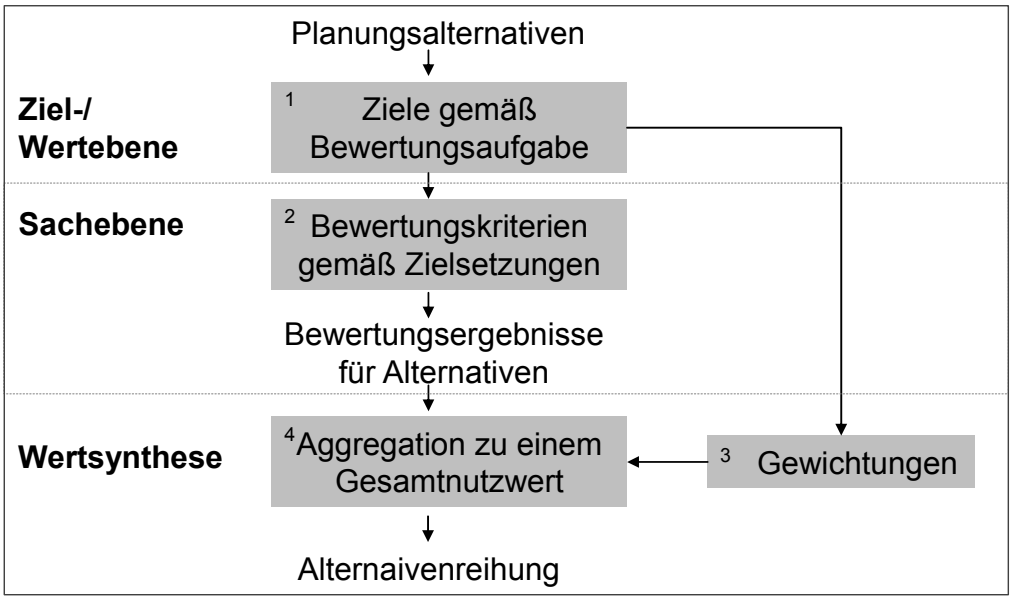


Abb. 2-2: Struktur einer Nutzwertanalyse [140]

Der NWA liegt die Annahme zugrunde, dass keine Alternative alle Ziele vollständig erfüllt. Daher stellt der Gesamtnutzen ein **Kompromiss** dar, dessen Ziele in einer kompensatorischen Beziehung zueinander stehen. Daher gehören NWA grundsätzlich zu den **kompensatorischen Bewertungssystemen**, deren Teilnutzen sich gegenseitig substituieren dürfen,[141] wie es bspw. bei Kosten-/Nutzenbeziehungen zwangsläufig erfolgt. Die Gewichtungsfaktoren repräsentieren die **Grenzrate der gegenseitigen Substitution**.[142] Da Bewertungskriterien, die einem Einzelziel angehören werden zu einem Teilnutzwert zusammengefasst und ebenfalls gewichtet. In Abhängigkeit der Zielhierarchie werden so mehrere Aggregationsstufen gebildet. Folglich nimmt die Nachvollziehbarkeit des Gesamtergebnisses mit steigender Anzahl der Aggregationsstufen sowie Kriterien ab.[143]

Generell wird mit einer NWA nicht die Effizienz einer Alternative bewertet, sondern deren **Effektivität**[144] in Bezug auf die Zielerreichung. Durch den starken Einfluss der Präferenzen des Entscheidungsträgers, ist das Bewertungsergebnis stark auf die Nutzenvorstellungen der bewertenden Person ausgerichtet.

Da sich durch vielfältige praktische Anwendungen der Methode verschiedene Varianten herausgebildet haben, vertreten einige Autoren die Ansicht, die NWA sei kein eindeutig definiertes Verfahren, sondern eine Sammlung heuristischer Ansätze zur numerischen Alternativenbewertung.[145] Andere Autoren stützen sich wiederum auf die oben beschriebene Verfah-

[140] Quelle der Abb.: Eigene Darstellung in Anlehnung an Bechmann (1978): Nutzwertanalyse, S. 27 und Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren S.48

[141] vgl.: Backhaus (2011): Multivariate Analysemethoden, S. 457

[142] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 55

[143] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S.62

[144] vgl.: Smolinski (2003): Integriertes Bewertungsverfahren – multikriterielle Bewertung, S.14 f. Im Gegensatz zur Effektivität wird mit der Effizienz die Fähigkeit einer Maßnahme beurteilt, ein vorgegebenes Ziel unter bestimmten Bedingungen zu erreichen.

[145] vgl. u.a.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 62 f.; Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 46f; Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in d. Immobilienwirtschaft, S. 82

rensweise als Grundgerüst,[146] wobei die Ausgestaltung vom zu bewertenden Sachverhalt bestimmt wird. Charakteristisch für präskriptive Entscheidungsmodelle ist, dass die Bewertungsmethoden sowohl auf analytischen, normativen Ansätzen als auch auf deskriptiven Grundlagen, d.h. Erkenntnissen empirischer Studien, basieren können.[147]

2.2.2 ZIELSYSTEM UND AGGREGATION

Ausgangspunkt einer NWA ist ein Entscheidungsproblem, bei dem eine endliche Anzahl von Alternativen auf Basis einer endlichen Anzahl an Umweltzuständen bewertet werden soll. Die **Entscheidungsmatrix** in Tab. 2-1 verdeutlicht das Entscheidungsproblem, bei dem durch die reine Gegenüberstellung von Bewertungskriterien noch kein aussagekräftiger bzw. zielgerichteter Vergleich stattfinden kann.

	Umweltzustände in Form von Zielgrößen/Kriterien (k)			
Alternativen (a)	k_1	k_2	k_3	k_4
a_1	100	90	15	30
a_2	15	10	20	15
a_3	10	0	15	15
a_4	90	75	20	25

Tab. 2-1: Entscheidungsmatrix als Ausgangssituation einer NWA [148]

Um das Entscheidungsproblem zu lösen, bedient sich die NWA der Systematik hierarchischer Zielstufen (spätere Aggregationsebenen), die sämtliche Einzelziele beinhalten und an deren Spitze das Gesamtziel Z_o steht (vgl. Abb. 2-3). Die Anzahl der Zielstufen ergibt sich aus der Bewertungsaufgabe und der Komplexität des Gesamtziels. Durch **Gewichtungsfaktoren** wird jedem Einzelziel ein Wert zugeordnet, der den relativen Beitrag zum Gesamtziel ausdrückt, wobei auf jeder Zielstufe die Normierungsbedingung $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$ gilt. In den ersten Versionen der NWA wurde vorgesehen, dass Gewichtungen direkt vom Entscheidungsträger zugeordnet werden. Dies suggeriert ein Verfahren, bei dem Zielgewichte ohne Definition der Einheit und damit ohne Basis festgelegt werden können.[149] Dadurch bleibt unklar, worauf sich die Gewichtungen beziehen. In der Zwischenzeit wurde eine Vielzahl an Methoden entwickelt, von denen einige in Abschnitt 2.3.4 ausführlich betrachtet werden.

Das **Zielsystem** strukturiert die Entscheidungslogik auf Basis des zugrunde liegenden Entscheidungs- bzw. Bewertungsmodells und erfasst sämtliche **Zielbeziehungen**. Gemäß ZANGEMEISTER wird dadurch **substanzielle Rationalität** für die praktische Entschei-

[146] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 133
[147] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 27
[148] Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S. 50; Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 128
[149] vgl.: Eekhoff (1981): Grundlagen der Entwicklungsplanung, S. 53

dungsfindung ermöglicht.[150] Im Gegensatz zur formalen Rationalität (vgl. Abschnitt 2.1.1) verlangt die substanzielle Rationalität zusätzlich ein rationales Zielsystem. In der weiterführenden Literatur herrscht jedoch Einigkeit darüber, dass substanzielle Rationalität nicht existiert.[151] Einerseits stellen Ziele stets subjektive Werthaltungen dar und können daher nicht rational sein. Andererseits können keine Anforderungen an den substanziellen Inhalt der Ziele gestellt werden, sondern nur die Form des Zielsystems betreffen.[152]

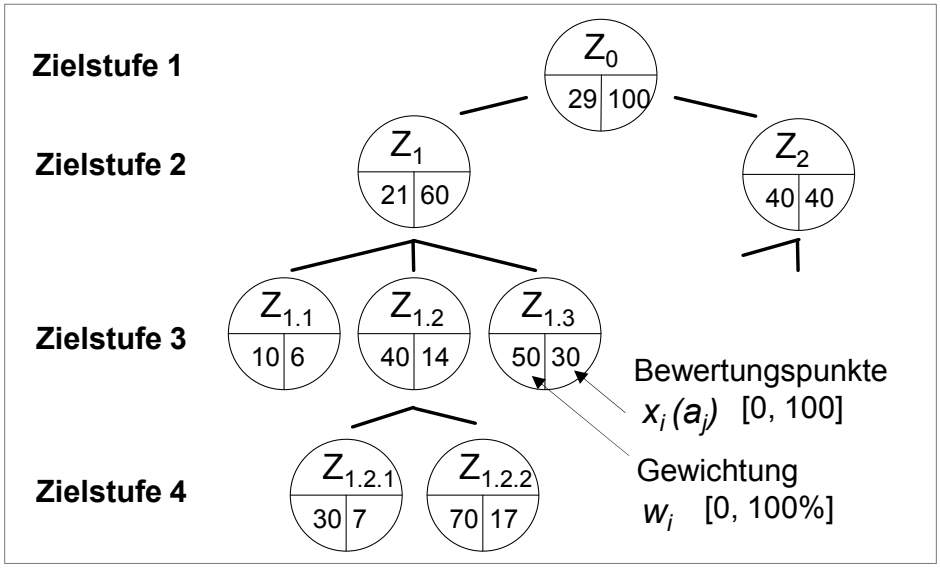


Abb. 2-3: Modellhaftes Zielsystem einer Nutzwertanalyse

Die NWA basiert auf einem Modell der **hierarchisch additiven Wertaggregation.**[153] Dabei werden die erreichten Bewertungspunkte eines Kriteriums sukzessive mit den Gewichtungen aller Hierarchiestufen hinweg multipliziert. Anschließend werden die gewichteten Einzelwertungen aufsummiert. Demnach ergibt sich für das Beispiel in Abb. 2-3 für das Zielgewicht $Z_{1.2.2} = 70\% \cdot 40\% \cdot 60\% = 16{,}8\,\%$ d.h. der (maximale) relative Beitrag von $Z_{1.2.2}$ zum Gesamtziel Z_0 beträgt 16,8 %. Damit wird auch der maximal mögliche Beitrag eines Kriteriums festgeschrieben. Entsprechend der Systematik des Zielsystems werden die gewichteten Bewertungspunkte in Abhängigkeit der Kriterienrealisation in eine **Zielwertmatrix** eingetragen (vgl. Abschnitt 2.4.2.5). Diese bildet den Kern der Analyse und fasst die Ergebnisse für alle Zielherarchien zusammen.

Der **Gesamtnutzwert** $\Phi(a_j)$ spiegelt die Gesamtzielerfüllung einer Alternative a_j wider und setzt sich aus der Summe aller Teilnutzwerte zusammen. Ein Teilnutzwert wird durch seine partielle Nutzenfunktion $\widehat{\Phi}_i\,(a_j)$ bestimmt, die sich aus der normierten Kriterienbewertung $x_i(a_j)$ und dem Gewichtungsfaktor w_i zusammensetzt. Es gilt:

[150] vgl.: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S.93
[151] vgl. u.a.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 5ff.; Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 120; Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 3f.; Eekhoff (1981): Grundlagen der Entwicklungsplanung, S.38ff
[152] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 3f.
[153] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S.98

$$\boldsymbol{\Phi}\,(a_j) = \sum_{i=1}^{n} \hat{\boldsymbol{\Phi}}_i\,(a_j) \qquad (2.1)^{154}$$

$$\hat{\boldsymbol{\Phi}}_i\,(a_j) = w_i \frac{\boldsymbol{x}_i\,(a_j)}{100BWP} \qquad (2.2)^{155}$$

$\boldsymbol{\Phi}(a_j)$ Gesamtnutzwert [0; 100 %] mit der Ausprägung der Alternative a_j mit:
A = $\{a_1, \dots, a_j, \dots, a_m\}$:Menge der Alternativen a_j

$\hat{\boldsymbol{\Phi}}_i\,(a_j)$ Teilnutzwert für ein Kriterium k_i mit der Ausprägung der Alternative a_j mit:
K = $\{k_1, \dots, k_i, \dots, k_n\}$: Menge der Kriterien k_i

$\boldsymbol{x}_i\,(a_j)$ Bewertung eines Kriteriums k_i mit der Ausprägung der Alternative a_j [0; 100 BWP]

w_i Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i

Es gilt zusätzlich $w_i > 0$ und die Normierungsbedingung:

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1 \qquad (2.3)$$

Das Ergebnis der NWA liefert *„eine eindimensionale Präferenzordnung der Alternativen bzgl. der […] entscheidungsrelevanten Kriterien des Zielprogramms, dargestellt durch die […] Zielwertmatrix sowie die Präferenzordnung der Kriterien in Form der Gewichte […].“*[156] Folglich lassen sich die Alternativen auf einer **ordinalen Skala** abbilden und **Rangplätze** vergeben, wobei die Bewertungsaussage als relative Stellung der Alternative in der Präferenzordnung des Entscheiders zu interpretieren ist. Zudem besteht gemäß ZANGEMEISTER ein **Wertsyntheseproblem** darin, dass das eindimensionale Bewertungsergebnis aus einem mehrdimensionalen Entscheidungsproblem hervorgeht und daher nicht den tatsächlichen Nutzwert einer Alternative abbildet.[157]

Eine weitere Möglichkeit der Ergebnisinterpretation besteht in der Durchführung eines *Ratings*, bei dem Noten vergeben werden, um *„sämtliche Merkmalsausprägungen an einem von diesen Ausprägungen unabhängigen Maßstab zu messen.“*[158] Das Rating entspricht einer Präferenzmessung gemäß **Rangordnungssummenregel**, bei der in den einzelnen Zielstufen auf einer Intervallskala Rangplätze festgelegt werden, deren Rangsummen den

[154] In Anlehnung an Ruhland (2004): Entscheidungsunterstützung zur Auswahl von Verfahren, S. 18; Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 62
[155] in Anlehnung an Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S.131
[156] Zitat: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 252
[157] vgl.: ebenda, S. 252
[158] Zitat: Klaus, Nitze (2003): Nutzwertanalyse, S. 16

Nutzwert ergeben.[159] Dabei wird in Kauf genommen, dass die Nutzendistanzen zwischen benachbarten Rängen durch Intervallfixierung nicht berücksichtigt werden können.[160] Die Ergebnisse des Ratings können zudem in eine **ordinale Präferenzordnung**, wie z.B. Gold, Silber, Bronze, eingestuft werden. Dabei gibt jedes kategoriale Urteil Auskunft darüber, ob ein zugrunde liegendes Anspruchsniveau erreicht wurde.[161] In Abhängigkeit einer Menge zu betrachtender Alternativen können bspw. Status-quo Bedingungen zugrunde gelegt und ein zusätzlicher Nullpunkt festgesetzt werden.

2.2.3 WERT- UND ZIELBEZIEHUNGEN

Gemäß ZANGEMEISTER sollte unter den Kriterien einer NWA grundsätzlich **Nutzenunabhängigkeit** herrschen, d.h. die Erfüllung eines Ziels durch die Auswirkung eines Kriteriums soll unabhängig vom Erreichen eines anderen Ziels sein, respektive alle Auswirkungen sollen ohne Überschneidungen und gleichzeitig möglich sein.[162] Andernfalls kommt es zu Verzerrungen hinsichtlich der Wirkungen auf die Zielerfüllung und das Ergebnis stellt nicht mehr zwangsläufig ein Gesamtoptimum dar. Für BECHMANN stellt die Forderung nach Nutzenunabhängigkeit eine übermäßige Beschränkung der formalen Struktur der NWA dar, die die mögliche Vielfalt der Wertebeziehungen zwischen Kriterien auf Wertsubstitution reduziert.[163] Die Zulässigkeit der Wertebeziehung untereinander ist von der Bewertungsaufgabe abhängig und entsprechend festzulegen. Daher schlägt BECHMANN den Verzicht auf diese Prämisse unter Berücksichtigung der folgenden **Wertebeziehungen** vor:

- Wertkonkurrenz bzw. Wertsubstitution,
- Wertindifferenz und
- Wertkomplementarität.[164]

Wert- oder Zielkonkurrenz ist die eigentliche Ursache von Entscheidungskonflikten bei der Bewertung komplexer Handlungsalternativen, da sich hierbei zwei Ziele entgegenstehen und ein Kompromiss ausgehandelt werden muss.[165] Zwischen zwei Zielen (Z_1, Z_2) besteht eine Konkurrenzbeziehung, wenn ein Ertragszuwachs bezüglich Z_1 automatisch mit einer Ertragsabnahme von Z_2 verbunden ist. Eine derartige Beziehung existiert bspw. zwischen den Zielen Investitionskosten und Qualitätsstandard und resultiert in Kompensation bzw. Substitution. Entscheidend dabei sind die Relationen, die über **Substitutionsraten** ausgedrückt werden, jedoch häufig nicht eindeutig verifizierbar sind.[166] Eine **Komplementärbeziehung** besteht, wenn ein Ertragszuwachs bezüglich Z_1 mit einem Ertragszuwachs von Z_2 einhergeht

[159] vgl.: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 270
[160] vgl.: ebenda
[161] vgl.: ebenda, S. 256
[162] vgl.: Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S. 49; Meins, Lützkendorf et al., CCRS (Hrsg.), (2009): Economic Sustainability Indicator ESI®, S. 17
[163] vgl.: Bechmann (1978): Nutzwertanalyse, S. 49 f.
[164] vgl.: ebenda, S. 50
[165] vgl.: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 98
[166] vgl.: Bechmann (1978): Nutzwertanalyse, S. 50

et vice versa.[167] Die Ziele *wärmeschutztechnische Qualität der Gebäudehülle* und *thermischer Komfort* sind bspw. komplementär zueinander. Prinzipiell können Konkurrenz- sowie Komplementärbeziehungen von symmetrischer oder asymmetrischer Natur sein. Liegt **Wertindifferenz** vor, hat eine Veränderung von Z_1 keine Auswirkungen auf Z_2.

2.2.4 KRITISCHE WÜRDIGUNG

Ein häufig in der Literatur anzutreffender Kritikpunkt bezieht sich auf die Festlegungen von Gewichtungen durch **Einzelpräferenzen** oder **Mehrpersonenentscheidungen**, da dadurch das Gesamtergebnis auf subjektiven Werturteilen fußt. Diesbezüglich warnt EEKHOFF davor, dass durch die alleinige Präferenzorientierung der Eindruck einer Loslösung von Faktenwissen entsteht und postuliert eine Ausrichtung der Gewichtungen an belastbaren **Wirkungsaussagen**.[168] Hierarchien oder Gewichtungen auf Basis von Gruppenentscheidungen bergen die Schwierigkeit, dass einzelne Experten ihr Spezialgebiet möglichst hochgewichtet sehen möchten.[169] Es kommt hinzu, dass Gewichtungsverteilung auf Basis von Experteneinschätzungen dem Ergebnis zu einem gutachterlichen Charakter verhilft[170] und nicht zwangsläufig verallgemeinerbare Präferenzen widerspiegeln. Zudem bleibt das Problem der Zusammenfassung von interindividuellen Präferenzentscheidungen zu einer Präferenzordnung ausgeklammert.[171]

Ein weiteres, generelles Bewertungsproblem geht bei Präferenzmessungen mit der **Wahl des Skalenniveaus** einher. BECHMANN argumentiert hierzu, dass Entscheidern die Festlegung einer ordinalen Nutzenfolge leichtfallen sollte, während bei kardinalskalierten Nutzenabständen mit erheblichen Schwierigkeiten zu rechnen ist. So wird das Beispiel genannt, dass es vielen Menschen möglich sei Ihre Lieblingsspeisen in eine Reihenfolge zu bringen, jedoch *„Aussagen darüber, ob Knödel dreimal besser als Spaghetti schmecken, wohl kaum sinnvoll begründet werden können.“*[172]

Bei **Verzicht auf Nutzenunabhängigkeit** sieht HARTH ein entscheidungslogisches Problem in der Nivellierung von Gesamtergebnissen auf einer Skala.[173] Bspw. könnten sich unterschiedliche Bewertungskriterien unterschiedlicher Alternativen gegenseitig so kompensieren, sodass deren Gesamtnutzwerte in einem ähnlichen Wertebereich liegen. Auch STRASSERT kritisiert den kompensatorischen Charakter des Bewertungsansatzes, insbesondere bei bipolaren Teilnutzwerten.[174] Dies kann jedoch durch Festlegung von Aggregationsregeln, die vollständige Wertesubstitution verhindern, eingeschränkt werden. Entscheidend dabei ist die

[167] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 52
[168] vgl.: Eekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S.40
[169] vgl.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 126
[170] vgl.: Eekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S.42
[171] vgl.: Eekhoff (1981): Grundlagen der Entwicklungsplanung, S. 35
[172] Zitat: Bechmann (1978): Nutzwertanalyse, S. 49
[173] vgl.: Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S. 53
[174] vgl.: Eekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S. 21 ff.

Zweckmäßigkeit in Bezug auf das Bewertungsproblem. Darüber hinaus erfolgen mit der Wahl der Kriterienanzahl sowie mit den Transformationsfunktionen implizite Bewertungen, die ebenfalls ein subjektives Moment darstellen. HEIDEMANN unterstellt der Entscheidungsdogmatik der NWA sogar, dass sie zu einer „*kognitiven Rekonstruktion der Welt*" führe und zweifelt deren Rationalität an.[175] LORENZ setzt dem entgegen, dass jede planerische Aktivität zunächst auf *hypothetischem Realismus* beruht.[176] Zusammenfassend geht mit der NWA an verschiedenen Stellen eine implizite Bewertung einher, die ohne wissenschaftliche Fundierung ein *„subjektives Moment"* [177] darstellt, wodurch das Anwendungsgebiet einer Nutzwertanalyse eingeschränkt ist.

Die NWA erfreut sich trotz der Kritikpunkte aufgrund ihrer scheinbaren **Anwendungsfreundlichkeit** einer breiten Akzeptanz. Im immobilienwirtschaftlichen Kontext hat sich die NWA v.a. als Instrument zur Unterstützung der Standort- und Marktanalyse etabliert.[178] Im Regelfall ist die abzubildende Bewertungssystematik und daraus hervorgehende Gewichtungsproblematik von hoher Komplexität und theoretisch anspruchsvoll. Ob eine NWA zur Lösung solcher Aufgaben geeignet ist, wird äußerst kontrovers diskutiert.[179]

Bei umfangreichen Bauvorhaben kommt es im Planungsverlauf häufig zu Änderungen, die sich bei einer NWA im Gegensatz zu rein quantitativen Methoden sehr rasch und unkompliziert einarbeiten lassen. Dadurch kann eine NWA bereits im Planungsprozess zur bewertenden Steuerung eingesetzt werden, da der Einfluss einzelner Aspekte auf die Gesamtzielsetzung oder auf Teilnutzen schnell ersichtlich wird. Folglich kann die NWA nicht nur als Analyse- und Bewertungsmethode eingesetzt werden, sondern auch für die gezielte **Überwachung und Steuerung von Prozessen**. Durch das frei gestaltbare und v.a. multidimensionale Zielsystem und die Integration qualitativer und quantitativer Bewertungskriterien eignet sich die NWA sehr gut zur **Nachhaltigkeitsbewertung**.

Wenn Entscheidungen grundsätzlich auf Basis der zu erwartenden Zielerträge der betrachteten Handlungsalternativen zu treffen sind, dann muss die Entscheidungsmethode auf einer soliden **Wirkungsanalyse** beruhen.[180] Sind die Informationen über Konsequenzen der Handlungsalternativen hingegen unzureichend, können diese nicht durch das bloße Einsetzen von abstrakten Punktwerten ersetzt werden.[181] Um die NWA jedoch als Mess- und Klassifizierungsinstrument für Nachhaltigkeit zu nutzen, ist der Prozess der Wertsynthese an den **Konsequenzen der Planungsalternative** respektive an deren kardinalskaliert Nutzwerten auszurichten.

[175] vgl.: Hedemann inEekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S. 2 f.
[176] vgl.: Lorenz (2006): The Application of Sustainable Development
[177] vgl.: Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S. 50 und Gabler Wirtschaftslexikon (2000), S.2272
[178] vgl.: Schäfer, Lützkendorf et al. (2010): ImmoWert, S. 85
[179] vgl. u.a.: Eekhoff (1981): Grundlagen der Entwicklungsplanung, S. 35; Eekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S. 18 ff.
[180] vgl.: Eekhoff (1981): Grundlagen der Entwicklungsplanung, S. 38
[181] vgl.: ebenda, S. 39 f.

2.3 WERTSYNTHESEPROZESS

Da sich bei multidimensionalen Entscheidungsproblemen der Nutzwert einer Alternative nicht direkt aus den Einzelbewertungen ablesen lässt, werden die Einzelinformationen zu einem Einzelwert verdichtet. Der mit der Einzelwertverdichtung einhergehende **Informationsverlust** gilt als **rekonstruierbar**, wenn explizite Normierungs-, Gewichtungs- und Kompensationsregeln genutzt werden.[182] In diesem Abschnitt findet eine intensive Auseinandersetzung mit diesen Einzelkomponenten der Wertsynthese und damit verbundenen Gestaltungsspielräumen statt. Dabei werden insbesondere Lösungsstrategien für eine wirkungsbasierte Ausrichtung der Wertsynthese sowie weitere Objektivierungspotenziale erläutert.

2.3.1 WERTAGGREGATION

Beim Prozess der Wertsynthese erfolgt die Synthese der Einzelnutzen zu einem aggregierten Gesamtnutzen. Durch Aggregation von Einzelbewertungen auf Kriterienebene sind Aussagen zur Zielerreichung innerhalb der Teilzielebenen sowie zu einem ganzheitlichen Bewertungsergebnis möglich. Erfolgt die Aggregation durch Summenbildung gewichteter Teilnutzwerte, kommt dabei das additive Modell zum Tragen.[183] Additive Aggregationsmodelle laufen auf einen **Kompromiss zwischen Zielkonflikten** hinaus, da sie auf Substitution beruhen,[184] wobei Gewichtungsfaktoren die Grenzraten der Substitution angeben.[185]
Bei der NWA erfolgt eine hierarchisch additive Aggregation (vgl. Gleichung (2.1)), bei der die Verknüpfung der Stufengewichte sukzessive über alle Hierarchiestufen hinweg multiplikativ erfolgt.[186] Damit das additive Aggregationsmodell angewandt werden darf, sind folgende **Bedingungen** zu erfüllen:[187]

- **Präferenzunabhängigkeit**, d.h. die Präferenzentscheidung für eine Attributausprägung, z.B. *gute Tageslichtversorgung am Arbeitsplatz*, ist unabhängig von der Präferenzentscheidungen für eine andere Attributausprägungen, z.B. *Anzahl Fahrradstellplätze*.
- **Differenzunabhängigkeit** liegt vor, wenn eine Präferenzentscheidung für eine Kriterienausprägung unabhängig von den Ausprägungen anderer Kriterien ist. Dies ist bspw. für das Attribut *Tageslichtverfügbarkeit* der Fall, wenn der Nutzen, der einer besseren Tageslichtversorgung beigemessen wird, unabhängig davon ist, ob es sich um einen Arbeitsplatz mit sehr gutem thermischen Komfort und schlechten Schallschutz oder um einen Arbeitsplatz mit mittelmäßigen thermischen Komfort und guten Schallschutz handelt.

[182] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 56
[183] Alternativ zum additiven Modell stehen multiplikative oder multilineare Aggregationsmodelle zur Verfügung, die aufgrund der für den hier zugrunde liegenden Bewertungsgegenstand unrealistischen Voraussetzung von invervallskalierten Einzelbewertungen nicht weiter betrachtet werden. vgl.: Siebert (2009): Modellierung komplementärer Interaktionen, S. 200; Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 57
[184] vgl.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S.121
[185] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 55
[186] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S.98
[187] in Anlehnung an: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S.134 ff.

Präferenzenunabhängigkeit liegt bspw. nicht vor, wenn es dem Entscheider unmöglich ist eine Präferenzentscheidung für eine Kriterienausprägung zu treffen, ohne die Ausprägungen der anderen Kriterien zu kennen. Diese Bedingungen verdeutlichen erneut die Komplexität, die mit einem **vollständig determinierten Präferenzmodell** einhergeht, über welches ein Entscheider zur Schätzung von Gewichtungen verfügen müsste.[188]

Charakteristisch für **kompensatorische Bewertungssysteme** ist, dass sich Teilnutzwerte gegenseitig vollständig substituieren dürfen.[189] Gestaltungsspielraum besteht v.a. in der Festlegung weiterer **Aggregationsregeln,** um bspw. die Substitutionsrate zu regeln und damit vollständige Kompensation zu vermeiden. Damit kann gewährleistet werden, dass sich Zieldimensionen nur bis zu einem vorgegebenen Maß gegenseitig substituieren können und folglich ein bestimmtes Anforderungsniveau stets erreicht muss.

2.3.2 NORMIERUNG

Einzel- oder Unterziele werden durch Bewertungskriterien repräsentiert, die wiederum in Abhängigkeit des zu bewertenden Sachverhalts einen spezifischen Wertmaßstab enthalten. Der Bewertungsmaßstab wird auf eine kriterienspezifische **Wertskala** projiziert, die je nach Art des **Skalenniveaus** und der oberen und unteren Grenzen einen unterschiedlichen Umgang mit der Wirklichkeit erlaubt.[190] In Abhängigkeit der Ausprägung eines Merkmals einer Planungsalternative und der zugehörigen Wertskala werden Bewertungspunkte vergeben und auf diese Weise der Nutzwert eines Kriteriums bestimmt. Bei einer NWA werden im Regelfall Normalskalen vom Typ 0(1)10, 0(10)100 oder 10(10)100 mit der Einheit ‚Bewertungspunkte' verwendet. Den Bewertungskriterien liegen **implizite oder explizite Beurteilungsmaßstäbe** zugrunde,[191] auf deren Basis der Punktwert für ein Kriterium bestimmt wird. In einem fundierten Evaluationsprozess werden diese Beziehungen durch **Wert- oder Nutzenfunktion** ausgedrückt. Die mit der Vergabe von Bewertungspunkten einhergehende Vereinheitlichung heterogener Merkmalsskalen in eine gemeinsame Wertskala wird als Normierung bezeichnet.[192]

Besonders anschaulich lässt sich Normierung bei der näheren Betrachtung eines einzelnen Kriteriums erläutern. In einem Kriterium sind die Anforderungen beschrieben, die an den Bewertungsgegenstand gestellt werden. Im Regelfall sind die Anforderungen in physisch messbaren Einheiten angegeben (z.B. kWh, Meter, W/(m²K)). Messen bedeutet die *„Zuordnung von Zahlen zu Objekten nach bestimmten Regeln, sodass bestimmte Relationen zwischen den Zahlen analoge Relationen zwischen den Objekten reflektieren."*[193] Die Messmethode

[188] vgl.: Backhaus (2011): Multivariate Analysemethoden, S. 452
[189] vgl.: ebenda, S. 457
[190] vgl.: Smolinski (2003): Integriertes Bewertungsverfahren – multikriterielle Bewertung, S.3
[191] vgl.: Acatech (Hrsg.) (2012): Technikzukünfte, S. 31
[192] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 58
[193] Zitat: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 143

wird ebenso im Kriterium beschrieben. Die Bandbreite der bewertbaren Messergebnisse ist auf einer **Wertskala** dargestellt und es werden gemäß Skalierung abgestufte Bewertungspunkte zugeordnet (vgl. Abb. 2-4).

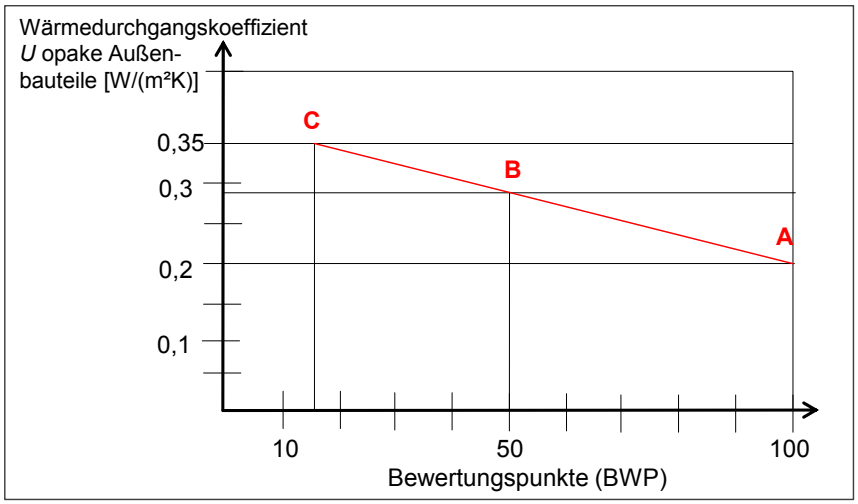


Abb. 2-4: Wertskala eines Kriteriums und Normierung [194]

Bei der Normierung erfolgt die Transformierung physisch messbarer Bewertungsergebnisse in einheitliche Bewertungspunkte. Der exakte Zusammenhang wird in Transformationskurven wie exemplarisch in Abb. 2-4 dargestellt oder über **Transformationsfunktionen** beschrieben, wobei der Verlauf nicht zwangsläufig linear ist.[195] Generell stellt die Zuordnung von Bewertungspunkten zu bestimmten Anforderungen ebenfalls ein subjektives Moment dar und sollte unter Einfluss von Expertengremien erfolgen.[196] Die zusätzliche Klassifizierung der Kriterienausprägung (≤**A** = sehr gut, ≤ **B** = gut, ≤ **C** = Bewertungshürde) wurde von BECHMANN vorgeschlagen, um eine ordinale Bewertung zu ermöglichen.[197] BECHMANN vertritt die Ansicht, dass Nutzen respektive Nutzenabstände nicht stets auf einer Kardinalskala abbildbar sind und daher einheitlich ordinal bewertet werden sollten.[198]

Auf Basis ihrer Normierungsregeln lassen sich drei Kriterientypen unterscheiden:

- **Nutzenkriterien**, bei denen der Nutzen mit steigender Kriterienausprägung monoton steigt,
- **Kostenkriterien**, bei denen der Nutzen mit steigender Kriterienausprägung monoton fällt (können durch Invertieren in Nutzenkriterien umgewandelt werden),
- **Nicht-monotone Kriterien**, bei denen der größte Nutzen zwischen den Extremwerten der Skala liegt.[199]

Zur Umskalierung stehen verschiedene Ansätze zur Verfügung. Bei der **Normierung auf den Mittelwert** wird jede Kriterienbewertung $x_i(a_j)$ auf den Gesamtmittelwert des Kriteriums

[194] Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Brändle (1978): Wertanalyse, Wertsynthese, S. 24
[195] vgl.: Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S.50
[196] vgl. u.a.: Brändle (1978): Wertanalyse, S. 23; Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S.50 f.
[197] vgl.: Bechmann (1978): Nutzwertanalyse, S. 65-69
[198] vgl.: ebenda, S. 49
[199] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 58

aller betrachteten Alternativen normiert.[200] Die Mittelwertnormierung wird angewandt, um bspw. Messergebnisse mit erheblichen Messfehlern auszuschließen. Es gilt:

$$Z_i(a_j) = \frac{x_i(a_j)}{\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} x_i(a_j)} \qquad (2.4)^{201}$$

$Z_i(a_j)$ Zielerreichungskoeffizient

$x_i(a_j)$ Kriterienbewertung eines Kriteriums i für die Ausprägung einer Alternative a_j

m Anzahl der betrachteten Alternativen

Eine **lineare Normierung** erfolgt, indem die Bewertung eines Kriteriums auf der Merkmalsskala durch den Maximalwert der Normierungsskala ${x_i}^{max}$ dividiert wird, sodass gilt:[202]

$$Z_i(a_j) = \frac{x_i(a_j)}{x_i^{\max}} \qquad (2.5)$$

Bei der **nichtlinearen Normierung** werden die Regeln zur Umskalierung individuell nach den Nutzenvorstellungen des Entscheidungsträgers festgelegt.[203] Bei der **Vektornormierung** werden die Kriteriennutzwerte auf den Betrag eins normiert, in dem jede Kriterienbewertung $x_i(a_j)$ durch den Betrag aller zugehörigen Kriterienbewertungen dividiert wird.[204]

$$Z_i(a_j) = \frac{x_i(a_j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_i(a_j)^2}} \qquad (2.6)$$

Je nach zu bewertendem Sachverhalt ist eine Normierungsart zu wählen und zu begründen. Bei der Nutzwertanalyse wird häufig die lineare Normierung angewandt. Ungenauigkeiten bei der Transformation von physisch messbaren Bewertungsergebnissen in eine Wertdimension, die nicht ausgeschlossen werden können, sind als kritische Größen anzusehen.[205] Da hierbei bereits ein Teil der Wertsynthese erfolgt, sind diese Transformationsprozesse wesentlich für die Aussagekraft der Ergebnisse. Ein **besonderes Qualitätsmerkmal** stellt folglich die Normierung auf Basis fundierter Wert- oder Nutzenfunktionen dar.

[200] vgl.: Kessler (2006): Multivariate Datenanalyse, S. 186
[201] vgl.: ebenda
[202] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 59
[203] vgl.: ebenda, S. 60
[204] vgl.: Kessler (2006): Multivariate Datenanalyse, S. 186
[205] vgl.: Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S. 53

2.3.3 GEWICHTUNG

In diesem Abschnitt wird die Bedeutung von Gewichtungen innerhalb eines multikriteriellen Bewertungssystems erörtert. Zudem werden die unterschiedlichen Herangehensweisen zu deren Ermittlung beschrieben.

In multiattributiven Bewertungsmodellen repräsentieren Gewichtungen die unterschiedlichen Bedeutungen der Kriterien für ein Zielsystem. Zielgewichtungen repräsentieren „*Maßstabsfaktoren*, *die das Verhältnis der Nutzwerte der einzelnen Ergebnisse zum Gesamtnutzwert … fixieren.“* [206] Zielgewichte werden entweder als **Konstante** in Form eines Punktwertes oder Prozentsatzes bzw. Punktwerts ausgedrückt oder als **Variable** in Form einer Äquivalenzfunktion beschrieben.[207] Bei additiven Aggregationsmodellen ergibt sich das Bewertungsergebnis aus der Summe der gewichteten Einzelwerte. Von zentraler Bedeutung für die Aussagekraft von Gewichtungen ist das Verfahren, mit dem sie bestimmt werden. Grundsätzlich ist bei der formalen Bestimmung von Gewichtungen in hierarchische und nicht-hierarchische Verfahren zu unterscheiden (vgl. Abb. 2-5).[208]

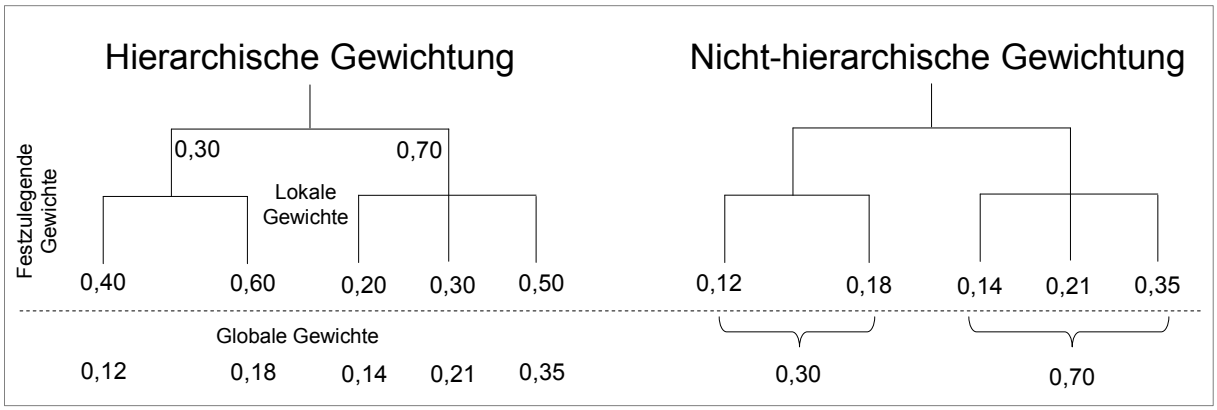


Abb. 2-5: Hierarchische und nicht-hierarchische Gewichtungsverfahren [209]

Bei der **hierarchischen Vorgehensweise** werden Gewichtungen für jede Hierarchiegruppe getrennt erhoben.[210] Die so ermittelten Kriteriengewichtungen sind **lokale Gewichtungen** und spiegeln die Bedeutung für die übergeordnete Zielebene wider. Auch dieser Zielebene wird eine Gewichtung zugeordnet, die wiederum die Bedeutung zum Gesamtziel ausdrücken. Durch Multiplikation der lokalen Gewichtungen des Kriteriums mit den Gewichtungen der übergeordneten Zielebene wird das **globale Kriteriengewicht** ermittelt.[211] Erst das globale Gewicht eines Kriteriums drückt dessen relativen Beitrag zum Gesamtziel aus.[212] Eine hierarchische Etablierung von Oberziel-Unterziel-Relationen erleichtert die Überprüfung des

[206] Zitat: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 55
[207] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 55
[208] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 61
[209] eigene Darstellung in Anlehnung an Pöyhönen, Hämäläinen (1998): Notes on the Weighting Biasesin Value Trees, S. 8; Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 62
[210] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 62
[211] vgl. :ebenda
[212] Bspw. beträgt die globale Gewichtung des DGNB Kriteriums SOC1.1 Thermischer Komfort 4,3 %, was dem potenziellen Beitrag zum Gesamterfüllungsgrad entspricht.

Zielsystems auf Vollständigkeit und Redundanz.[213] Ein weiterer Vorteil des hierarchischen Vorgehens ist die gruppenspezifische Ermittlung von Gewichtungen, da die Relationen inhaltlich zusammengehöriger Elemente präziser ermittelt werden können. Problembehaftet ist das Vorgehen jedoch aufgrund der Ermittlung der Gewichtungen der oberen Hierarchiestufen, da hierbei abstrakte Elemente miteinander verglichen werden müssen.

Bei der **nicht-hierarchischen Vorgehensweise** werden die Beiträge, die jedes Kriterium zum Gesamtziel leistet, direkt erhoben. Folglich werden die globalen Gewichtungen auf der untersten Hierarchiestufe ohne Zwischenschritt zugeordnet.[214] Nachdem alle Beiträge der Normalisierungsbedingung $\sum w_r = 1$ angepasst wurden, lassen sich Gewichtungen der übergeordneten Zielebenen durch Aufsummierung der globalen Kriteriengewichtungen ermitteln (vgl. Abb. 2-5). Da es sich bei den Kriteriengewichtungen bereits um absolute Zielerfüllungsbeiträge handelt, werden die übergeordneten Zielebenen zu formalen Gesichtspunkten. Folglich ist ein nicht-hierarchisches Vorgehen nur sinnvoll, wenn alle zu bewertenden Sachverhalte auf einen **eindimensionalen Nutzwert** bezogen werden können.

Des Weiteren wird bei der Bestimmung von Gewichtungen zwischen präskriptiven und normativen Ansätzen unterschieden.[215] Ein normatives Gewichtungsschema dient in der vorliegenden Arbeit als Lösungskonzept. Es basiert auf dem **Determinanzkonzept**, nach dem Einzelgewichtungen auf einem messbaren Beitrag zur Zielerreichung beruhen (Zielerträge).[216] Zugehörigen Gewichtungsverfahren werden gemäß MAUT durch **nutzenfunktionsgestützte Verfahren** ermittelt.[217] Dies entspricht den Forderungen EEKHOFFs, der für eine Ausrichtung der Gewichtungen an belastbaren **Wirkungsaussagen** plädiert.[218] Methodisch basiert ein normatives Gewichtungsschema auf Kausalanalysen, die aufgrund der erforderlichen Datengrundlage eine besondere Herausforderung darstellen.

Daher wird im Regelfall das präskriptive Gewichtungsschema zur Anwendung geführt. Es beruht auf dem **Relevanzkonzept**, dass dem DGNB/BNB Bewertungssystem bislang zugrunde liegt. Dabei richtet sich die Gewichtung eines Kriteriums nach dem Zielerfüllungsbeitrag, den der Entscheidungsträger dem Kriterium beimisst.[219] Es handelt sich um eine subjektive Einschätzung nach individuellen Nutzenvorstellungen, bei der Gewichtungen in einem **nutzenfunktionsfreien Verfahren** direkt vergeben werden.[220] Aus bewertungstheoretischer Sicht ist es „*angesichts der vorhandenen Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge und angesichts der Ungewissheit bezüglich der zukünftigen Rahmenbedingungen […] äußerst*

[213] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S.134 ff.
[214] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 62
[215] vgl.: Pöyhönen, Hämäläinen (1998): Notes on the Weighting Biasesin Value Trees, S. 146
[216] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 63
[217] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 46
[218] vgl.: Eekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S.40
[219] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 63
[220] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 46

schwierig, die Zielerträge zu schätzen […].“ [221] Es besteht die Gefahr, dass sich Wirkungszusammenhänge mit **Wirkungsvermutungen** vermischen, [222] da Entscheidungsträger bei komplexen Bewertungsproblemen eher ungenaue Vorstellungen von der Bedeutung einzelner Kriterien bzw. Attribute haben.[223] Folglich spiegelt ein Bewertungsergebnis, dessen Gewichtung auf individuellen Einschätzungen basiert den Nutzwert gemäß den Nutzenvorstellungen des Entscheidungsträgers wider und besitzt keine Allgemeingültigkeit.

2.3.4 GEWICHTUNGSVERFAHREN

In diesem Abschnitt werden verschiedene Methoden zur Gewichtungsbestimmung untersucht. Obwohl dies einen Schwerpunkt der MADM Forschung darstellt, hat sich bislang kein allgemeingültiger Ansatz durchgesetzt.[224] Aufgrund der verhältnismäßig einfachen Anwendbarkeit und des großen Gestaltungsspielraums erfreuen sich **nutzenfunktionsfreie Verfahren** (Relevanzprinzip) zur Bestimmung von Gewichtungen großer Beliebtheit. Es wurde eine Reihe von Verfahren entwickelt, bei denen grundsätzlich zwischen direkter Gewichtung und Paarvergleichen zu unterscheiden ist. Diesbezüglich werden einige Methoden vorgestellt, um einen Überblick zu geben und bewertungstheoretische Probleme zu verdeutlichen. Anschließend wird der Ansatz zur Gewichtungsermittlung mit Hilfe **nutzenfunktionsgestützter Verfahren** vorgestellt und anhand eines Beispiels erläutert. Schließlich werden die Erkenntnisse zusammengefasst und Schlussfolgerungen für das weitere Vorgehen abgeleitet.

2.3.4.1 DIREKTE GEWICHTUNG

Die direkte Gewichtung stellt einen einfachen Ansatz der Präferenzzuordnung dar und erfolgt nach dem Relevanzkonzept. Hierbei stehen unterschiedliche Methoden zur Verfügung. Bei der **Vergabe einheitlicher Gewichte** wird jedes Kriterium auf einer Skala mit Wichtigkeitsgraden (vgl. Tab. 2-2) eingeordnet.[225] Durch die Zuordnung der Zahlenwerte zu den Kriterien erfolgt die Vergabe von Rohgewichten.

0	vernachlässigbar
1	weniger wichtig
2	gleich wichtig
3	wichtiger
4	sehr wichtig

Tab. 2-2: Exemplarische Skala mit Wichtigkeitsgraden

[221] Zitat: Eekhoff (1981): Grundlagen der Entwicklungsplanung, S. 38
[222] vgl.: Strassert (1973): Nutzwertanalyse, S.147; Eekhoff (1981): Grundlagen d. Entwicklungsplanung, S.40
[223] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 64
[224] vgl. u.a.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 146; Hugenroth in Reichardt, Rottke (2010): Ökonomie vs. Ökologie, S. 148; Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion; S. 125; Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 61
[225] vgl.: Brändle (1978): Wertanalyse, Wertsynthese, Wertmanagement im Hochbau, S.30 ff.

Um den normierten Gewichtungsfaktor eines Kriteriums innerhalb seiner Hierarchiestufe zu erhalten, wird die relative Bedeutung des Rohgewichts ermittelt. Es gilt:

$$w_i = \frac{v_i}{\sum_{i=1}^{n_y} v_i} \tag{2.7}$$

w_i Gewichtungsfaktor des Kriteriums k_i

v_i Rohgewicht eines Kriteriums k_i

n_y Anzahl der Kriterien k_i die einer Hierarchieebene y zugeordnet wurden

Zur Ermittlung des Anteils, den ein Kriterium insgesamt zum Gesamtziel beitragen kann, sind die gewichteten Einzelwerte mit den Gewichtungsfaktoren der übergeordneten Hierarchiestufen zu multiplizieren (vgl. Abb. 2-5).

Eine weitere Form der direkten Gewichtung stellt die **Punktevergabe nach Präferenzstärke** dar die auch als **Swing Verfahren**[226] oder **bandbreitenorientierte Gewichtung**[227] bezeichnet wird. *Swing* bzw. Bandbreite meint hierbei die Spannweite zwischen der besten und schlechtesten Ausprägung eines Kriteriums, auf die sich die Gewichtung bezieht. Hierbei ist folgendes Vorgehen denkbar: Dem Entscheider wird eine Alternative vorgestellt, bei der alle Kriterien die schlechteste Ausprägung annehmen. Gemäß persönlichen Nutzenvorstellungen wählt der Entscheider das wichtigste Kriterium aus, bei dem die Ausprägung auf den höchsten (d.h. besten) Wert gesetzt werden soll. Diesem Kriterium wird das Maximum an Bewertungspunkten (z.B. 100) zugeordnet. Kriterium für Kriterium werden die Ausprägungen auf ihren Maximalwert erhöht, wobei der Entscheider die Reihenfolge festlegt und ebenfalls Punkte (zwischen 0 und 99) zuordnet. Wichtig ist, dass die Punktevergaben die Nutzwertdifferenzen zwischen den Kriterien widerspiegeln.[228] Anschließend werden die Punktebewertungen gemäß der Bedingung $\sum w_i = 1$ linear normiert und so die Gewichtungsfaktoren pro Kriterium berechnet.

Verschiedene Autoren weisen darauf hin, dass die Informationsverarbeitungskapazität eines durchschnittlichen Entscheiders begrenzt ist und empfehlen daher die Zahl der parallel zu betrachtenden (zu gewichtenden) Kriterien auf sieben zu beschränken.[229] Alternativ zum o.g. Vorgehen kann die Summe der insgesamt zu vergebender Punkte begrenzt werden. Durch Standardisierung der Summe zu vergebender Punkte auf z.B. 1, 10 oder 100 erübrigt sich der Schritt der Normierung. Eine weitere, optionale Zusatzspezifikation ist das *goal-*

[226] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden. S. 143
[227] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 69 f.
[228] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden. S. 143f.
[229] vgl. u.a.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 66; Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden. S. 144

programming und besteht darin, dass aufgrund bestimmter Plan- oder Zielvorgaben einzelne Punktwerte oder Verhältnisse bereits festgelegt sind.[230]

Die Kennzeichnung von Wertunterschieden durch Vergabe von Bewertungspunkten stellt ein komplexes Bewertungsproblem dar.[231] EEKHOFF warnt davor, dass ein derartiges Vorgehen dazu verleitet, *„[…] uninterpretierbare Präferenzmessungen zu machen, weil eine geeignete Basis für die Punkte fehlt."* [232] Andererseits erlaubt das ordinale Skalenniveau einen einfachen Zuordnungsprozess und gestattet zielführende Differenzbegründungen bei Mehrpersonenentscheidungen. Grundvoraussetzung für die Anwendung der direkten Gewichtung ist, dass die Entscheidungsträger die Abstände zwischen der Relevanz der Kriterien oder Attribute tatsächlich kennen oder realistisch abschätzen können.[233]

2.3.4.2 EINFACHE PAARVERGLEICHE

Als Gewichtungsverfahren für eine NWA schlägt ZANGEMEISTER die von CHRUCHMANN und ACKOFF entwickelte Methode der **sukzessiven Vergleiche** vor,[234] die auch als **Paarvergleich** oder **Direct Ratio** Verfahren bekannt ist. Dabei werden immer zwei Attribute gegeneinander abgewogen und entschieden, um wie viele Punkte ein Kriterium k_i wichtiger erscheint als Kriterium k_{i+x}, sodass gilt:

$$w_{i,i+x} = \frac{v_i}{v_{i+x}} \qquad (2.8)^{235}$$

Demzufolge repräsentieren die Gewichtungsfaktoren die Grenzraten der gegenseitigen Substitution zugehöriger Zielsetzungen[236] und werden über **Gewichtaustauschraten** angegeben.[237] Dabei kann die Punkteskala der direkten Gewichtung (vgl. Tab. 2-2) gleichermaßen angewandt werden. Gemäß der Anzahl zu vergleichender Kriterien n sind n(n-1)/2 paarweise Vergleiche durchzuführen.[238] STRASSERT kritisiert dieses Verfahren vor allem wegen der Gefahr möglicher Inkonsistenzen.[239] Da die Gewichtung nicht die Bedeutung der Kriterien, sondern die Bedeutung der Kriterienausprägungen adressiert, sind paarweise Vergleiche mit Maximalausprägungen durchzuführen. Vorausgesetzt die lineare Entscheidungsregel bleibt bestehen, kann das Vorgehen um die Widerspruchsfreiheit der Präferenzentscheidungen verfeinert werden. Dabei wird zunächst lediglich ein Kriterium mit allen anderen Kriterien verglichen ((n-1) Vergleiche) und die übrigen Gewichtaustauschraten abgeleitet. In folgen-

[230] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 59
[231] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden. S. 144
[232] Zitat: Eekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S. 41
[233] vgl.: Schneider (2013): Modell für das nachhaltige Immobilien-Portfoliomanagement, S. 67
[234] vgl.: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 207 ff.
[235] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden. S. 145
[236] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 55
[237] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 37
[238] vgl.: ebenda, S. 52
[239] vgl.: Strassert inEekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S. 33 ff.

dem Beispiel wurden fünf Kriterien mit Hilfe der o.g. Präferenzskala miteinander verglichen und die Ergebnisse in die erste Zeile einer **Gewichtungsmatrix** eingetragen (vgl. Tab. 2-3). Durch diese Entscheidungen sind die übrigen Eintragungen der Matrix bereits bestimmt und können abgelesen werden. Gemäß linearem Transitivitätsprinzip verhält sich bspw. k_2 zu k_3 wie 4 zu 0, da k_2 wichtiger ist als k_1 (Δ=2) und k_1 wichtiger ist als k_3 (Δ=2).

Attribute	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	∑ der absoluten Wichtigkeitsgrade (Rohgewicht) v_i	relative Wichtung w_i
k_1	-	**k_1 : 1** **k_2 : 3**	**k_1 : 3** **k_3 : 1**	**k_1 : 3** **k_4 : 1**	**k_1 : 4** **k_5 : 0**	v_1 = 11	w_1 = 27,5 %
k_2		-	k_2 : 4 k_3 : 0	k_2 : 4 k_4 : 0	k_2 : 4 k_5 : 0	v_2 = 15	w_2 = 37,5 %
k_3			-	k_3 : 2 k_4 : 2	k_3 : 3 k_5 : 1	v_3 = 6	w_3 =15,0 %
k_4				-	k_4 : 3 k_5 : 1	v_4 = 6	w_4 = 15,0 %
k_5					-	v_5 = 2	w_5 = 5,0 %
						∑ =40	∑ =100 %
Wichtigkeitsgrade: 0 Punkte = vernachlässigbar | 1 Punkt = weniger wichtig | 2 Punkte. = gleich wichtig | 3 Punkte = wichtiger | 4 Punkte = sehr wichtig							

Tab. 2-3: Gewichtungsmatrix für paarweisen Vergleich mit Direct Ratio Methode[240]

Entsprechend wird die Gewichtungsmatrix vervollständigt. Dabei soll der Entscheider überprüfen, ob er die impliziten Verhältnisse auch direkt bestimmt hätte.[241] Bspw. könnte der Entscheider zu dem Ergebnis kommen, dass k_3 und k_4 keineswegs gleich wichtig sind. In dem Fall ist das Verhältnis entsprechend zu modifizieren, wodurch eine erneute Kette von **Konsistenzprüfungen** ausgelöst wird.[242] Allerdings können Inkonsistenzverhältnisse nicht völlig ausgeschlossen werden, denn $k_2 : k_5$ müsste sich wie 6:0 verhalten, da k_2 wichtiger ist als k_1 (Δ=2) und k_1 sehr wichtig ist im Gegensatz zu k_5 (Δ=4). Die Abbildung dieser Differenz ist jedoch von der Skala nicht vorgesehen. Dennoch stellt die Überprüfung der Wichtungskonsistenzen ein wesentliches Qualitätsmerkmal der Methode dar. Anschließend werden die Attributgewichtungen ermittelt. Dies erfolgt bspw. wie in Tab. 2-3 durch Aufsummierung der absoluten Wichtigkeitsgrade (v_i) pro Kriterium und anschließender Normalisierung. Je nachdem wie viele Zielstufen bzw. Aggregationsebenen existieren, kann der Paarvergleich auch für übergeordnete Einzelziele durchgeführt werden.

[240] eigene Darstellung in Anlehnung an Brändle (1978): Wertanalyse, Wertsynthese im Hochbau, S.33
[241] vgl.: Eekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S. 35
[242] vgl.: ebenda

2.3.4.3 ORDINALE PRÄFERENZORDNUNG

Die Ordnung der Kriterien in einer Rangfolge wird auch als **lexikografische Ordnung** bezeichnet. Anders als bei bisher beschriebenen Gewichtungsmethoden basiert die ordinale Präferenzordnung nicht auf der Annahme der Substituierbarkeit der Kriterien[243] und stellt ein Verfahren dar, dass bei Unsicherheit angewandt wird. Dabei werden die Kriterien gemäß ihrer Wichtigkeit in einer Rangfolge geordnet. Streng genommen enthält das Ergebnis keine gewichtungsrelevante Information, da die Nutzwertdifferenzen nicht bekannt sind. Zudem wird der Nutzen nicht per se durch das Kriterium, sondern durch dessen positive Ausprägung hervorgerufen.[244] Folglich muss angenommen werden, dass Kriterien unter Berücksichtigung ihrer maximalen Ausprägungen auf einer ordinalen Skala geordnet werden können.
Alternativ können die ermittelten Rohgewichte (v_i) der Kriterienmatrix aus Tab. 2-3 dazu genutzt werden, die Kriterien zunächst in eine Rangfolge einzuordnen **(Ranglistenmethode)** oder damit die direkt gewählte Rangfolge zu überprüfen. Im nächsten Schritt lassen sich Gewichtungsfaktoren mit der **Rangsummenmethode** oder der **Rangreziprokemethode** berechnen.[245] Da nur die ordinale Differenzierung ausschlaggebend ist, gehen sämtliche Information intervallskalierter Nutzwertdifferenzen verloren. Andererseits ermöglicht dies eine sehr einfache praktische Anwendung. Beide Methoden wurden auf das o.g. Beispiel angewandt und die Ergebnisse in Tab. 2-4 zusammengefasst.

Attribute n = 5	Rang-stufe S_j	**Rangsummen-bezogene** Gewichtung ($n-S_j+1$)	Gewichtung, relativer Anteil w_i	**Rangreziproke** Gewichtung ($1/S_j$)	Gewichtung, relativer Anteil w_i
k_1	2	4	23,5 %	0,5	20,7 %
k_2	1	5	29,4 %	1	41,4 %
k_3	3	3	17,65 %	0,33	13,8 %
k_4	3	3	17,65 %	0,33	13,8 %
k_5	4	2	11,8 %	0,25	10,3 %
$\sum$	12	17	100 %	2,42	100 %

Tab. 2-4: Kriteriengewichtung mit Rangsummen- und Rangreziprokemethode

Bei der **rangreziproken Gewichtung** kann zusätzlich folgende Entscheidungsregel angewandt werden: wie viele Einheiten von k_1 sind erforderlich, um äquivalent mit k_2 zu sein. Erfolgt dies losgelöst von einer festgelegten Punkteskala, könnte sich bspw. k_1: k_2 wie 1:4 oder 1:20 verhalten.[246] Diese Entscheidungsregel wird auch **Trade Off Verfah-**

[243] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 57
[244] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden. S. 145
[245] vgl.: Schneider (2013): Modell für das nachhaltige Immobilien-Portfoliomanagement, S. 67
[246] vgl.: Eekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S. 33-36

ren genannt, wobei *trade off* die **Austauschrate** meint. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die auszutauschenden Einheiten auf die in Tab. 2-3 ermittelten Rohgewichte (v_i) zu beziehen. Das *Trade Off* Verfahren kann ebenso zur **Kriterienskalierung** angewandt werden, bei der nicht **inter-,** sondern **intrakriterielle Nutzwertdifferenzen** betrachtet werden.[247] Im Gegensatz zu den Kriteriengewichtungen werden bei der Kriterienskalierung die Ausprägungen der Kriterien bzw. der darin enthaltenen Attribute betrachtet.

In der Literatur wird eine Vielzahl weiterer methodischer Variationen und Berechnungsoptionen vorgestellt. Bspw. stellt LIFKA die Berechnung über einen zusätzlichen Rangwert R_i vor. Dabei wird dem unwichtigsten Kriterium ein fester Rangwert (z.B. 10) zugeordnet, anschließend werden entsprechend der Rangfolge, d.h. bzw. mit aufsteigenden Rangstufen S_{j-1}, die übrigen Kriterien nacheinander unter Einbezug des Rohgewichts (v_i) und dem Rangwert des Vorgängers berechnet, sodass gilt:[248]

$$R_i = \frac{v_i}{v_i(\mathrm{S}_{j-1})} + \mathrm{R}_i(\mathrm{S}_{j-1}) \tag{2.9}$$

Auch die Rangwertmethode wurde auf das o.g. Beispiel angewandt (vgl. Tab. 2-5).

Attribute n = 5	Rangstufe S_j	∑ Rohgewicht v_i	Rangwert R_i	relative Wichtung w_i
k_2	1	p_2 = 15	16,19	w_1 = 24,2 %
k_1	2	p_1 = 11	14,83	w_2 = 22,1 %
k_3	3	p_3 = 6	13	w_3 = 19,4 %
k_4	3	p_4 = 6	13	w_4 = 19,4 %
k_5	4	p_5 = 2	**10**	w_5 = 14,9 %
		∑ =40	∑ =67,02	∑ =100 %

Tab. 2-5: Kriteriengewichtung mit Rangwertmethode

Einen weiteren Sonderfall stellt die **lexikografische Gesamtnutzenmessung** dar, bei der nicht die Kriterien, sondern die vollständigen Alternativen ordinal geordnet werden. Anschließend lassen sich Rückschlüsse auf die Wichtigkeit der Kriterien in Abhängigkeit der Ausprägungen ziehen. Ein Nachteil der Gewichtung auf Basis ordinaler Differenzierung besteht darin, dass ein Kriterium einem anderen vorgezogen wird, auch wenn der wahre Nutzenunterschied minimal ist. Daher argumentieren BAMBERG et al., dass die ordinale Präferenzordnung nur dann plausibel erscheint, wenn in Bezug auf den Ausprägungsgrad der Kriterien strenge Mindestanforderungen bestehen.[249]

[247] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 55
[248] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 67
[249] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 57

Die aufgeführten Beispiele verdeutlichen, dass je nach Wahl der Gewichtungsmethode die Ergebnisse z.T. stark voneinander abweichen. Bspw. ist die Streuung der relativen Wichtungen bei der Rangwertmethode wesentlich geringer als bei der Rangreziprokemethode. Gemäß WEBER ist der Ansatz zu bevorzugen, der fallspezifisch zu realistischeren Nutzenunterschieden führt.[250]

2.3.4.4 CONJOINT-ANALYSE

Die **Conjoint-Analyse (CA)** ist eine erweiterte Methode der Paarvergleiche, bei der der Nutzwert eines Kriteriums durch systematische Präferenzmessung für zugehörige Attribute ermittelt wird. Als dekompositionelles Erhebungs- und Analyseverfahren wurde die CA entwickelt, um den Beitrag einzelner Eigenschaften zum Gesamtnutzen zu schätzen bzw. die **Prioritäten bei einer Kaufentscheidung** zu ermitteln.[251]

Zum Untersuchungsgegenstand gehören Qualitäts- und Leistungsattribute, wie z.B. Farbe, Form, Material sowie Preis. Der CA liegt die Verhaltensvorstellung zugrunde, dass sich die Kaufentscheidung eines Kunden aus der Gesamtheit einer Vielzahl an Einzelaspekten ergibt (dekompositionell). Daher werden ordinalskalierte Präferenzen für **Stimuli** gemessen, die jeweils eine mögliche Kombination aller Merkmalsausprägungen darstellen und so eine realistische Produktalternative vollständig beschreiben. Im Regelfall werden zunächst extreme Merkmalsausprägungen betrachtet, um intermediäre Nutzwertdifferenzen zu identifizieren.[252]

Es existiert eine Reihe unterschiedlicher Methodenvarianten für die CA, von denen zwei nachfolgend anhand eines Beispiels erläutert werden.

Ein Entscheider steht vor der Wahl eines neuen Büros in unterschiedlichen Gebäuden mit unterschiedlichen Qualitäten. Folgende Kriterien kennzeichnen das Entscheidungsproblem: (A) Attraktivität der Büroflächen, (B) Attraktivität der Umgebung, (C) Mietpreis, (D) Betriebskostenniveau. Für jedes Kriterium existieren jeweils drei Merkmalsausprägungen (1-sehr gut, 2-durchschnittlich, 3-schlecht). Aus allen zur Verfügung stehenden Merkmalsausprägungen der Kriterien werden möglichst realistische Kombinationen bzw. Stimuli entwickelt. Bei der Anwendung der **Zwei-Faktoren-Methode** werden aus den Merkmalsausprägungen **Trade Off Matrizen** gebildet, wobei jeweils nur zwei von n Kriterien betrachtet werden.[253] Dabei nimmt ein Kriterium die maximale (bestmögliche) und das zweite die minimale Ausprägung an,[254] wie exemplarisch in Tab. 2-6 dargestellt wurde.

[250] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 54
[251] vgl.: Backhaus (2011): Multivariate Analysemethoden, S. 15
[252] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 56
[253] vgl.: Backhaus (2011): Multivariate Analysemethoden, S. 459
[254] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 140

	Entscheidungssituation	Stimuli I	Stimuli II
Ermittlung des Trade Offs zwischen einer sehr guten Büroqualität (A1) und einer sehr guten Qualität der Umgebung (B1)	*x*	A1 – B3	A3 – B1
	y	A2 – B3	A3 – B1
	z	A3 – B3	A3 – B1
		Stimuli III	**Stimuli IV**
Ermittlung des Trade Offs zwischen einer sehr guten Büroqualität (A1) und dem besten Mietpreis (C1)	*x*	A1 – C3	A3 – C1
	y	A2 – C3	A3 – C1
	z	A3 – C3	A3 – C1

Tab. 2-6: Trade Off Matrizen für ein exemplarisches Entscheidungsproblem

In der ersten Entscheidungssituation (*x*) werden dem Entscheider zwei Stimuli gegenübergestellt, wobei eine zu bevorzugen ist. Wird in der ersten Befragung bspw. Stimuli I gegenüber Stimuli II vorgezogen, hat das Kriterium „*Qualität der Büroflächen*" einen höheren Rang als das Kriterium „*Qualität der Umgebung*". In der nächsten Frage wird die bestmögliche Ausprägung des Kriteriums A in Stimuli I um eine Einheit reduziert bzw. verschlechtert und erneut mit Stimuli II verglichen. Diese Prozedur erfolgt solange, bis sich der Entscheider für Stimuli II entscheidet.[255] Dabei wird wie beim Rangreziprok gegeneinander abgewogen, wie stark sich ein Nutzwert (A) verändern darf, um **äquivalent** mit einem anderen Nutzwert (B) zu sein. Auf diese Weise werden Substitutionsregeln für zwei Nutzenfunktionen festgelegt.[256] Gleichermaßen wird mit allen möglichen Zweier-Kombinationen verfahren. Unter der Voraussetzung, dass die Ausprägungen in numerischen Werten ausgedrückt werden können und die Wertfunktionen der Attribute bekannt sind, können die Gewichtungen der Attribute berechnet werden. Qualitativen Attributen können unter Umständen numerische Werte zugeordnet werden, wenn entsprechend viele Ausprägungen für einen sinnvollen Wertebereich zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse sind in diesem Fall **geschätzte Gewichtungen**. Bei n Attributen sind n(n-1)/2 Trade Off Matrizen zu entwickeln, sodass für das obige Beispiel insgesamt 6 Trade Off Matrizen (AB, AC, AD, BC, BD, CD) zu bilden sind.

Bei der Anwendung der **Profilmethode** besteht der zu bewertende Stimulus aus der Kombination aller Kriterien n, wobei nur eine Merkmalsausprägung i maximale Werte annimmt. Unter Berücksichtigung einer Punkteskala (wie bspw. in Tab. 2-2) werden die Stimuli gegeneinander abgewogen. Schließlich wird der geschätzte Nutzen eines Stimulus ermittelt, indem die Teilnutzen der Attributausprägungen addiert werden. Unter Berücksichtigung der vergebenen Rangwerte sowie dem Eigenschaftsrang und der Teilnutzwerte lassen sich die Kriteriengewichtungen berechnen.[257] Es sind i^n Stimuli zu bilden. Das heißt, bei einer Anzahl von vier Attributen mit jeweils drei Ausprägungen ergeben sich insgesamt $3^4 = 81$ abzufragende

[255] in Anlehnung an: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 140
[256] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 55
[257] vgl.: Backhaus (2011): Multivariate Analysemethoden, S. 464 f.

Stimuli.[258] Da diese Anzahl erhebungstechnisch nicht zu bewältigen ist, wird eine zweckmäßige Teilmenge der vollständigen Befragung ausgewählt. Andererseits liefert der erhöhte Erhebungsaufwand eine höhere Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse, wobei der Ergebnistyp eine Schätzung bleibt.

Insgesamt schafft die Kombination von Merkmalsausprägungen (Profilmethode) ein wirklichkeitsgenaues Bild eines Produktes, sodass diese Befragung einen stärkeren Realitätsbezug aufweist als die isolierte Betrachtung einzelner Attribute (einfache Paarvergleiche) oder Merkmalsausprägungen (Zwei-Faktoren Methode). Bei der Profilmethode sind alle denkbaren Kombinationen von *ex ante* formulierten Stimuli möglich. Bezogen auf Kaufentscheidungen ist die Validität der Methode durch den starken Realitätsbezug sehr hoch.[259] Die dafür erforderliche Abfrage von Eigenschaftskombinationen geht jedoch mit einem Anstieg der Bewertungskomplexität einher, die den Umfang des Untersuchungsgegenstandes stark einschränkt. Der Bewertungsaufwand und die **zeitliche Beanspruchung der Probanden steigen exponentiell mit der Anzahl zu untersuchender Attribute**. Darüber hinaus werden Stimuli **direkt bewertet**, da hier die Annahme zugrunde liegt, dass jeder Proband über ein vollständig determiniertes Präferenzmodell verfügt.[260] Im Bereich der Marketingforschung erfreut sich die CA breiter Akzeptanz, da sie v.a. in Bezug auf Zahlungspräferenzen eine zuverlässige Alternative zur direkten Preisabfrage darstellt.[261]

2.3.4.5 AHP VERFAHREN

Der **analytische Hierarchieprozess** (AHP, *Analytic Hierarchy Process*) nach SAATY stellt eine Weiterentwicklung empirisch erhobener Vergleichsurteile dar. Kriterien können dabei mehrstufig angeordnet sein, sodass das Gewichtungsproblem einen höheren Komplexitätsgrad als bei der NWA aufweisen kann.[262] Zudem wird mit dem AHP Verfahren das Problem der oben beschriebenen Inkonsistenzverhältnisse durch die mathematisch anspruchsvollere Eigenvektormethode gelöst.[263] Anders als bei bislang betrachteten Zielhierarchien ermöglicht das Verfahren eine Zergliederung in Subkriterien nicht nur auf der untersten, sondern auf allen Zielebenen. Die Bewertung erfolgt auf Basis einer von SAATY vorgeschlagenen Ordinalskala (vgl. Tab. 2-7), die mit maximal neun Werten die Grenzen des menschlichen Differenzierungsvermögens berücksichtigt. Die normierte Skala ist der erste Schritt zur Reduzierung von Inkonsistenzen.[264]

[258] vgl.: Backhaus (2011): Multivariate Analysemethoden, S. 459
[259] Zanger et al. (1998): Händlerzufriedenheit mit Telekommunikationsgroßhändlern in Trommsdorff (Hrsg), Handels-forschung 1998/99 – Innovation im Handel, Gabler Verlag: Wiesbaden
[260] vgl.: Backhaus (2011): Multivariate Analysemethoden, S. 452
[261] vgl.: Sattler, Nitschke (2003): Ein empirischer Vergleich von Instrumenten zur Erhebung von Zahlungsbereitschaften, S. 378; Dörr (2012): Auswirkungen energetischer Maßnahmen, S. 89
[262] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 73
[263] vgl.: Saaty (1990): The analytic hierarchy process
[264] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 64

Werte	Umschreibung: Gewicht des Basiselements zum Vergleichselement
1	gleich
3 (1/3)	etwas größer (kleiner)
5 (1/5)	wesentlich größer (kleiner)
7 (1/7)	viel größer (kleiner)
9 (1/9)	sehr viel größer (kleiner)
Die Zwischenelemente 2, 4, 6, 8 (resp. 1/2, 1/4, 1/6, 1/8) sind ebenfalls verwendbar.	

Tab. 2-7: AHP Gewichtungsskala in Anlehnung an SAATY [265]

Kriterien werden paarweise verglichen und in eine Evaluationsmatrix wie in Tab. 2-8 eingetragen. Das Gewichtungsverhältnis zwischen Kriterium i und Vergleichskriterium j wird ähnlich wie beim *Direct Ratio* Verfahren über Matrizen ausgedrückt (vgl. Gleichung 2.8). Aus den Elementen der Evaluationsmatrix geht eine Konsistenzprüfung hervor, da der Vergleich eines sich gegenüberstehendes Paares stets das Reziproke von dem umgekehrt gegenüberstehenden Paar bilden muss. Im nächsten Schritt werden die Verhältnisse in normierte Indizes bzw. globale Gewichtungen überführt, indem normalisierte Eigenvektoren berechnet werden.[266] Dabei wird zudem das Maß der Inkonsistenz berechnet. SAATY schlägt vor, dass bei einem Inkonsistenzverhältnis > 10 % die Paarvergleiche zu korrigieren, d.h. erneut durchzuführen sind.[267]

i \ j	1	2	3
1	1	6	3
2	1/6	1	1/3
3	1/3	3	1

Tab. 2-8: Evaluationsmatrix [268]

GERTIS et al. schlagen vor, die Gewichtungen des DGNB/BNB Bewertungssystems auf Basis des AHP Verfahrens zu überprüfen und ggf. zu korrigieren.[269] Dem wird entgegengesetzt, dass der **Erhebungsaufwand** mit n(n-1)/2 erforderlichen Paarvergleichen verhältnismäßig hoch ist. Andererseits führt die Methode zu präzisen Präferenzaussagen. Ebenso wie bei der CA erfolgt auch mit dem AHP Verfahren die Nutzenmessung auf der untersten Hierarchieebene mit unterschiedlichen Ausprägungen, wodurch den Ergebnissen eine deutlich höhere Aussagekraft verliehen wird. Problematisch dabei ist, dass aufgrund des Erhebungsaufwandes die Anzahl der zu betrachtenden Kriterien deutlich begrenzt ist. GELDERMANN führt

[265] Tabelle in Anlehnung an Saaty (1990): The analytic hierarchy process, S. 55-57; Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 86
[266] vgl.: Peters, Zelewski (2004): Möglichkeiten und Grenzen des AHP, S. 299
[267] vgl.: Saaty (2005): Theory and Applications, S. 318
[268] Quelle Tabelle: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 86
[269] vgl.: Gertis, Hauser et al. in Reichardt, Rottke (2010): Ökonomie vs. Ökologie, S. 198; Gertis, Hauser et al. (2008): Was bedeutet Platin, S.249 ff.

zudem an, dass die aufwändige Berechnung zwar eine präzise mathematische Fundierung suggeriert, die **Rationalität der Ergebnisse** jedoch fragwürdig ist, da die Verwendung einer abweichenden Bewertungsskala zu anderen Ergebnissen führt.[270]

2.3.4.6 NUTZENFUNKTIONSGESTÜTZTE VERFAHREN

Wenn die Zielgewichtung auf gegenseitiger Substituierbarkeit der Zielgrößen beruht, dann setzt die präzise Bestimmung der **Grenzraten gegenseitigen Substitution** eine kardinalskalierte Nutzenmessung voraus.[271] Gelingt dies, kann der Beitrag eines Kriteriums zum Gesamtnutzen auf Basis von **Nutzwertfunktionen** explizit berechnet werden wodurch die Schritte der Normierung und Gewichtung zusammengefasst werden. Dabei werden Gewichtungsfaktoren in Äquivalenzfunktionen beschrieben, die die Kriterienrealisation berücksichtigen. Zunächst werden die Bewertungspunkte für das Kriterium ermittelt. Für Skalen vom Typ 0(10)100 kann bspw. folgende Transformationsfunktion angewandt werden:

$$x_i = 100 \cdot \left(\frac{\tau_i - \tau_u}{\tau_o - \tau_u}\right) \qquad (2.10)^{272}$$

x_i Bewertung für das Kriterium k_i [Bewertungspunkte]

τ_i Realisation des Kriteriums k_i

τ_o oberer Grenzwert der möglichen Realisation des Kriteriums k_i

τ_u unterer Grenzwert der möglichen Realisation des Kriteriums k_i

Als obere und untere Grenzwerte können entweder zuvor festgelegte Werte oder die Minima und Maxima der betrachteten Alternativen herangezogen werden. Folglich sind bei **variablen Grenzwerten** auch die Gewichtungen variabel. Auf Basis der **Nutzenfunktion** des Kriteriums kann im nächsten Schritt der Beitrag zum Gesamtnutzen direkt berechnet werden. Die Gewichtung ergibt sich folglich aus den direkten Zielerträgen. Dies wird anhand eines Beispiels erläutert. Tab. 2-9 beinhaltet die Kriterienskalierung für zwei ökonomische Kriterien k_1 ROI (*Return on Investment*) und k_2 NPV (*Net Present Value*). Zur Vereinfachung sei angenommen, dass mit den beiden Kriterien die ökonomische Zieldimension des Bewertungsproblems vollständig beschrieben ist. Die zugehörige Nutzenfunktion beider Kriterien lautet

$$\hat{\Phi}_i = 100 \left[1 - \left(1 - \tau_i / 100\right)^2\right]^{273}.$$

[270] vgl.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 126
[271] Zitat: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 55
[272] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S.63; Eekhoff (1981): Grdlg. d. Entwicklungsplanung, S.46
[273] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 64

Kriterium	τ_o, …								, τ_u
k_1 ROI (%)	20	18	14	12	10		**6**	2	0
k_2 NPV (Mio. GE)	130					**100**			80

Tab. 2-9: Exemplarische Kriterienskalierung [274]

In den Kriterien wurden die Realisationen $\tau_1 = 6\ \%$ ROI; $\tau_2 = 100$ Mio. GE erreicht. Es folgt:

$$x_1 = 100 \left(\frac{6-0}{20-0} \right) = 30 \quad \text{und} \quad x_2 = 100 \left(\frac{100-80}{130-80} \right) = 40.$$

Folglich betragen die Nutzwerte:

$$\hat{\Phi}_1 = 100 \left[1-(0,7)^2 \right] = 51 \quad \text{und} \quad \hat{\Phi}_2 = 100 \left[1-(0,6)^2 \right] = 64.$$

Über den Schritt der linearen Normierung wird schließlich der relative Zielertrag zur ökonomischen Zieldimension und damit die Kriteriengewichtung w ermittelt:

$$\hat{w}_1 = \frac{51}{(51+64)} = 0,44 \qquad \text{und} \qquad \hat{w}_2 = \frac{64}{(51+64)} = 0,56.$$

Nutzenfunktionen drücken die Beziehung zwischen den Konsequenzen einer Alternative und dem daraus resultierenden Nutzen aus und können jeden denkbaren Verlauf annehmen.[275] Gleiches gilt für Transformationsfunktionen, wobei diese in der Regel auf eine Skalentransformation mit festgelegten oberen und unteren Grenzwerten (z.B. 0 und 100) abzielt.[276]
Unter der Voraussetzung, dass sich der Zielertrag eines Kriteriums über eine wirkungsbasierte Nutzenfunktion beschreiben lässt, kann im Gegensatz zu funktionsfreien Verfahren auf individuelle Nutzenvorstellungen verzichtet werden. Gemäß WEBER ist die Relevanz für die praktische Anwendung jedoch gering,[277] was vor allem mit dem zusätzlichen Aufwand für die zu entwickelnden Nutzenfunktionen begründet werden kann. Zudem stellt die formale Voraussetzung **numerischer Eingangsdaten** bei qualitativen Bewertungskriterien eine Herausforderungen dar. Dennoch überzeugt dieser Ansatz aufgrund der mit den Wirkungsaussagen einhergehenden formalen Rationalität.

2.3.5 Zusammenfassung und Fazit

Der Prozess der Wertsynthese vollzieht sich mehrstufig von der **Transformierung** der Bewertungsergebnisse zu Bewertungspunkten (Normierung) über die **Gewichtung** auf allen Hierarchieebenen bis hin zur (teil-/) kompensatorischen **Aggregation** und mündet in eine finale **Bewertungsaussage** durch Einordnung in eine Rangfolge oder in eine Ratingklasse.

[274] in Anlehnung an Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 58
[275] vgl. hierzu einige Beispiele in: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 64
[276] vgl. hierzu einige Beispiele in: Eekhoff (1981): Grundlagen der Entwicklungsplanung, S. 47
[277] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 64

Generell fokussieren die in der Literatur betrachteten Entscheidungsprobleme einen durch ein Unternehmen, eine Behörde oder eine Einzelperson zu bewertenden multikriteriellen Sachverhalt mit dem Ziel einer rationalen Entscheidungsfindung im Sinne der Nutzenmaximierung. Der hier zugrundeliegende Untersuchungsgegenstand weicht davon insofern ab, dass das Bewertungsproblem einen Nutzen aus gesellschaftlicher Sicht statt Einzelinteressen adressiert und dass das Ergebnis auf eine Klassifizierung statt auf eine Entscheidung abzielt. Umso dringender scheint der Bedarf, die bislang übliche Herangehensweise der Ausrichtung an subjektiven Nutzenvorstellungen durch **objektive Wirkungsanalysen** zu ersetzen.

Wenn Entscheidungen grundsätzlich auf Basis der zu erwartenden Zielerträge der betrachteten Handlungsalternativen zu treffen sind, dann muss die Entscheidungsmethode auf einer soliden **Wirkungsanalyse** beruhen.[278] Sind die Informationen über Konsequenzen der Handlungsalternativen hingegen unzureichend, können diese nicht durch das bloße Einsetzen von Punkten ersetzt werden.[279] Um die NWA jedoch als Mess- und Klassifizierungsinstrument für Nachhaltigkeit zu nutzen, ist der gesamte Prozess der Wertsynthese an den **Konsequenzen der Planungsalternativen** respektive an deren kardinalskalierten Nutzwerten auszurichten.

Der erste kritische Prozess ist die **Normierung** bzw. Umskalierung von physisch messbaren Bewertungsergebnissen zu Bewertungspunkten. Vielversprechend erscheint der Ansatz der **nutzenfunktionsgestützten Verfahren,** bei dem Normierung und Gewichtung auf den direkt messbaren Beitrag zum Gesamtnutzen beruhen. Voraussetzung ist, dass die Nutzen- oder Zielfunktion nicht die subjektiven Nutzenvorstellungen ausdrückt, sondern die Relation zwischen den Konsequenzen einer Planungsalternative und den Beitrag zur Zielerreichung nach dem Determinanzkonzept abbildet. Die Messung des Zielertrags kann für jedes Teilziel isoliert erfolgen, indem eine für das Teilziel spezifische Nutzenfunktion identifiziert wird. Folglich kann der Beitrag eines Kriteriums respektive seine Konsequenzen auf einer Nutzenskala abgebildet werden. Eine besondere Herausforderung stellt die parallele Einbindung quantitativer und qualitativer Zielkriterien dar. Bislang wurde dieses Verfahren für die praktische Anwendung wenig diskutiert. Der Mehrwert eines objektiven und formal rationalen Bewertungsprozesses rechtfertigt den zusätzlichen Aufwand für eine wirkungsbasierte Bewertung.

Darüber hinaus steht eine Vielzahl an **nutzenfunktionsfreien Verfahren** zur Bestimmung von Gewichtungen zur Verfügung, die sich nach dem Relevanzprinzip auf die individuelle Präferenzentscheidung des Entscheidungsträgers stützen. Da die Verfahren verschiedene Gewichtungsmuster aufweisen und folglich zu unterschiedlichen Gewichtungen führen, wirkt sich die Methodenwahl unmittelbar auf die Ergebnisse multikriterieller Analysen aus.[280] Wäh-

[278] vgl.: Eekhoff (1981): Grundlagen der Entwicklungsplanung, S. 38
[279] vgl.: ebenda, S. 39
[280] vgl.: Ottmann, Lifka (2011): Moderne Methoden zur Unterstützung strateg. Immobilienentscheidungen, S. 11 f.

rend die direkte Gewichtung und *Swing* Verfahren tendenziell zu flacheren Gewichtungskurven führen, d.h. dass sich die Gewichtungen nur in geringem Maße unterscheiden, weisen AHP und CA Verfahren eher steile Gewichtungskurven auf.[281] Da es kaum formale Anforderungen für die Wahl einer geeigneten Gewichtungsmethode gibt, schlagen verschiedene Autoren vor, den Ansatz zu bevorzugen, der fallspezifisch realistische Nutzenunterschiede erwarten lässt.[282] Folglich stellt die Wahl einer geeigneten Gewichtungsmethode bereits einen kritischen Punkt dar.

Während direkte Gewichtungen und einfache Paarvergleiche nur bei einfachen Bewertungsproblemen angewandt werden sollen, stellen CA und AHP Verfahren präzise und mathematisch fundierte Methoden dar, die v.a. für komplexe Entscheidungsprobleme entwickelt wurden. Mit den letztgenannten können neben der inter- auch die **intrakriterielle Kriteriengewichtungen** ermittelt werden, indem der Beitrag unterschiedlicher Attributausprägungen zum Gesamtnutzen geschätzt wird. Auf diese Weise kann der Normierungsprozess einbezogen werden. Bei der CA und dem AHP Verfahren ist der Untersuchungsumfang jedoch stark begrenzt, da der Erhebungsaufwand exponentiell mit der Anzahl der zu betrachtenden Kriterien ansteigt. Bei allen vorgestellten Methoden sind die Ergebnisse sorgfältig auf interne Konsistenz zu überprüfen und zudem die ermittelten Nutzendifferenzen zu interpretieren. Da die nutzenfunktionsfreien Verfahren zu den **Entscheidungsmethoden bei Sicherheit** gehören,[283] ist grundsätzlich die Voraussetzung zu erfüllen, dass die Entscheider intervallskalierte Nutzenunterschiede tatsächlich „*sicher*“ approximieren können. Bei Unsicherheit ist auf eine ordinale Differenzierung sowie weiterführende Entscheidungsregeln zurückzugreifen,[284] wobei dies beim Ergebnisausgang bzw. der Alternativenwahl kenntlich gemacht werden sollte. Grundsätzlich ist die Gewichtung über **individuelle Präferenzartikulation** valide, vorausgesetzt sie werden von den Individuen getätigt, die von den Konsequenzen des zu bewertenden Sachverhalts direkt betroffen sind.

Pauschale Präferenzartikulationen für Kriterien, die ohne die möglichen Ausprägungen und deren Konsequenzen getätigt werden, resultieren in unzuverlässige Gewichtungen.[285] Ferner sollte eine Gewichtung nicht auf geschätzten Zielerfüllungsbeiträgen für Kriterien beruhen, sondern auf soliden Wirkanalysen, die verschiedenen Ausprägungen einbeziehen. In mehreren Studien wurde belegt, dass es zu Verzerrungseffekten durch die Wahl der Variationsbreite kommen kann, da ein Attribut bei einem sehr großen zu betrachtenden Ausprägungsintervall anders bewertet wird als bei einem kleineren Intervall.[286] Dieses Phänomen wird als

[281] vgl.: ebenda.
[282] vgl. u.a.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 54; Ottmann, Lifka (2011): Moderne Methoden S. 12; Hugenroth in Reichardt, Rottke (2010): Ökonomie vs. Ökologie, S. 148
[283] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S.55 ff.
[284] vgl.: ebenda, S. 130 ff.
[285] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 159
[286] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 56; Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 62; Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 159

Bandbreiteneffekt bezeichnet und hängt mit dem Informationsgehalt zusammen, der dem Entscheider zur Verfügung gestellt wird. Folglich sind *„Gewichtungen … nur in Bezug auf definierte Ausprägungsintervalle der Zielvariablen sinnvoll interpretierbar."* [287] Dieses Prinzip gilt für übergeordneter Zielebenen gleichermaßen, da disaggregierte Ziele tendenziell übergewichtet werden während aggregierte Ziele untergewichtet werden.[288] Eine adäquate Anzahl an Unterzielen ist jedoch erforderlich, um die Messbarkeit des Sachverhalts zu verbessern oder im Falle von Nachhaltigkeitsbewertungen zu ermöglichen. Um diesen Effekt entgegenzuwirken, ist von vornherein sicherzustellen, dass das Maß der Disaggregation einheitlich ist, indem die zu bewertenden Attribute einen ähnlichen Informations- und Detaillierungsgrad aufweisen. Entsprechend ist dieser Detaillierungsgrad auch bei der Ermittlung der Gewichtungen zu berücksichtigen.

In Bezug auf die **Wertaggregation** stellt Präferenzunabhängigkeit eine wesentliche Bedingung für die Anwendung des additiven Modells dar. Diese ähnelt der von ZANGEMEISTER geforderten Nutzenabhängigkeit. Darüber hinaus steht der kompensatorische Charakter der NWA dem Gleichberechtigungspostulat der Nachhaltigkeitssäulen gegenüber, sodass ggf. weiterführende Aggregationsregeln zur Kompensationseinschränkung zu formulieren sind.

2.4 BEWERTUNG VON GEBÄUDENACHHALTIGKEIT

Nachfolgend wird der aktuelle Status Quo der Bewertung von Gebäudenachhaltigkeit anhand des DGNB/BNB Bewertungssystems vorgestellt. Zunächst werden einige normative Grundlagen erläutert und anschließend die bewertungstheoretische Ausgangssituation und methodische Lösungsansätze vorgestellt. Dabei wird die in dieser Arbeit zugrunde liegende Problemstellung in Bezug auf die Wertsynthese detailliert analysiert und weiter konkretisiert.

2.4.1 NORMATIVE GRUNDLAGEN

Im Jahre 2002 wurde das **Technische Komitee für Nachhaltiges Bauen (TC 350)** gegründet[289], um einheitliche Methoden und Herangehensweisen für die Beschreibung und Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden zu regeln.[290] Das Ergebnis ist die vierteilige **Normenreihe DIN EN 15643**, die den inhaltlichen Rahmen für ein Bewertungssystem für Gebäudenachhaltigkeit bildet, Methodenkonventionen beschreibt und gleichzeitig die Harmonisierung relevanter Regelwerke auf europäischer Ebene sicherstellt. Die in Abb. 2-6 dargestellten Bereiche innerhalb des gestrichelten Rechtecks zählen zu den Inhalten der Normenreihe.

[287] Zitat: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 159
[288] vgl.: Pöyhönen, Hämäläinen (1998): Notes on the Weighting Biasesin Value Trees, S. 160; Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 160
[289] Zunächst wurde der Normungsausschuss European Committee for Standardization (CEN) gegründet, aus dem das internationale (ISO TC 59 SC17) und das europäische *Technical Committee* (*TC) 350-Sustainability of Construction Works* (dt.: Technisches Komitee für Nachhaltiges Bauen) hervorging.
[290] vgl.: BBSR (2012): Europäische und internationale Normung

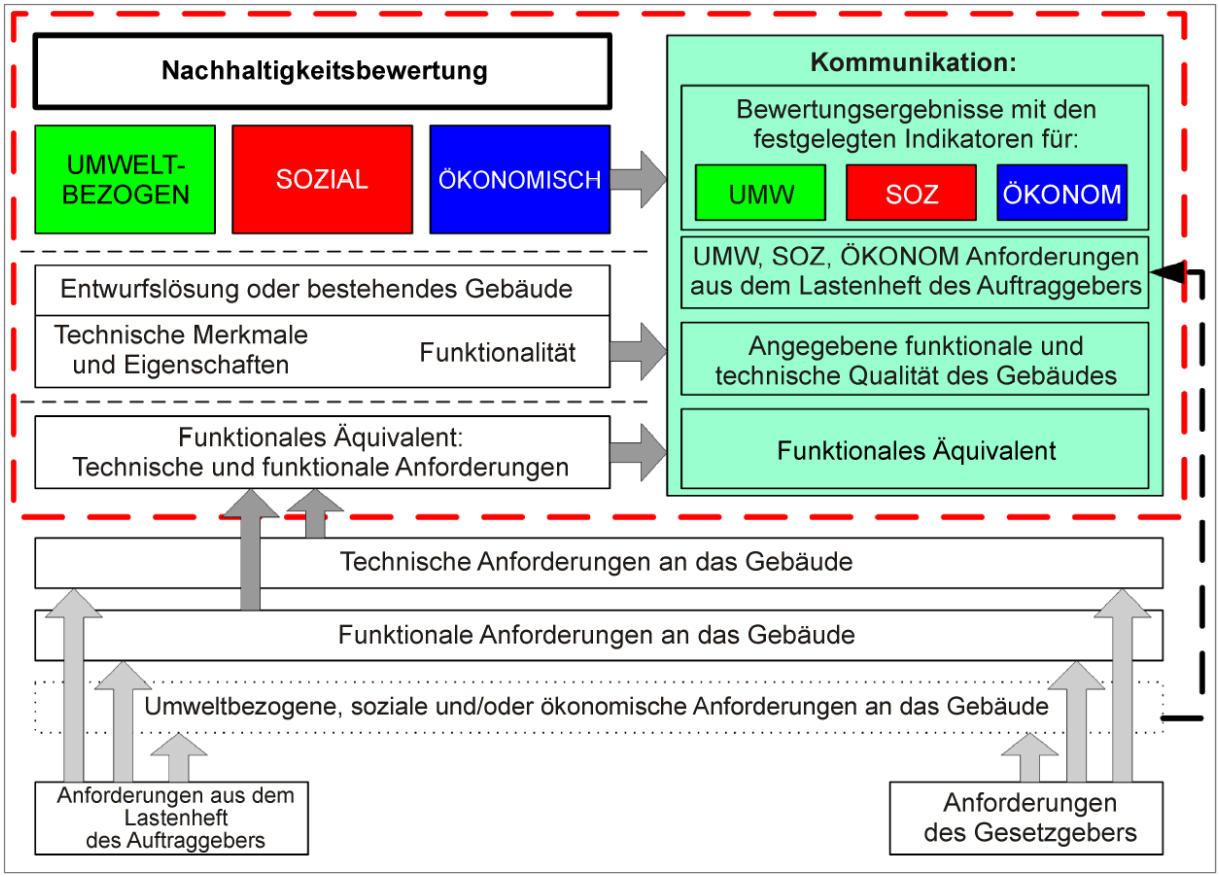


Abb. 2-6: Konzeption der Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden gemäß DIN EN 15643-1:2010

Während sich der erste Teil mit allgemeinen Rahmenbedingungen auseinandersetzt, werden in den drei darauffolgenden Teilen spezifische Besonderheiten der Bewertung von jeweils soziokultureller, ökonomischer und umweltgerechter Gebäudequalität geregelt. Der **Geltungsbereich** erstreckt sich von Neubauprojekten in der Planungsphase über Bestandsgebäude und differenziert nicht nach Nutzungsarten. Anforderungen oder Bewertungsmaßstäbe für Gebäudenachhaltigkeit sind nicht Bestandteil der Norm. Stattdessen wird ausdrücklich auf das individuelle Bewertungsziel verwiesen. Neben formalen Anforderungen an Aufbau, Systematik und Dokumentation der Bewertung haben insbesondere Transparenz, Prüf- und Nachvollziehbarkeit eine große Bedeutung.[291]

Beruhend auf einem **wirkungsbasierten Ansatz** soll mit der Nachhaltigkeitsbewertung gemäß DIN EN 15643 die *„Auswirkungen […] der umweltbezogenen, sozialen und ökonomischen Qualität von Gebäuden“*[292] beurteilt werden. Im Allgemeinen sind Auswirkungen systematische Einschätzungen der Wahrscheinlichkeit des Zustandekommens bestimmter Sachverhalte und deren Folgen.[293] Im Besonderen sind die Auswirkungen gemeint, die von Eigenschaften eines Bauwerks bzw. der Bauwerksteile, Abläufe oder Dienstleistungen im Verlauf des Lebenszyklus hervorgerufen werden. Diese lassen sich weiter differenzieren:

[291] vgl.: König, Kohler et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, S.99
[292] Zitat: DIN EN 15643-1 (2010): Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken. S.4; und vgl. S. 11, 22
[293] vgl.: ebenda., Abschnitt 3.26

- **Ökologische Auswirkungen** beinhalten günstige und schädliche Veränderungen der Umwelt über den Gebäudelebenszyklus hinweg, wie z.B. Nutzung von Energie- und Massenströmen, Emissionen in die Atmosphäre, Produktion und Trennung von Abfällen, Wasser- und Landnutzung.[294]
- **Soziale Auswirkungen** beinhalten günstige und schädliche gesellschaftliche Veränderungen oder Veränderungen der Lebensqualität über den Gebäudelebenszyklus hinweg und adressieren die Nutzer des Gebäudes sowie dessen unmittelbare Nachbarschaft.[295]
- **Ökonomische Auswirkungen** beinhalten günstige und schädliche Veränderungen der ökonomischen Bedingungen über den Gebäudelebenszyklus hinweg[296] und adressieren vor allem Lebenszykluskosten und Lebenszykluserfolg.[297]

Als Verursacher dieser Auswirkungen bilden funktionale und technische Eigenschaften durch ihre *„[…] Wechselwirkungen mit der umweltbezogenen, sozialen und ökonomischen Qualität die Voraussetzung für eine Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden“.*[298] Demzufolge werden gemäß DIN EN 15643 die technischen und funktionalen Eigenschaften nicht direkt bewertet, sondern bilden die **Basis für das Sachmodell** und werden implizit durch o.g. Auswirkungen bewertet.[299] Das Ergebnis des Zusammenspiels der Eigenschaften spiegelt sich in der **integralen Gebäudequalität** wider.[300] Folglich liegt hierbei das Drei-Säulen-Modell mit integrativem Ansatz zugrunde.

Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass Bewertungsergebnisse von Gebäuden oder Bauteilen nur dann miteinander verglichen werden sollten, wenn diese äquivalent sind, d.h. mindestens bezüglich funktionaler Anforderungen sowie Nutzung übereinstimmen.[301] **Funktionale Äquivalenz** liegt vor, wenn Gebäude in folgenden Punkten übereinstimmen:

- Art des Gebäudes bezogen auf die vorgesehene Nutzungsart, z.B. Büro, Hotel;
- Nutzungsgefüge, z.B. Anteil Leerstand, Hauptnutzungszeiten;
- maßgebliche technische und funktionale Anforderungen;
- klimatische Bedingungen;
- Fläche und/oder Volumen sowie
- geforderte Nutzungsdauer.[302]

Zudem können ökonomische, umweltbezogene und soziale Auswirkungen auf ein funktionales Äquivalent, wie z.B. m^2_{NGF}, bezogen werden.[303] Vom funktionalen Äquivalent abweichen-

[294] vgl.: DIN EN 15643-2 (2012): Bewertung der umweltbezogenen Qualität, S. 11 f./Abschnitt 3.23-24
[295] vgl.: DIN EN 15643-3 (2012): Bewertung der sozialen Qualität, S. 13/Abschnitt 3.37
[296] vgl.: DIN EN 15643-4:2012 Bewertung der ökonomischen Qualität, S.10/Abschnitt 3.17-18
[297] vgl.: ebenda, S.17 f./Abschnitt 4.3
[298] Zitat: DIN EN 15643-1 (2010): Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken, S.5
[299] vgl.: ebenda, Abschn.3.68
[300] vgl.: ebenda, S.5
[301] vgl.: ebenda, Abschn. 5.3
[302] vgl.: ebenda, Abschn. 5.3, Abschn. 3.29
[303] vgl.: DIN EN 15643-1 (2010): Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken, Abschn. 5.6

de technische und funktionale Qualitätseigenschaften des Gebäudes müssen zusätzlich im Bewertungsbericht aufgeführt werden.
Darüber hinaus fordert die DIN EN 15643 bei ökologischen und ökonomischen Lebenszyklusanalysen Bewertungsergebnisse für **sämtliche Lebenszyklusphasen einzeln** und aggregiert anzugeben und zwischen Baukonstruktion und Gebäudebetrieb zu unterscheiden.[304] Diese Differenzierung ist erforderlich, um die optimale Planungsalternative nach dem Verursacherprinzip zu identifizieren. Bspw. kann eine hochwertige Baukonstruktion in der Bauphase zu erhöhten umweltbezogenen und ökonomischen Auswirkungen führen, die sich über die Nutzungsphase im Gebäudebetrieb amortisieren sollen, jedoch bei Austausch- und Entsorgungsprozessen erneut einen höheren Aufwand generieren. Währenddessen ist bei sozialen Auswirkungen lediglich die Gebäudenutzungsphase von Interesse.

Zusammenfassend basiert die Nachhaltigkeitsbewertung gemäß DIN EN 15643 auf einem kausalbasierten Ansatz, bei dem die umweltbezogenen, ökonomischen und sozialen Wirkungen von Bauwerkseigenschaften über den Gebäudelebenszyklus zu bewerten sind. Dabei liegt der integrative Nachhaltigkeitsansatz zugrunde.

2.4.2 DGNB/BNB BEWERTUNGSSYSTEM

Nachfolgend wird das DGNB/BNB Bewertungssystem beschrieben, wobei das Hauptaugenmerk auf den einzelnen Schritten der Wertsynthese liegt. Um systematisch Objektivierungspotenziale zu identifizieren, werden folgende aus Abschnitt 2.3 abgeleitete Fragestellungen zugrunde gelegt:

- Auf welcher Basis erfolgt die **Transformierung** der Bewertungsergebnisse zu Bewertungspunkten (Normierung)?
- Ist die **Gewichtungsmethode** bezogen auf den zu bewertenden Sachverhalt valide?
- Kann davon ausgegangen werden, dass die Experten die **Zielertragsdifferenzen** zwischen den Zielkriterien „sicher“ abschätzen konnten?
- Welche **Wertbeziehungen** bestehen und durch welche Aggregationsregeln wird Kompensation eingeschränkt?
- Ist die Präferenz- bzw. **Nutzenabhängigkeit** der DGNB/BNB Kriterien gegeben?
- Welche **Bewertungsaussage** geht mit der finalen Einordnung in die Ratingklassen Gold, Silber, Bronze einher?

Darüber hinaus soll erörtert werden, inwiefern das Bewertungssystem mit den Forderungen der DIN EN 15643 übereinstimmt.

[304] vgl.: ebenda, 5.2, Abschn. 5.6.2

2.4.2.1 HISTORIE UND BEWERTUNGSAUFGABE

Aufgabe der DGNB e.V. als Zertifizierungsstelle ist es, Zertifikate für nachhaltige Gebäude zu vergeben. Bei einer Zertifizierung steht die Intention im Vordergrund, durch die Bescheinigung der nachhaltigen Qualität des Gebäudes dessen Vermarktungsfähigkeit zu steigern.[305] Grundsätzlich wird mit der **Zertifizierung** einer Institution oder eines Produktes die **Konformität mit definierten Anforderungen** bestätigt, die zuvor als Zertifizierungsstandard festzulegen sind.[306] Diesen Standard bildet der DGNB/BNB Kriterienkatalog, der die Anforderungen an Gebäudenachhaltigkeit in Orientierung an DIN EN 15643[307] definiert. Unter Einbezug verschiedener Akteursgruppen wurde der Entstehungsprozess inter- und transdisziplinär gestaltet und die parallelen Entwicklungen zur Umsetzung der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie einbezogen.[308]

Aufgabe des BMUB ist es, durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)[309] das Nachhaltige Bauen in Deutschland zu fördern, Politik fachlich zu beraten und als Multiplikator für das technische und methodische Fachwissen zu fungieren.[310] Dies erfolgt neben der Weiterentwicklung des Bewertungssystems für Nachhaltiges Bauen und dessen Anwendung auf Bundesgebäude durch das Nachhaltigkeitsportal[311] und den Leitfaden Nachhaltiges Bauen.[312]

Der erste Systementwurf wurde als Resultat kooperativer Forschungsaktivitäten vorgelegt.[313] Die Qualitätssicherung und Weiterentwicklung des Bewertungssystems stand in enger Verbindung mit Wissenschaft, Bauwirtschaft, öffentlicher Bauverwaltung sowie Verbänden[314] und wurde durch den **Runden Tisch Nachhaltiges Bauen**[315] organisiert und gebündelt. Themenspezifische, transdisziplinäre Arbeitsgruppen sowie weitere Forschungsprojekte realisierten die inhaltliche Ausgestaltung. In einer zweiteiligen Pilotphase wurde das System bzgl. Anwendbarkeit und Zielniveau getestet. Das Ergebnis wurde mit der Basissystemvariante 2009 für Büro- und Verwaltungsgebäude gemeinsam vom BMVBS und DGNB e.V. vorgelegt. Im Jahre 2010 wurde die öffentlich-private Trägerschaft gelöst. Systemvarianten werden seither auf beiden Seiten getrennt und unabhängig voneinander weiterentwickelt. Die damit verbundenen Aufgaben der Geschäftsstelle Nachhaltiges Bauen des BMVBS wurden im Frühjahr 2014 dem Referat Nachhaltiges Bauen des BMUB übertragen.

---

[305] vgl.: Schäfer, Lützkendorf et al. (2010): ImmoWert, S.126
[306] vgl.: DIN EN ISO/IEC 17000 (2005): Konformitätsbewertung, S.15, Abschnitt 5.5
[307] vgl.: DIN EN 15643-1 (2010): Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken. Allg. Rahmenbeding., Abschn. 1
[308] Staatssekretärausschuss „Nachhaltige Entwicklung“ (2009)
[309] Hinweis: Das BBSR ist organisatorisch im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) eingegliedert.
[310] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 49 f.
[311] BMUB (Hrsg.) (2014): Informationsportal Nachhaltiges Bauen
[312] BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen
[313] BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden
[314] vgl.: Graubner, Lützkendorf (2008): Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit, S. 60
[315] Der **Runde Tisch Nachhaltiges Bauen** ist ein Gremium des Bundes zur Unterstützung des Nachhaltigen Bauens. Die Erkenntnisse regelmäßiger Sitzungen, fachspezifischer Arbeitsgruppen sowie weiterführender Forschungsaktivitäten fließen in den Leitfaden Nachhaltiges Bauen sowie in das BNB System ein. vgl.: BMUB (Hrsg.) (2014): Informationsportal Nachhaltiges Bauen

Das DGNB/BNB Bewertungssystem führt die sachliche Diskussion der Gebäudenachhaltigkeit in Deutschland an und löst bedeutende **Impulse** aus. In der Baustoffindustrie wurde bspw. eine weitreichende Reduzierung von Umwelteinwirkungen bei der Herstellung von Bauprodukten angestoßen. Die für die Zertifizierung erforderliche Ökobilanz basiert u.a. auf baustoffspezifischen Umwelt-Produktdeklarationen (engl. *Environmental Product Development*, EPD).[316] Da bei der Ökobilanz nach DGNB/BNB eine kalkulatorische Nutzungsdauer von 50 Jahren angesetzt wird, kommt dem konstruktionsbezogenen Anteil eine entsprechend hohe Bedeutung zu.[317] Dieser Umstand sowie die zunehmende Sensibilisierung der Gebäudenutzer für ökologische und gesundheitlich unbedenkliche Materialien lösten weitreichende Veränderungen aus. Zunehmend untersuchen Baustoff- und Bauproduktthersteller ihre Produktionsprozesse und Rezepturbestandteile hinsichtlich Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit, passen diese z.T. an und veröffentlichen die Ergebnisse in EPDs.[318] Demzufolge nimmt das DGNB/BNB Bewertungssystem neben einer **Auszeichnungs-** auch eine **Multiplikatorfunktion** für Gebäudenachhaltigkeit und damit eine hohe gesellschaftliche Verantwortung ein. Entwicklungen mit derartiger gesellschaftlicher Tragweite und demokratischer Relevanz sollten mit einer **Transparenzverpflichtung** einhergehen, sodass zugrunde liegende **Werte** offengelegt werden.[319]

2.4.2.2 AUFBAU UND ZIELSYSTEM

Das DGNB/BNB System ist ein **multikriterielles Verfahren** zur Bewertung von Gebäudenachhaltigkeit und basiert auf der Nutzwertanalyse.[320] Unter Einbezug der Schutzziele des Nachhaltigen Bauens[321] wurden sechs Gebäudequalitäten abgeleitet (vgl. Abb. 2-7), die die **zweite Hierarchieebene** darstellen. Der ursprüngliche Ansatz beinhaltete, die Beurteilung der Nachhaltigkeitsqualität eines Gebäudes anhand der ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Qualität auszurichten.[322] In Anlehnung an CEN wurden zusätzlich technische und funktionale Aspekte und später auch Prozess- und Standortqualität mit einbezogen, wobei letztere nur informativ ausgewiesen und nicht ergebniswirksam ist.[323] Für jede *Qualität* wurden operative Bewertungskriterien entwickelt, die die Anforderungen bzw. Bedingungen an den Bewertungsgegenstand enthalten. Die **Bewertungskriterien** stellen den Kern des

316 BMVBS (2012): Umweltdeklarationen für Bauprodukte

317 In einer detaillierten Voruntersuchung zu den Lebenszyklusanalysen des DGNB/BNB Systems wird argumentiert, dass bei einer kalkulatorischen Nutzungsdauer von 80 Jahren die Versorgungsmedien mit einem Anteil von bis zu 80% der Umweltbelastungen zu stark in den Vordergrund treten. Mit einer kalkulatorischen Nutzungsdauer von 50 Jahren liegt das Verhältnis im Regelfall bei 60% nutzungsbezogenen und 40% konstruktionsbezogenen Anteil. Daher wurde bewusst ein Impuls zur Verbesserung der Herstellungsbilanz gesetzt. vgl.: König (2007): Orientierungswerte für die Bewertung von Hochbauten - erste Stufe: Bürogebäude, S. 92

318 vgl.: Gertis, Hauser et al. (2008): Entwicklung von Nachhaltigkeitsbewertungsverfahren, S. 255; Lützkendorf (2009) Nachhaltiges Bauen; erschienen in Stiftung Bauwesen (Hrsg.): Brennpunkt, S. 66

319 vgl.: Acatech (Hrsg.) (2012): Technikzukünfte, S. 31

320 vgl.: BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden, S. 141

321 Schutzziele des Nachhaltigen Bauens beschrieben in BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 24

322 vgl.: Graubner, Lützkendorf (2008): Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit, S.56

323 Zitat: Gertis, Hauser et al. (2008): Was bedeutet Platin, S. 247; Graubner, Lützkendorf (2008): Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit, S. 55

Bewertungssystems dar, da sie sowohl die Grundlage zur Beschreibung des Bewertungsgegenstandes (Sachmodell) beinhalten als auch den spezifischen Wertungsmaßstab (Wertsystem). Das zugrunde liegende Bewertungsproblem wird durch Planungsalternativen von Gebäuden mit unterschiedlichen technischen und funktionalen Ausprägungen charakterisiert.

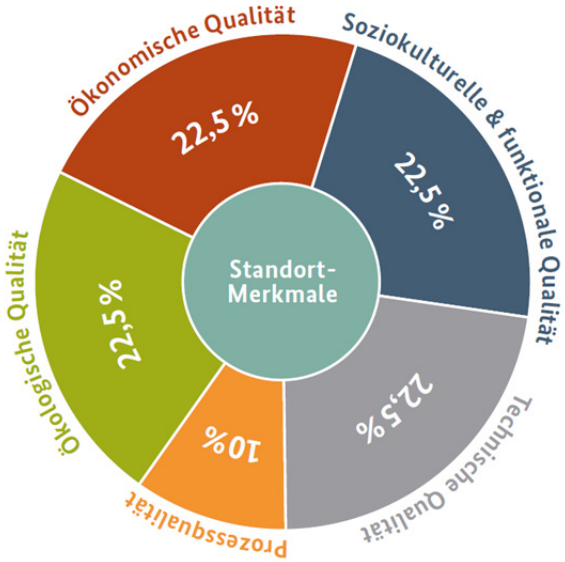


Abb. 2-7: Qualitäten des Nachhaltigen Bauens [324]

Die Bewertung auf Basis des DGNB/BNB Kriterienkatalogs deckte erstmalig den ganzheitlichen Ansatz der Gebäudenachhaltigkeit ab.[325] In diesem Zusammenhang ist häufig von **Gebäudeperformance** die Rede, unter der das Ausmaß verstanden wird, in dem ein Gebäude nachhaltige Leistungs- und Funktionsansprüche erfüllt.[326] Dabei wird das Gebäude als ein Träger von Leistungsattributen verstanden, deren Leistungsfähigkeit in Bezug auf ökologische, funktionale und ästhetische Ansprüche messbar ist. **Nutzerorientiert** bedeutet dabei, wenn nicht nur die Präferenzen des Bauherrn, sondern auch die Wünsche der Nutzer Einfluss in die Entwurfs- und Gestaltungsphase finden.[327]

Formal stellen Kriterien die unterste Hierarchieebene des Bewertungssystems dar. Da sich ein Kriterium aus bis zu 16 einzelnen Bewertungsaspekten zusammensetzt, erfolgt eine weitere Zergliederung in Attribute. Je nach Messmethode wird zwischen quantitativen und qualitativen Bewertungskriterien unterschieden. Die Bewertung quantitativer Aspekte erfolgt auf Basis von Bilanzierung, Messung oder Berechnung für bspw. Raumklima und Behaglichkeit oder Gebäudehülle und Energiebedarf. Zur Bewertung **qualitativer Parameter** kommen überwiegend Ratingmethoden oder Checklisten zum Tragen.[328]

Objektivität und das **Relativitätsprinzip** gelten als Gütekriterien der Bewertung und sind dann gegeben, wenn *„das Ermessen des Bewertenden bei der Durchführung und Auswer-*

[324] Quelle der Abb.1: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 47
[325] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 48
[326] vgl.: Richter (2009): Architekturpsychologie, S. 375
[327] vgl.: ebenda, S. 153
[328] vgl.: Graubner, Lützkendorf (2008): Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit, S. 56

tung ausgeschaltet ist und bei der Ergebnisinterpretation auf ein Minimum begrenzt" [329] wird und eine Überprüfung durch unabhängige Dritte zum gleichen Ergebnis kommt[330]. Ziel ist es dabei, das Risiko eines Ermessensmissbrauches zu reduzieren.[331] Aufgrund der überwiegenden Quantifizierung der Ergebnisse ist ein adäquates Maß an Objektivität bei der Durchführung der Bewertung gegeben.[332] Das Relativitätsprinzip wird durch die Konformitätsprüfung gewährleistet. Es ist jedoch anzumerken, dass das mögliche Maß der Sorgfältigkeit bei der Durchführung der Lebenszyklusanalysen stark von der Datenlage abhängt.

Um **Mehrfachbewertung** einzelner Ziele zu vermeiden, musste in der ersten Generation der NWA Nutzenunabhängigkeit gewährleistet werden.[333] Mehrere Sensitivitätsanalysen, die von verschiedenen Forschungsreinrichtungen durchgeführt wurden, bestätigen z.T. starke **Wechselwirkungen** zwischen den DGNB/BNB Kriterien.[334] Hinsichtlich der **Redundanz** ist anzumerken, dass es beim BNB System Kriterien gibt, die mehrfach in die Bewertung eingehen.[335] Bei der DGNB Systemversion 2012 wurde dies bereits optimiert. Gemäß Abb. 2-7 geht die Standortqualität scheinbar nicht in die Bewertung ein. Beim DGNB System fließen jedoch drei der vier Standortkriterien in die Bewertung des ökonomischen Kriteriums Marktfähigkeit (ECO2.2) ein, sodass die Standortqualität indirekt in die Bewertung eingeht. Dadurch kommt es zu einer Verschiebung der Gewichtungen, auch wenn die Bedeutungsfaktoren und Qualitätsgewichtungen beider Systeme identisch sind.

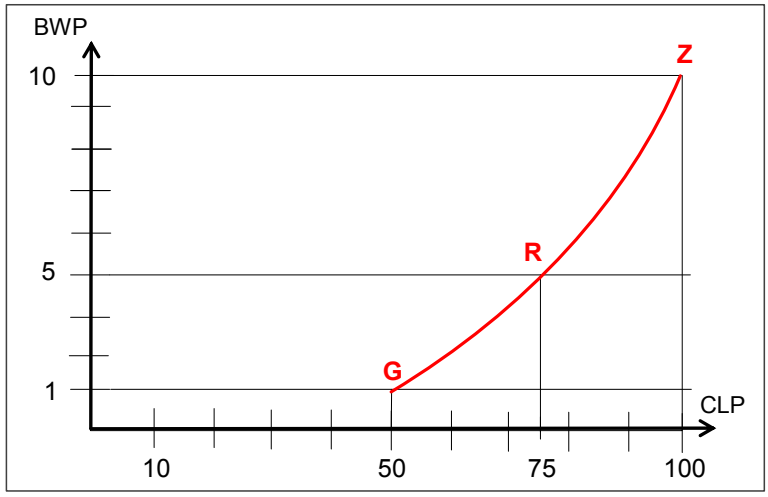
2.4.2.3 NORMIERUNG

Die Normierung beinhaltet die Transformation der heterogenen Maßstabsskalen der DGNB/BNB Kriterien zu einer einheitlichen Bewertungsskala. Dabei werden quantitative Bewertungsergebnisse kardinalskalierter Messungen und Berechnungen oder nominalskalierter Checklisten in qualitative Bewertungsaussagen (Werturteil) durch Zuordnung von Punktwerten umskaliert. Da Bewertungskriterien in unterschiedlich viele Einzelattribute zergliedert sind, erfolgt dieser Prozess zweistufig. Zunächst werden in Abhängigkeit der kriterienspezifischen Wertskala **Checklistenpunkte (CLP)** auf Ebene der Attribute vergeben und für ein Kriterium in **Bewertungspunkte (BWP)** transformiert (vgl. Tab. 2-10). CLP werden auf einer Normalskala vom Typ 0(10)100 und BWP auf dem Typ 0(1)10 bzw. 1(1)10 oder 5(1)10 abgebildet.

Die Transformationsskala beinhaltet bereits eine **Klasseneinteilung**, die zur Orientierung dienen soll. Dabei entsprechen 10 BWP dem **Zielwert**, der die anzustrebende Größe dar-

[329] vgl.: Gabler Wirtschaftslexikon (2000), unter „Objektivität", S. 2276
[330] vgl.: Moxter (1990): Grundsätze ordnungsgemäßer Unternehmensbewertung, S. 33
[331] vgl.: Metzner, Erndt (2005): Moderne Instrumente des Immobiliencontrollings, S. 45-46
[332] vgl.: Graubner, Lützkendorf (2008): Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit, S. 53
[333] vgl.: BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden, S. 136
[334] u.a.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 105; Schneider (2010): Steuerung der Nachhaltigkeit im Planungsprozess, S.123
[335] Dies betrifft die BNB Kriterien 3.2.2 Umnutzungsfähigkeit und 3.2.3 Flächeneffizienz.

stellt, die dem zugrundeliegenden Nachhaltigkeitsziel bestmöglich gerecht wird.[336] Ein Mindestmaß für die Bewertung stellt der **Grenzwert** dar, dem im Regelfall 1 oder 5 BWP gegenüber steht. In insgesamt vier Kriterien wird mit dem Grenzwert eine verbindliche Zertifizierungshürde aufgestellt, d.h. hierbei handelt es sich um K.o.-Kriterien.[337] Innerhalb dieser Grenz- und Zielgrößen liegen **Referenz- bzw. Orientierungswerte**, die eine durchschnittliche Erfüllung des Nachhaltigkeitsziels widerspiegeln.[338] Somit stellen die Bewertungsskalen zur Vergabe kriterienspezifischer CLP in der Zielhierarchie die unterste Zielebene dar und beinhalten bereits den ersten Schritt der Wertsynthese. Die Umskalierung in CLP sowie die Zuordnung der BWP erfolgt auf Basis von attribut- bzw. kriterienspezifischer Wertfunktionen, die sich an technischen oder **gesetzlichen Regeln** orientieren oder auf Basis von **Benchmarks** oder **Experteneinschätzungen** aufgestellt wurden. Bei letzteren handelt es sich um lineare oder nichtlineare Normierungsregeln auf Basis der Nutzenvorstellungen beteiligter Experten.[339]

ATTRIBUTE DES KRITERIUMS SCHALLSCHUTZ	ERREICHBARE CLP	TRANSFORMATION VON CLP IN BWP
1.1 Luftschallschutz Wände	0 – 20 CLP	 G: Grenzwert, R: Referenzwert, Z: Zielwert
1.2 Luftschallschutz Decken	0 – 20 CLP	
2. Trittschallschutz	0 – 20 CLP	
3. Luftschallschutz ggü. Außenlärm	0 – 20 CLP	
4. Luftschallschutz ggü. haustechnischen Anlagen	0 – 20 CLP	
	∑= 100 CLP	

Tab. 2-10: Exemplarische Transformation von Bewertungsergebnissen in Bewertungspunkte

Bei den ökologischen und ökonomischen Kriterien, die auf Grundlage einer Lebenszyklusanalyse bewertet werden, stammen die Ziel-, Referenz und Grenzwerte aus **Referenzprojekten**. Ursprünglich basierte die Bewertungsgrundlage auf **Benchmarks**, die von Le-

[336] vgl.: BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden, S. 180
[337] Dies betrifft die Kriterien: Innenraumluftqualität, Barrierefreiheit, Brandschutz (nur DGNB) und Schallschutz.
[338] vgl.: Graubner, Lützkendorf (2008): Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit, S. 56
[339] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 60

benszyklusanalysen einer kleinen Gruppe von Verwaltungsgebäuden abgeleitet wurde.[340] Im Zuge nachfolgender Zertifizierungen wurden die Benchmarks noch einmal validiert und angepasst. In der DGNB Systemvariante NBV12 wurden die Anforderungen z.T. weiter angehoben jedoch nicht explizit begründet. Bezüglich der BNB Systemvariante NBV11 wird im Leitfaden Nachhaltiges Bauen auf die statistische Erhebung sowie Bekanntmachung dieser Vergleichswerte hingewiesen.[341]

Generell ist **Benchmarking** ein Instrument zum *„[…] kontinuierlichen Vergleich von Produkten, Dienstleitungen sowie Prozessen u. Methoden […], um die Leistungslücke zum sog. Klassenbesten systematisch zu schließen. […] Dabei ist wichtig, festzulegen, welche Ähnlichkeiten zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit gegeben sein müssen.“*[342] Den Maßstab ökonomischer und ökologischer Nachhaltigkeit am Klassenbesten[343] zu orientieren, stellt vor dem Hintergrund der praktischen Umsetzbarkeit prinzipiell einen sinnvollen Ansatz dar. Um jedoch die Reproduzierbarkeit funktionierender Konzepte zu ermöglichen, ist im gleichen Zug offenzulegen, welche Lösungsstrategien beim „*Klassenbesten*“ zugrunde lagen.

Methodisch birgt das Benchmarking ein Risiko. PIESKE et al. oder PELZETER konstatieren, dass der Vergleich zweier Sachverhalte hinsichtlich ihrer qualitativen und/oder quantitativen Ausprägungen nur dann zielführend ist, wenn deren **Vergleichbarkeit** gewährleistet werden kann.[344] KELLER führt diesbezüglich aus, dass Objekte miteinander verglichen werden können, wenn sie *„nach übereinstimmenden Grundsätzen analysiert wurden und hinreichend vergleichbar sind.“*[345] Gemäß DIN EN 15643-1 kann von Vergleichbarkeit ausgegangen werden, wenn **funktionale Äquivalenz**[346] gegeben ist, d.h. eine Übereinstimmung in wesentlichen technischen und funktionalen Merkmalen vorliegt (vgl. Abschnitt 2.4.1). Einerseits sind „*Immobilien … im Regelfall Unikate“*[347], sodass vollständige funktionale Äquivalenz in allen Punkten nicht möglich ist, selbst wenn zwei Immobilien bzgl. Nutzungsart, Baujahr und BGF übereinstimmen. Andererseits gibt es eine Reihe an Zusammenhängen, deren Wirkungsweise über den Lebenszyklus durch empirische Forschung bekannt ist.[348] Folglich ist ein sorgfältiger Umgang im Sinne einer angemessenen Interpretation mit den Ergebnissen von ökonomischen und ökologischen Lebenszyklusanalysen zu wahren.

[340] König (2007): Orientierungswerte für die Bewertung von Hochbauten - erste Stufe: Bürogebäude
[341] vgl.: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, 98; Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand“ (30.07.09) des BMVBS (vgl. Tabelle C1)
[342] Zitat: Gabler Wirtschaftslexikon (2000), unter „Benchmarking“, S.374
[343] vgl.: Metzner, Erndt (2005): Moderne Instrumente des Immobiliencontrollings, S. 109
[344] vgl.: Pieske et al. (1995): Benchmarking, S.12; Pelzeter (2006): Lebenszykluskosten v. Immobilien, S.99
[345] Zitat: Keller (1996): Benchmarking, Methoden und Techniken, S.36
[346] vgl.: DIN EN 15643-1 (2010): Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken. Allg. Rahmenbedingungen
[347] vgl.: Kochendörfer, Viering et al. (2004): Bau-Projekt-Management, S. 3
[348] vgl.: Wallbaum, Kellenberger et al. (2011): Nachhaltig Bauen, S. 115

2.4.2.4 GEWICHTUNG

Im nächsten Schritt der Wertsynthese wird das Ergebnis der normierten Kriterienbewertung, d.h. die erreichten BWP, mit einer Gewichtung multipliziert, um den kriterienspezifischen Beitrag zum Gesamtnutzwert zu ermitteln. Die Gewichtungen des DGNB/BNB Bewertungssystems wurden hierarchisch nach dem Relevanzprinzip ermittelt. Bei der Ermittlung der **Kriteriengewichtungen** wurde das Verfahren der direkten Gewichtung angewandt und gesondert für jede Kriteriengruppe bzw. Qualität durchgeführt. Entsprechend der Bewertungsskala in Tab. 2-11 wurde in der ersten Systemversion jedem Kriterium ein **Bedeutungsfaktor** zugeordnet und damit die Rohgewichte festgelegt. Die Zuordnung erfolgte gemäß der Bedeutung eines Kriteriums aus politischer und gesellschaftlicher Sicht[349] auf Basis von Experteneinschätzungen, die durch Mehrpersonenentscheidungen *a priori* festgelegt und nach Auswertung der Pilotphasen *a posteriori* angepasst wurden.[350] Die Bedeutungsfaktoren in den nutzungsartspezifischen Systemvarianten variieren, um unterschiedliche Bewertungsschwerpunkte zu verankern.[351]

Bedeutungsfaktor	Bedeutung
1	weniger wichtig
2	gleich wichtig
3	wichtiger

Tab. 2-11: Gewichtungsskala der DGNB/BNB Kriterien

Die **lokalen Kriteriengewichtungen** w_i^* werden ermittelt, indem der kriterienspezifische Bedeutungsfaktor b_i über die Summe alle vergebenen Bedeutungsfaktoren einer Qualität normiert wird. Es gilt:

$$w_i^* = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^{n_q} b_i} \tag{2.11}$$

w_i^* lokaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i

b_i Bedeutungsfaktor eines Kriteriums k_i (Rohgewicht gemäß DGBN/BNB)

n_q Anzahl der Kriterien k_i, die einer Qualität h_q zugeordnet sind mit H = $\{h_1, \dots, h_q, \dots, h_6\}$: Menge der Qualitäten h_q

[349] vgl.: DGNB (2009): Das deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen, Systembeschreibung, S.9 und BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden, S. 186
[350] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 91-93
[351] vgl.: ebenda, S. 93

Mit der Weiterentwicklung des Bewertungssystems kam es zur Zusammenlegung einzelner Kriterien, sodass deren Bedeutungsfaktoren aufsummiert wurden.[352] Zudem sind einzelne Kriterien weggefallen oder neue hinzugekommen, wodurch sich die Gewichtungen innerhalb einer Qualität verschieben. Die **globale Kriteriengewichtung** w_i wird durch Multiplikation der lokalen Kriteriengewichtung w_i^* und Gewichtung der Qualität w_q ermittelt. Es gilt

$$w_i = w_i^* \cdot w_q \tag{2.12}$$

w_i globaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums i

w_q Gewichtungsfaktor einer Qualität h_q

Die Gewichtungen der Qualitäten (vgl. Abb. 2-7) wurden in Orientierung an das Gleichberechtigungspostulat der drei Säulen der Nachhaltigkeit auf Basis von Mehrpersonen festgelegt. Tab. 2-12 fasst die Gewichtungen auf Basis der Bedeutungsfaktoren exemplarisch für die ökologische Qualität zusammen.

Kriterien der ökologischen Qualität mit einer $w_{q(\text{Ökologie})}$ = 22,5 %		**Bedeutungsfaktor b_i**	**Lokale Kriteriengewichtung w_i^***	**Globale Kriteriengewichtung w_i**
Ökobilanz	Treibhauspotenzial	3	15 %	3,375 %
	Ozonschichtabbaupotenzial	1	5 %	1,125 %
	Ozonbildungspotenzial	1	5 %	1,125 %
	Versauerungspotenzial	1	5 %	1,125 %
	Überdüngungspotenzial	1	5 %	1,125 %
Risiken für die lokale Umwelt		3	15 %	3,375 %
Umweltverträgliche Materialgewinnung		1	5 %	1,125 %
Ökobilanz – Primärenergiebedarf n.e.		3	15 %	3,375 %
Gesamtprimärenergiebedarf u. Anteil e.P.		2	10 %	2,25 %
Trinkwasserbedarf/Abwasseraufkommen		2	10 %	2,25 %
Flächeninanspruchnahme		2	10 %	2,25 %
∑ =		**20**	**100 %**	**22,5 %**

Tab. 2-12: Lokale und Globale Gewichtungen der ökologischen DGNB/BNB Bewertungskriterien[353]

Ausgehend von den Gewichtungen kann für jedes Kriterium eine **partielle Nutzenfunktion**[354] erstellt werden, die den spezifischen Teilnutzen eines Kriteriums beschreibt. Dabei erfolgt eine Teilaggregation auf Kriterienebene. Es gilt:

[352] Dies betrifft die DGNB Kriterien ENV1.1 Ökobilanz – emissionsbedingte Umwelteinwirkungen mit einem Bedeutungsfaktor von 7 und ENV2.1 Ökobilanz – Primärenergie mit einem Bedeutungsfaktor von 5 sowie SOC1.1 Thermischer Komfort mit einem Bedeutungsfaktor von 5.

[353] Bezeichnungen und Werte vgl.: BMUB (Hrsg.) (2014): Informationsportal Nachhaltiges Bauen

$$\hat{\boldsymbol{\Phi}}_i\left(a_j\right) = w_i^* \cdot w_q \cdot \frac{x_i\left(a_j\right)}{10BWP} = w_i \cdot \frac{x_i\left(a_j\right)}{10BWP} \tag{2.13}$$

$\hat{\boldsymbol{\Phi}}_i\left(a_j\right)$ Teilnutzwert einer Alternative a_j im Kriteriums k_i

$x_i\left(a_j\right)$ Bewertung eines Kriteriums k_i mit der Ausprägung der Alternative a_j [0; 10 BWP]

Durch Addition der Teilnutzwerte aller Kriterien einer Qualität erfolgt eine weitere Teilaggregation. Dementsprechend wird der Teilnutzwert einer Alternative in Bezug auf die Qualität h_q berechnet. Es gilt:

$$\tilde{\boldsymbol{\Phi}}_q\left(a_j\right) = \sum_{i=1}^{n_q} \hat{\boldsymbol{\Phi}}_i\left(a_j\right) \tag{2.14}$$

Die praktische Anwendung hat gezeigt, dass mitunter die Erfüllung von Kriterien neben dem Beitrag zum Gesamterfüllungsgrad nicht zwangsläufig einen realen **Zusatznutzen** hervorbringt. Dennoch werden die zugehörigen Maßnahmen realisiert, wenn die damit verbundenen Investitionskosten vergleichsweise gering sind und einen passablen Anteil am Gesamterfüllungsgrad ausmachen. GERTIS merkt hierzu an, dass Planer statt dem bloßen *„Punkte Abhaken“*[355] **bewertend gestalten** sollen, indem Alternativen analysiert und auf eine optimale Lösung hingearbeitet wird.

Gemäß HARTH stellt die **Vergabe von Zielgewichten** den eigentlichen Bewertungsvorgang dar[356] und beeinflusst das Ergebnis entscheidend.[357] Der Hauptkritikpunkt besteht bei den DGNB/BNB Gewichtungen darin, dass die Kriteriengewichtungen auf **subjektiven Werturteilen** fußen. In der Vorstudie zur Entwicklung des Systems wurde aufgrund dessen konstatiert, dass ein *„schwieriger Einigungsprozess über die Bewertung bei unterschiedlichen Präferenzen interessierter Kreise“* [358] zu erwarten ist. In den ersten Systemversionen wurden Bedeutungsfaktoren festgelegt und *„[…] ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sowohl die Bewertungsmodalitäten als auch ihre Gewichtung einem ständigen Überprüfungsprozess unterworfen werden sollten.“* [359]

EBERT, EßIG et al. argumentieren, dass der „*pragmatische Ansatz*“, die Gewichtungen durch Mehrpersonenentscheidungen festzulegen, dem Zeitdruck bei der Systementwicklung

[354] vgl.: Ruhland (2004): Entscheidungsunterstützung zur Auswahl von Verfahren, S. 18f.; Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 131
[355] vgl.: Gertis, Hauser et al. (2008): Entwicklung von Nachhaltigkeitsbewertungsverfahren, S. 244 ff.
[356] vgl.: Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S. 53
[357] vgl.: Gabler Wirtschaftslexikon (2000), unter "Nutzwertanalyse", S.2272 und Graubner, Lützkendorf (2008): Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit, S. 55
[358] Zitat: BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden, S. 137
[359] Zitat: Gertis, Hauser et al. (2008): Was bedeutet Platin, S. 252

geschuldet war und **fordern eine wissenschaftliche Fundierung der Gewichtungen** und ggf. Korrektur durch Aufbereitung unterschiedlicher Datensätze.[360] Gewichtungsfaktoren, die auf Basis von Gruppenentscheidungen ermittelt werden, orientieren sich an der inhaltlichen Argumentationsfähigkeit der einbezogenen Personen.[361] Im Regelfall führt ein solches Verfahren zu Schwierigkeiten, da einzelne Experten ihr Spezialgebiet möglichst hoch in der Hierarchie eingeordnet sehen möchten.[362] Zudem spiegeln so ermittelte Gewichtungen das Meinungsbild vertretener Interessensgruppen wider.[363] Folglich kann nicht davon ausgegangen werden, dass es sich bei den **Zielbeitragsdifferenzen** zwischen den Zielkriterien um „sichere" Abschätzungen handelt.

Gleichzeitig haben derartiger Festlegungen einen enormen Einfluss auf die Bewertung. GERTIS et al. verdeutlichen dies in einem Gedankenexperiment. Dabei werden die bestehenden sechs DGNB/BNB Qualitäten auf Grundlage des drei-Säulenmodells in drei Qualitäten überführt, indem die soziale Qualität neben den sozialen Kriterien auch die der gesundheitlichen, technischen, prozessualen und standortbezogenen Qualität integriert.[364] Wenn die Qualitäten einer linearen Gleichgewichtung unterzogen wird, so käme bspw. der technischen Qualität ein Gesamtgewicht von $1/3 \cdot 1/5 = 0{,}06\overline{6}$ zu.[365] Wird hingegen *ceteris paribus* die technische Qualität aufgrund ihrer übergreifenden Bedeutung als vierte Qualität wieder ausgegliedert, käme ihr ein Gewicht von 0,25 zu, was mit einer Abwertung anderer Qualitäten einhergeht.[366] Dieses Beispiel verdeutlicht, dass die bloße Festlegung solcher Gewichtungen eine zu starke Vereinfachung der Bewertungslogik darstellt, die gleichzeitig einen großen Einfluss auf das Bewertungsergebnis ausübt.

Nach Auswertung der Pilotphase wurden die Bewertungsmaßstäbe, Normierungsregeln und Gewichtungen *a posteriori* angepasst. Dieses Vorgehen verlangt eine systematische Selektion von Modelllösungen, die durch breit abgestützte Ergebnisvergleiche begründet werden.[367] Diesbezüglich liegen jedoch keine veröffentlichten Informationen über den Anpassungsprozess oder das methodische Vorgehen vor. Insgesamt wurden die Gewichtungsfaktoren damit begründet, dass sie „*politische und gesellschaftliche Zielsetzungen*" [368] repräsentieren. Jedoch wird diese Aussage nicht weiter spezifiziert. Dem entgegnen GRAUBNER und LÜTZKENDORF, dass die **Gewichtungen zunächst politische Ziele verdeutlichen** und *„zur Wahrung des wissenschaftlichen Anspruchs der Zertifizierungsergebnisse eine Nachjustie-*

[360] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 134-135
[361] vgl.: Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S. 53
[362] vgl.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 126
[363] vgl.: Graubner, Lützkendorf (2008): Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit S. 55
[364] vgl.: Gertis, Hauser et al. in Reichardt, Rottke (2010): Ökonomie vs. Ökologie, S. 182
[365] vgl.: ebenda, S. 186
[366] vgl.: ebenda, S. 187
[367] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 41
[368] Zitat: BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden, S. 186; vgl.: DGNB (2009): Das deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen, Systembeschreibung, S.9

rung der Wichtungen notwendig sein kann."[369] Erste Studien untermauern diese These. Eine empirische Untersuchung zur Nutzerzufriedenheit in Büroimmobilien kommt u.a. zu dem Ergebnis, dass die Gewichtung einzelner Komfortbereiche überdacht werden sollte.[370] Weitere Studien zum Thema Portfoliomanagement[371] sowie zum Einfluss von Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert[372] kommen zu dem Schluss, dass nicht nur die Gewichtungen der Kriterien, sondern auch die der Qualitäten angepasst werden sollten (vgl. Anhang 2,3).[373]
Darüber hinaus wird die **Validität der Gewichtungsmethode** in Frage gestellt. GERTIS und HAUSER et al. konstatierten, dass das Thema der Gewichtungen bislang nicht ausreichend diskutiert wurde[374] und fordern dass die „*Gewichtsetzung systematisch untersucht wird"*[375].

Zusammenfassend wird konstatiert, dass die Gewichtungen erhebliches Potenzial zur Objektivierung der Wertsynthese sowie zur wissenschaftlichen Fundierung aufweisen. Gewichtungen auf Basis von Wirkanalysen erscheinen aus mehreren Gründen sinnvoll. Neben der Nachvollziehbarkeit in Bezug auf den tatsächlichen Nutzen eines Kriteriums sind hierbei die Loslösung von subjektiven Werturteilen und damit die Begründbarkeit zu nennen.

2.4.2.5 AGGREGATION UND BEWERTUNGSAUSSAGE

Nach dem Modell der additiv multiplikativen Wertaggregation werden die sechs Teilnutzwerte der Qualitäten zu einem **Gesamtnutzwert** $\boldsymbol{\Phi}$ zusammengefasst. Es gilt:

$$\boldsymbol{\Phi}\left(a_j\right) = \sum_{q=1}^{6} \tilde{\boldsymbol{\Phi}}_q\left(a_j\right) \tag{2.15}$$

Der Gesamtnutzen wird als Anteil von 100 % des Gesamterfüllungsgrades angegeben. Die Einzelergebnisse werden in eine Zielwertmatrix eingetragen, die aus einer Wertetabelle mit gewichteten Kriterienbewertungen besteht (vgl. Abb. 2-8).
Durch die Mehrfachgewichtungen kommt es nicht nur zu einer Verdichtung, sondern auch zu einem Verlust von Informationen. Die Wertsynthese kann anhand der Zielwertmatrix zwar nachvollzogen, deren Bewertungsaussage(n) jedoch nicht mehr transparent eingeordnet werden. Jene Diskrepanz beschreibt nach ZANGEMEISTER das Wertsyntheseproblem, bei dem ein mehrdimensionales Bewertungsproblem in ein eindimensionales oder dimensionsloses Bewertungsergebnis mündet.[376] Entscheidend hierbei ist die **Verteilung der Gewich-**

[369] Zitat: BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden, S. 186
[370] vgl.: Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012): Bewertung von Aspekten der soziokult. Nachhaltigkeit, S. 20
[371] vgl.: Schneider (2013): Modell für das nachhaltige Immobilien-Portfoliomanagement, S. 1115 f.
[372] vgl.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S.84, S.106
[373] Die Ergebnisse der Studien können nicht miteinander verglichen werden, da in jeder Studie jeweils nur diejenigen Entscheidungsträger befragt wurden, die gleiche themenbezogene Sichtweise aufweisen.
[374] vgl.: Gertis, Hauser et al. (2008): Entwicklung von Nachhaltigkeitsbewertungsverfahren, S. 249
[375] vgl.: ebenda, S. 255
[376] vgl.: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 252

tungen, wodurch jedem Kriterium eine Bedeutung in Form eines numerischen Werts zugeordnet wurde, der seinen relativen Beitrag zur Gesamterfüllung ausdrückt.

Nr.	**Kriterium** (und Indikator)	$BWP_i(a)$	max. BWP	Bed.-Faktor b_i	lokale Krit. Gewichtung w^*_i	Gewichtung Qualität w_q	globale Krit. Gewichtung w_i	Teilnutzwert $\hat{\Phi}_i$ = $BWP_i(a) * w_i$
1.1	**Ökobilanz, emissionsbedingte Umweltwirkungen**					22,5%		
	GWP	7,5	10	3	15%		3,38%	2,531
	ODP	7,5	10	1	5%		1,13%	0,844
	POCP	5,0	10	1	5%		1,13%	0,563
	AP	10,0	10	1	5%		1,13%	1,125
	EP	3,5	10	1	5%		1,13%	0,394
1.2	**Risiken für d. lokale Umwelt**	7,5	10	3	15%		3,38%	2,531
1.3	**Umweltverträgliche Materialgewinnung**	5,0	10	1	5%		1,13%	0,563
2.1	**Ökobilanz- Primärenergie**							
	Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf	8,0	10	3	15%		3,38%	2,700
	Gesamtprimärenergiebedarf u. Anteil erneuerbar	5,0	10	2	10%		2,25%	1,125
2.2	**Trinkwasserbedarf und**	3,0	10	2	10%		2,25%	0,675
2.3	**Flächeninanspruchnahme**	7,5	10	2	10%		2,25%	1,688
	Bewertung der ökologischen Qualität:					**∑ =**	**22,50%**	**14,74%**

Abb. 2-8: Exemplarische Zielwertmatrix für die ökologische Qualität einer Planungsalternative [377]

Grundsätzlich basiert die NWA auf dem Prinzip der gegenseitigen **Kompensation** von Zielkriterien. Bei einer Nachhaltigkeitsbewertung existiert jedoch die Forderung nach Gleichberechtigung der drei Säulen der Nachhaltigkeit. Zudem führt bei einer ganzheitlichen Betrachtungsweise die Summe der Teiloptima nicht zwangsläufig zum Gesamtoptimum. Es kommt vielmehr darauf an, systembedingte Zielkonflikte zu identifizieren und zu lösen.[378] Hierzu gehört die Festlegung des maximalen Substitutionsgrades durch zusätzliche **Aggregationsregeln**. Dies erfolgt mit Hilfe von Mindesterfüllungsgrade auf Ebene der Kriteriengruppen, die mit den Zertifizierungsstufen verknüpft wurden (vgl. Tab. 2-13).[379]

Damit ist gewährleistet, dass sich die Zieldimensionen nur bis zu einem vorgegebenen Maß gegenseitig substituieren können. Folglich handelt es sich beim DGNB/BNB Bewertungssystem um ein eingeschränkt kompensatorisches System. Der dabei zugrunde liegende Maßstab ist äquivalent mit den Ziel-, Referenz- und Grenzwerten aus den Bewertungskriterien. Ähnliche Kompensationsregeln gelten auf Kriterienebene, indem hier **Mindestanforderungen** festgelegt wurden. Einen Sonderfall stellen **K.o.-Kriterien** dar, deren Nichterfüllung so gravierend ist, dass es zur Unterlassung der zugehörigen Alternative kommt.

[377] Quelle der Abbildung: DGNB e.V., NBV09
[378] vgl.: Viering, Liebchen et al. (2007): Managementleistungen im Lebenszyklus von Immobilien, S. 2
[379] vgl.: BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden, S. 136

PRÄDIKAT	GESAMTERFÜLLUNG	NEBENBEDINUNG
Gold	≥ 80 %	≥ 65 % Erfüllungsgrad pro Qualität
Silber	≥ 65 %	≥ 50 % Erfüllungsgrad pro Qualität
Bronze	≥ 50 %	≥ 35 % Erfüllungsgrad pro Qualität
zertifiziert	≥ 35 %	

Tab. 2-13: Zertifizierungsstufen und Mindesterfüllungsgrade gemäß DGNB/BNB

Auf Basis des Bewertungsergebnisses erfolgt eine Einstufung in die Ratingklassen Gold, Silber, Bronze. Der Gesamterfüllungsgrad gibt Aufschluss über die Nutzendistanzen zu benachbarten Klassen. Eine Klasse gibt letztlich Auskunft darüber, ob ein zugrunde liegendes Anspruchsniveau erreicht wurde.[380] Dementsprechend und auf Basis der Wertsynthese wird mit dem Bewertungsergebnis die **Konformität** mit einem exzellenten (Gold), überdurchschnittlichen (Silber) oder durchschnittlichen (Bronze) **Status Quo des Nachhaltigen Bauens** bestätigt.

2.4.3 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Gemäß DIN EN 15643 basiert die Nachhaltigkeitsbewertung auf einem kausalbasierten Ansatz, bei dem die umweltbezogenen, ökonomischen und sozialen Wirkungen von Bauwerkseigenschaften über den Gebäudelebenszyklus zu bewerten sind. Dabei ist das Ziel, integrale Gebäudequalität auf Basis des Drei-Säulen-Modells mit **integrativem Ansatzes** zu erreichen, indem die zahllosen Wechselwirkungen und Schnittmengen zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielen zu einem ganzheitlichen Optimum verknüpft werden. Darüber hinaus besteht die Zielsetzung der Bewertung darin, Entscheidungsträgern eine systematische Bewertung der Nachhaltigkeit eines Gebäudes zu ermöglichen.[381]
Die Synthese von quantitativen Bewertungsergebnissen zu einer qualitativen Beurteilungsaussage ist ein mehrstufiger Prozess. Beim DGNB/BNB Bewertungsystem besteht die Wertsynthese aus den folgenden **fünf Stufen:**

1. Umskalierung von Bewertungsergebnissen zu CLP (Normierungsschritt 1)
2. Transformation der CLP in BWP (Normierungsschritt 2)
3. Gewichtung des Kriteriums über Bedeutungsfaktoren
4. Gewichtung der Qualitäten (Hauptkriteriengruppen)
5. Wertskala zur Klasseneinteilung

Über die Stufen 1-4 erfolgt die **Synthese vom Einzel- zum Gesamtnutzen**. Da dies durch Anwendung mehrerer Methoden geschieht, kommt es zu Verzerrungseffekten. Zudem wird die Transformation physisch messbarer Bewertungsergebnisse in eine Wertdimension auf

[380] vgl.: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 256
[381] vgl.: DIN EN 15643-1 (2010): Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken, Abschn. 4.3

Basis der Nutzenvorstellungen Einzelner als kritisch angesehen.[382] Die Gewichtungsschritte (3-4) basieren auf der nutzenfunktionsfreien Methode der **direkten Gewichtung** und damit das einfachste Gewichtungsverfahren. Unklar ist jedoch, ob bei der Festsetzung der Gewichtungen einerseits die Kriterienausprägungen vollumfänglich berücksichtigt wurden und wie die Abstände zwischen den Gewichtungen der Kriterien tatsächlich begründet werden können.[383] Streng genommen ist daher das finale Bewertungsergebnis aufgrund der *a priori* geschätzten Gewichtungsverteilungen eher als gutachterliche Einschätzung einzustufen,[384] die nicht zwangsläufig stabil bzw. reproduzierbar ist.

Zusammenfassend stellt die **direkte Gewichtung auf Basis von Experteneinschätzungen** im Sinne eines generalisierbaren Nachhaltigkeitsbeitrags kein valides Instrument dar. Es wurden weitere nutzenfunktionsfreie Gewichtungsverfahren vorgestellt (Abschnitt 2.3.4), die eine präzisere mathematische Fundierung aufweisen. Dennoch ist die Validität dieser Methoden nicht gegeben, da eine Verwendung anderer Präferenzskalen zu anderen Ergebnissen führt.[385] Die Prämissen der formalen Rationalität können nur mit den nutzenfunktionsgestützten, d.h. wirkungsbasierten Verfahren erfüllt werden. Hinzu kommt, dass **Mehrpersonenentscheidungen** neben dem Einfluss von Interessengruppenzugehörigkeit sowie Argumentationsfähigkeit der einbezogenen Personen[386] mit weiteren **Verletzungen der Rationalitätsaxiome** verbunden sind. Mehrpersonenentscheidungen unterscheiden sich von individuellen Präferenzentscheidungen dadurch, dass mehrere Individuen beteiligt sind, die jeweils über eine für sich vollständige und transitive Präferenzordnung verfügen. Diese Einzelpräferenzen stehen jedoch nicht isoliert nebeneinander, sondern beeinflussen sich gegenseitig. Die Schwierigkeit besteht in der Übereinkunft der subjektiven Einzelpräferenzen zu einer gemeinsamen Präferenzordnung. Bspw. kommt es durch Kompromisslösungen nicht selten zu einer gemeinsamen Präferenzordnung, die nicht mehr transitiv ist.[387]

GERTIS et al. fordern, dass das Thema der Kriteriengewichtungen aus bewertungstheoretischen und methodischen Gründen intensiver als bisher diskutiert wird.[388] Nach dem derzeit vorliegenden relevanzorientierten Lösungsansatz mit individuellen Präferenzentscheidungen perpetuiert sich das **Problem der Subjektivität** über den gesamten Prozess der Wertsynthese. Demzufolge kann vom Bewertungsergebnis nicht unweigerlich auf den Nachhaltigkeitsbeitrag oder auf einen nachhaltigen Nutzen geschlossen werden. **Objektivierungspo-**

[382] vgl.: Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S. 53
[383] Beide Kriterien stellen Mindestvoraussetzungen zur Anwendung der direkten Gewichtung dar. vgl. u.a.: Schneider (2013): Modell für das nachhaltige Immobilien-Portfoliomanagement, S. 67; Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 66; Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden. S. 144; Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 59
[384] vgl.: Eekhoff, Heidemann et al. (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse, S.42
[385] vgl.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 126
[386] vgl.: Harth (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren, S. 53; Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 126; Graubner, Lützkendorf (2008): Bewertung und Zertifizierung S. 55
[387] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 252, 256
[388] vgl.: Gertis, Hauser et al. in Reichardt, Rottke (2010): Ökonomie vs. Ökologie, S. 188, 198

tenzial besteht v.a. darin, die Wertsynthese an wirkungsbasierten Zielertragsmessungen auszurichten und nach dem Determinanzkonzept mit empirischen Daten zu belegen. Dabei sind die potenziellen Zielerträge der Kriterien durchgängig abzubilden und in den Wertsyntheseprozess zu integrieren. Dadurch kann die **Bewertungsaussage** der Einzel- und Gesamtergebnisse an Aussagekraft gewinnen.

In Tab. 2-14 wurden die Charakteristika der Wertsynthese des DGNB/BNB Bewertungssystem zusammengefasst und den entwickelten Objektivierungsansätzen gegenübergestellt.

Charakteristika der Wertsynthese	**DGNB/BNB Bewertungssystem**	**Ansätze zur Objektivierung**
Entscheidungsgrundsatz	Relevanzprinzip	Determinanzprinzip
Verfahren	nutzenfunktionsfrei	nutzenfunktionsgestützt
Methode	direkte Gewichtungen	Messung des Nutzens bzw. der Zielerträge durch Wirkanalysen
theoretische Fundierung	*a priori* geschätzte Nutzendifferenzen auf Basis von Mehrpersonenentscheidungen	kardinalskalierte Zielertragsdifferenzen auf Basis von Wirkungsaussagen
Bewertungsaussage	Gutachterliche Einschätzung hinsichtlich des Nachhaltigkeitsgrads eines Gebäudes	Nutzen eines Gebäudes im Sinne des Erfüllungsgrades von Nachhaltigkeitszielen

Tab. 2-14: Charakteristika der Wertsynthese nach DGNB/BNB und Objektivierungsvorschläge

Um folglich Gebäude auf Basis ihrer zu erwartenden Erträge zu Nachhaltigkeitszielen zu vergleichen, ist die Bewertungssystematik auf solide **Wirkanalysen** in Orientierung an normativen Vorgaben zu stützen. Dabei stellen die Kriterien den Bewertungsgegenstand dar, deren Leistungsfähigkeit es im Sinne der Nachhaltigkeit zu ermitteln gilt. Folglich sind die Zusammenhänge zwischen Kriterienausprägung und den resultierenden Beiträgen zur Zielerfüllung zu untersuchen. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass der Nutzen eines nachhaltigen Gebäudes dimensioniert und gemessen werden kann.

3 KONZEPTION EINER WIRKUNGSBASIERTEN WERTSYNTHESE

In diesem Kapitel werden die **strukturellen und methodischen Voraussetzungen** für eine wirkungsbasierte Wertsynthese beim DGNB/BNB Bewertungssystem theoretisch hergeleitet und modellhaft beschrieben. Bevor das Konzept inhaltliche Konkretisierung erfährt, wird zunächst eine grundlegende Modellogik entwickelt, nach der die Kriterienauswirkungen mit dem Zielsystem verknüpft und in ein übergreifendes Gewichtungsmodell überführt werden (Abschnitt 3.1). Darauf aufbauend werden Modelle zur Quantifizierung der Zielerträge konstruiert. Dies erfolgt isoliert für jede Nachhaltigkeitssäule unter Berücksichtigung der dabei zugrunde liegenden Systemgrenzen und Wirkmechanismen (Abschnitt 3.2-3.4). Dabei wird im Hinblick auf das **erste Forschungsziel** der Nutzen, der bei Erfüllung eines Schutzziels des Nachhaltigen Bauens entsteht, dimensioniert und in messbare Zielwertindikatoren überführt. Anschließend wird analysiert, wie kriterienspezifische Zielerträge quantifiziert werden können, um das **zweite Forschungsziel** zu verfolgen. Die Ergebnisse hieraus sind neben geeigneten Methoden zur Zielertragsmessung die Beschreibung der Zusammenhänge in Zielwertfunktionen. Schließlich werden die drei Modelle zu einem Konzept der wirkungsbasierten Wertsynthese zusammengefasst (Abschnitt 3.5).

3.1 KONSTRUKTION DER MODELLLOGIK

Grundsätzlich liegt die Modellvorstellung zugrunde, dass ein Gebäude in Abhängigkeit seiner technischen und funktionalen Merkmale im Laufe seines Lebenszyklus Auswirkungen auf ökologische, soziokulturelle und ökonomische Systeme verursacht.[389] Im vorliegenden Abschnitt wird eine Modellogik entwickelt, nach der ein quantitativer Zusammenhang zwischen diesen Auswirkungen und dem Zielsystem hergestellt werden kann. Hierfür werden verschiedene strukturelle Ansätze zur Hierarchisierung des Zielsystems hinsichtlich Umsetzungs- und Aussagefähigkeit analysiert. Entscheidend dabei ist, dass sich die Zielhierarchie inhaltlich und methodisch vollständig auf die Zielertragsmessung übertragen lässt. Aus den Ergebnissen wird eine Gewichtungshierarchie für das weitere Vorgehen abgeleitet.

3.1.1 ANSÄTZE ZUR HIERARCHISIERUNG DES ZIELSYSTEMS

Nachfolgend werden die Verfahren des hierarchischen und des nicht-hierarchischen Ansatzes[390] untersucht und um ein selbst entwickeltes, integratives Verfahren erweitert. Die Ansätze unterscheiden sich hinsichtlich der Art und Anzahl der Zieldimensionen sowie wie der Systematik, mit der die Aggregation einzelner Zielerfüllungsgrade erfolgt.

[389] Da eine vollständige Betrachtung sämtlicher Wirkbeziehungen weder abbildbar noch sinnstiftend ist, ist eine adäquate Modellvorstellung notwendig. vgl.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen S. 22

[390] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 61

3.1.1.1 NICHT-HIERARCHISCHER ANSATZ

Auf eine Hierarchisierung des Zielsystems kann verzichtet werden, wenn sich die unterschiedlichen Nutzen der Einzelziele in einer Wertdimension messen und über Addition zu einem Gesamtnutzen zusammenfassen lassen, der den Gesamtzielerfüllungsgrad reflektiert. Hierbei werden die Relationen zwischen der obersten und untersten Zielebene direkt hergestellt, sodass Zwischenebenen nicht erforderlich sind. Übertragen auf die Zielertragsmessung hieße dies, dass die **absoluten Beiträge**, die die Kriterienauswirkungen **zum Gesamtziel Gebäudenachhaltigkeit** leisten, direkt zu ermitteln wären (vgl. Abb. 3-1). Die Gewichtungen der Zwischenebenen sind dann nur noch formale Aspekte und werden durch Addition zugehöriger Kriteriengewichtungen ermittelt. Folglich könnten mit diesem Absatz sowohl die Gewichtungen der Kriterien als auch die der Qualitäten überprüft werden.

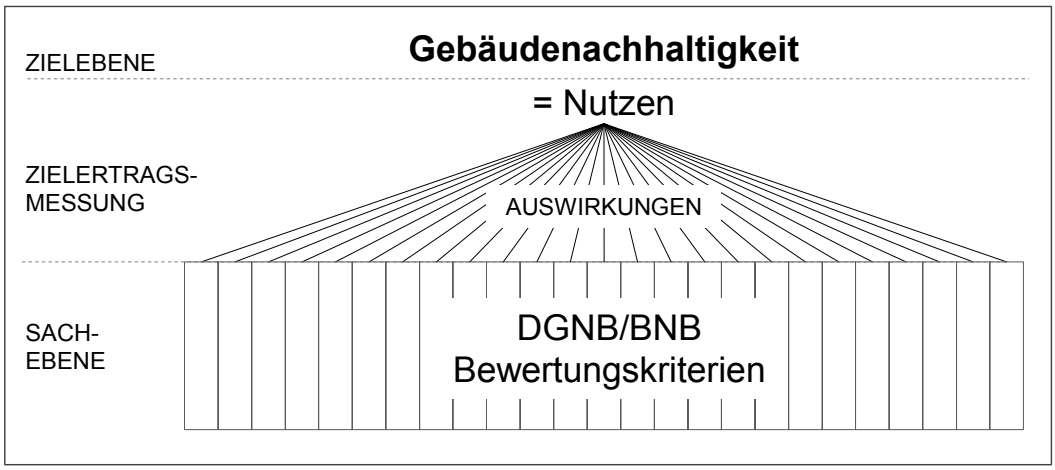


Abb. 3-1: Modell einer nicht-hierarchischen; eindimensionalen Zielertragsmessung

Zur Übertragung des nicht-hierarchischen Ansatzes auf die hier zugrunde liegende Problemstellung werden zwei Bedingungen abgeleitet:

1. Alle Nutzwerte, die bei Erfüllung der Schutzziele des Nachhaltigen Baues entstehen, lassen sich in einer Dimension zusammenfassen.
2. Gleichzeitig lassen sich die Zielerträge sämtlicher DGNB/BNB Kriterienauswirkungen in dieser Dimension messen.

Gesucht ist folglich ein **eindimensionaler Zielwertindikator** mit dem sich das multidimensionale Zielsystem mit dem multikriteriellen Bewertungsgegenstand sowohl inhaltlich als auch methodisch verknüpfen lässt. Eine Lösungsmöglichkeit bestünde in einer linearen Gleichgewichtung aller Kriterien, was jedoch eine unreale und nicht sachtaugliche Vereinfachung darstellt.[391] Daher werden nachfolgend verschiedene eindimensionale Ansätze untersucht. Hierfür wird zunächst das **ökologische Ein-Säulen-Modell** herangezogen, bei dem Umweltbelange oberste Priorität haben und Wirtschaft sowie Gesellschaft lediglich als Verursacher von

[391] vgl.: Gertis, Hauser et al. (2008): Was bedeutet Platin, S. 249

Umwelteinflüssen gesehen werden.[392] Dieses Modell konnte sich aufgrund der Tatsache, dass sowohl Umweltbelange als auch wirtschaftliche und gesellschaftliche Verantwortung zum vorherrschenden Leitbild der Nachhaltigkeit gehören, nicht durchsetzen.[393] Zudem ist derzeit keine Methode bekannt, mit der ökonomische oder soziokulturelle Kriterienauswirkungen ökologisch bewertet werden könnten. Folglich stellt die Ausrichtung aller Ziele an ökologischen Maßstäben keine geeignete Option dar.

Ein weiterer eindimensionaler Lösungsansatz besteht darin, **monetarisierte Folgenabschätzungen** für soziale und ökologische Auswirkungen zu ermitteln. Hierbei stellt insbesondere die Monetarisierung der soziokulturellen Wirkbeziehungen eine methodische Herausforderung dar. Die Schwierigkeit liegt in der Zuordnung einer monetären Größe zu **intangiblen Werten**, die für gewöhnlich nicht physisch manifestiert werden können und sich daher einer ökonomischen Bewertung entziehen.[394] Der Wert eines intangiblen Gutes, wie z.B. Zufriedenheit, Wissen oder Reputation, ist in erster Linie **qualitativ messbar** und damit nicht monetarisierbar. Es liegen jedoch empirische Studien vor, bei denen die Auswirkungen eines erhöhten Arbeitsplatzkomforts auf die **Leistungssteigerung sowie Krankheits- bzw. Fehltage** analysiert wurden.[395] Hierbei wurden mehrstufige Mitarbeiterbefragungen (Büronutzer) sowie Regressionsanalysen auf Basis betrieblicher Daten durchgeführt. Der hypothetische Zusammenhang zwischen einem gesteigerten Arbeitsplatzkomfort und einer Steigerung der **Mitarbeitergesundheit und -produktivität** konnte dabei mehrfach bestätigt werden,[396] was sich im Zuge der Schaffung von nachhaltigen Büroflächen noch verstärkt hat.[397] Als besonders förderlich werden hierbei die Determinanten Tageslichtverfügbarkeit, Raumluftqualität und Attraktivität des Arbeitsumfeldes angesehen.[398] Die präzise Quantifizierung oder gar Monetarisierung jener Zusammenhänge weisen jedoch ein hohes Maß an **Unsicherheit** auf. Die monetären Effekte in Bezug auf Produktivitätssteigerungen stellen eine komplexe Bewertungsaufgabe dar. Der Büroarbeitsplatz nimmt im Vergleich zu anderen Aspekten, wie ökonomische oder arbeitsorganisatorische Bedingungen, in Bezug auf die Zufriedenheit und Motivation nur einen mittleren Rang ein.[399] Zur Verfügung stehende Ergebnisse beziehen sich auf jeweils nur ein Unternehmen in Nordamerika sowie Australien.[400] Andererseits lassen sich durchschnittliche Kostensätze für Fehlzeiten nur auf Basis chronischer Krankheiten

[392] vgl.: Heinrichs, Michelsen (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S.29 f.
[393] vgl.: ebenda
[394] vgl.: Gabler Wirtschaftslexikon (2000), unter "intangibler Effekt", S.1567
[395] vgl. u.a.: Baase in Baase, Badura (2007): Chronische Krankheiten, S. 45-57; Sustainability Victoria, Kador Group (Hrsg., 2008): Employee productivity in sustainable building; Kats (2003): Green Building Costs and Financial Benefits; Eichholtz, Kok et al. (2009): Doing Well by Doing Good; Singh, Syal et al. (2010): Effects of Green Buildings on Employee Health and Productivity, S. 1665–1668
[396] vgl.: Schlick (2010): Arbeitswissenschaft, S.770 ff.; Lehmann (2007): Für mehr Arbeitsplatzqualität und höhere Arbeitsproduktivität; Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S.98
[397] vgl.: Friedemann (2011): Green Building und Nachhaltigkeit, S. 8
[398] Von 207 in der Schweiz befragten Unternehmen gaben 43% an, diesen Zusammenhang im eigenen Unternehmen wahrzunehmen. vgl.: CRESS (2012): Corporate Real Estate and Sustainability Survey, S. 26
[399] vgl.: Gottschalk (1983): Untersuchung zum Einfluss von Architektur auf die Arbeitszufriedenheit, S. 125
[400] Sustainability Victoria, Kador Group (Hrsg., 2008): Employee productivity in sustainable building; Syal et al. (2010): Effects of Green Buildings on Employee Health and Productivity, S. 1665–1668

berechnen, deren Verlauf zudem von einer Vielzahl exogener Parameter abhängt. Um eine belastbare Datenbasis für die monetäre Bewertung des Nutzerkomforts zu erhalten, sind folglich umfangreiche Untersuchungen erforderlich.[401] Zusammenfassend existieren für soziokulturelle DGNB/BNB Kriterien bislang keine verwendbaren empirischen Daten oder gar verlässliche Methoden zur Monetarisierung. Darüber hinaus ist zweifelhaft, ob sich die soziokulturelle Zielerfüllung vollständig in monetarisierten Werten ausdrücken lässt.
Die Methoden der **Monetarisierung ökologischer Aspekte** sind in Bezug auf ökobilanzbasierte Eingangsparameter weit fortgeschritten.[402] Dabei werden die Umweltwirkungen und deren Folgeeffekte als monetarisierte Umweltinanspruchnahme quantifiziert.[403] Das UBA stellt hierfür Methodenkonventionen zur Verfügung, die in verschiedenen Forschungsprojekten auf Anwendbarkeit, Plausibilität und Aussagekraft überprüft wurden.[404] Die Studie *Externe Kosten im Hochbau* kommt zu dem Schluss, dass externe Kosten *„eine relevante und umweltpolitische Größe“* sind, *„welche bei der Weiterentwicklung Nachhaltigen Bauens zu berücksichtigen sein wird.“* [405] Allerdings ist zu untersuchen, ob sich auch nicht ökobilanzbasierte Eingangsparameter monetarisieren lassen.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass jede nicht-hierarchische Zielertragsmessung mit erheblichen methodischen Schwierigkeiten und Unsicherheiten verbunden ist. Zudem erweckt jeder Ansatz auf Basis eines Ein-Säulen-Modells den Eindruck einer **einseitig ausgerichteten Problembewältigungsstrategie**. Darüber hinaus ist unklar, wie Nutzen- und Kosteneffekte, die einerseits auf betriebswirtschaftlicher Seite (z.B. Arbeitsproduktivität) und andererseits auf volkswirtschaftlicher Seite (z.B. im Gesundheitssystem) entstehen, vergleichbar gemacht werden können. Dadurch gewinnt die auf Kompensation beruhende Aggregation der Einzelbewertungen an Komplexität und verstärkt das **Wertsyntheseproblem**.[406] Der eigentliche Nutzen nachhaltigen Handelns entsteht auf einer höheren gesellschaftlichen Ebene, die nicht dimensioniert werden kann. Da folglich auf Basis der eindimensionalen Zielertragsmessung keine adäquate Verknüpfung mit dem mehrdimensionalen Schutzzielen erfolgen kann, lässt sich auch keine geeignete Modellogik entwickeln.

[401] vgl.: Prein (2011): Mehrwert durch Nachhaltigkeit, S. 37 - 39
[402] vgl.: UBA (2012): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden (erste Version erschien 2007)
[403] vgl.: Pelzeter (2006): Lebenszykluskosten von Immobilien, S.19
[404] vgl. u.a.: Maibach, Sieber et al. (2007): Praktische Anwendung der Methodenkonvention; BMVBS (Hrsg.), Ulmer, Streck et al. (2010): Externe Kosten im Hochbau; Dahl (2010): Berücksichtigung externer Kosten bei d. Ermittlung v. Straßenbenutzungsgebühren; Krewitt, Schlomann (2006): Externe Kosten der Stromerzeugung
[405] Zitat: Streck et al. (2010): Externe Kosten im Hochbau, S. 83
[406] vgl.: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 252

3.1.1.2 HIERARCHISCHER ANSATZ

Bei hierarchischen Verfahren wird vorausgesetzt, dass eine Hierarchie mit mehr als zwei Zielebenen vorhanden ist. Die **Zielhierarchie des DGNB/BNB Bewertungssystems** besteht aus drei Hierarchieebenen, wobei das Gesamtziel (1) aus sechs DGNB/BNB Qualitäten (2) besteht, denen jeweils Bewertungskriterien (3) zugeordnet wurden. Das hierarchische Verfahren sieht vor, dass die Zielertragsmessung isoliert für jede Qualität durch Bildung von **Oberziel-Unterziel-Relationen** erfolgt. Dabei ist der **relative (Ziel-) Beitrag eines Kriteriums** zur übergeordneten Zielebene zu messen und als lokale Kriteriengewichtung auszuweisen (vgl. Abb. 3-2). Anschließend wird durch Multiplikation mit der Gewichtung einer Qualität die globale Kriteriengewichtung berechnet. Bis auf den Unterschied, dass die relativen Beiträge der Kriterien geschätzt statt gemessen wurden, entspricht das zugehörige Gewichtungsschema dem Status Quo nach DGNB/BNB.

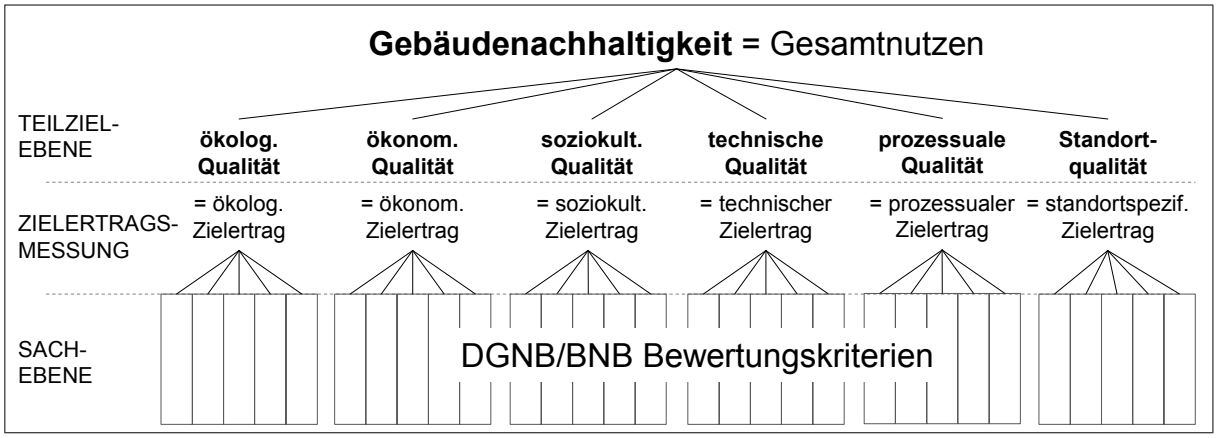


Abb. 3-2: Modell der hierarchischen mehrdimensionalen Zielertragsmessung

In der Praxis findet dieser Ansatz häufig Anwendung, da die Problematik der Zielkonflikte durch die isolierte Betrachtung der Einzelthemen eingedämmt werden kann. Dies würde auch auf die Zielertragsmessung zutreffen. Problematisch ist die Ermittlung der **Gewichtung einer Qualität** in Bezug auf das Gesamtziel, da hierbei abstrakte Elemente miteinander verglichen werden müssen.[407] Die Zielertragsmessung auf dieser Ebene unterliegt aufgrund der multidimensionalen Ausprägungen den gleichen methodischen Schwierigkeiten wie die nichthierarchische Vorgehensweise. Wie ausführlich in 2.4.2.4 dargestellt, wird die Bedeutung, die ein Kriterium im Bewertungssystem maximal einnehmen kann, maßgeblich von der Anzahl einzubeziehender Qualitäten beeinflusst.[408]

Auch die **Zielherarchie des Nachhaltigen Bauens** besteht aus drei Ebenen, wobei das Gesamtziel (1) aus drei Nachhaltigkeitssäulen (2) besteht, denen einzelne Schutzziele (3) zugeordnet wurden. Bei der Verknüpfung von Ziel- und Bewertungssystem fällt auf, dass dies für ökonomische, ökologische und soziokulturelle Qualitäten unproblematisch erscheint.

[407] vgl.: Pöyhönen, Hämäläinen (1998): Notes on the Weighting Biasesin Value Trees, S. 160; Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 160

[408] vgl.: Gertis, Hauser et al. in Reichardt, Rottke (2010): Ökonomie vs. Ökologie, S. 182

Für diese drei Qualitäten wird angenommen, dass sich ein quantifizierbarer Zusammenhang zwischen Kriterienausprägung und Schutzzielerfüllung über Zielwertindikatoren herstellen lässt. Fraglich ist allerdings, auf welcher Basis die Zielerträge der **Kriterien mit Querschnittscharakter dimensioniert** werden können. Prozessuale DGNB/BNB Kriterien stellen die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten in frühen Planungsphasen über die Ausführung bis hin zur Vorbereitung der Betriebsführung sicher.[409] Der Nutzen dieser Kriterien besteht v.a. darin, durch zahlreiche Wechselwirkungen die Erfüllung der Anforderungen ökonomischer, ökologischer und soziokultureller Kriterien zu unterstützen und darüber hinaus Zusatzaspekte sicherzustellen. Ebenso verhält es sich mit den Kriterien der technischen Qualität. Der Nutzen der Standortfaktoren bezieht sich hingegen stärker auf verschiedene Schutzziele des Nachhaltigen Bauens als auf die übrigen DGNB/BNB Qualitäten.

Zusammenfassend stellt das hierarchische Verfahren einen sinnvollen Ansatz dar, um die bestehenden lokalen Kriteriengewichtungen innerhalb der ökologischen, ökonomischen und soziokulturelle Qualität auf Basis von Wirkanalysen zu überprüfen und ggf. zu korrigieren. Offen bleibt jedoch, wie sich der Nutzen technischer, prozessualer und standortbezogener Qualitäten messbar mit dem Zielsystem verbinden lässt. Zudem ist unklar, wie eine Zielertragsmessung zwischen der zweiten und ersten Zielebene stattfinden kann. Somit kann auf Basis des hierarchischen Ansatzes eine Modellogik entwickelt werden, auf deren Basis zumindest ein Teil der lokalen Kriteriengewichtungen überprüft werden kann.

3.1.1.3 INTEGRATIVER ANSATZ

Der integrative Ansatz stellt eine Weiterentwicklung des hierarchischen Ansatzes dar, mit dem das bewertungstheoretische Problem der Zielertragsmessung von Querschnittsqualitäten gelöst werden kann. Die Grundidee beruht dabei auf dem **integrativen Nachhaltigkeitskonzept**[410] und der wirkungsbasierten **Bewertungslogik der DIN EN 15643** (vgl. Abschnitt 2.4.1). Im ersten Schritt werden die Schutzziele des Nachhaltigen Bauens in messbare Zielwertindikatoren überführt. Anschließend werden die Wirkungszusammenhänge zwischen Kriterienauswirkung und daraus resultierenden Zielerträgen quantifiziert. Anders als beim hierarchischen Ansatz können hierbei die DGNB/BNB Kriterien prinzipiell Zielerträge zu mehr als einem Schutzziel leisten(vgl. Abb. 3-3).
Dementsprechend bilden die Schutzziele eine **alternative Ebene zur Zielertragsmessung** und geben die Struktur des Gewichtungsmodells vor. Das hat zur Folge, dass die Modelllogik zur Ermittlung der Gewichtungen von der Modellogik der Bewertung losgelöst wird, das nach

[409] vgl.: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 41
[410] Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung basiert bspw. auf dem integrativen Ansatz. Dementsprechend werden die wirtschaftlich erfolgreiche sowie ökologisch und sozial verträgliche Gestaltung technischer Entwicklungen zielgerichtet in die Politikfelder integriert. vgl.: Bundesregierung (2012): Fortschrittsbericht 2012 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, S. 118

wie vor aus sechs Qualitäten und den zugehörigen Kriterien besteht. Diese Entkopplung ermöglicht es jedoch, direkte **Kriterien-Ziel-Relationen** herzustellen und in **Zielwertfunktionen** zu beschreiben. Auf dieser Basis können Zielertragsmessungen durchgeführt und kriterienspezifische Zielgewichtungen ermittelt werden.

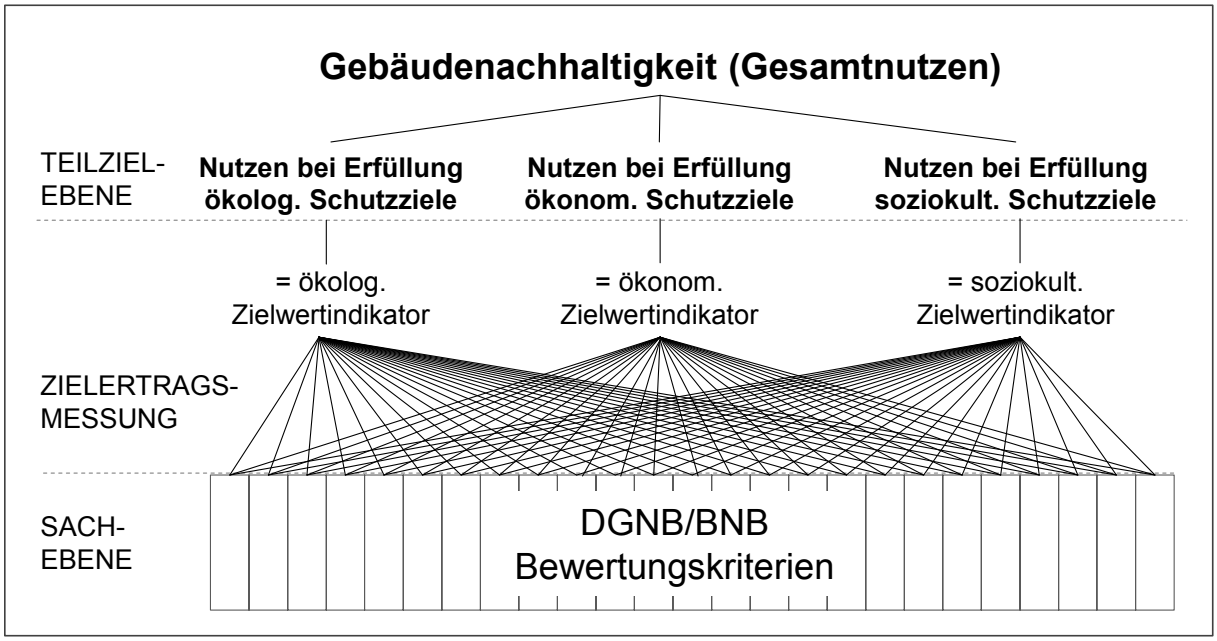


Abb. 3-3: Modell der integrativen dreidimensionalen Zielertragsmessung

Die zu untersuchenden Auswirkungen der DGNB/BNB Kriterien sind folglich umweltbezogene, soziokulturelle und ökonomische **Zielwirkungen**. Dies schließt die Kriterien der technischen, prozessualen und standortbezogenen Qualität ebenso ein und unterstreicht deren Querschnittscharakter. Folglich werden die Qualitäten nicht als isolierte Teilsysteme betrachtet, sondern deren **Wechselwirkungen und -beziehungen** einbezogen und als Teil der Lösungsstrategie gesehen.[411] Derartige Wechselwirkungen stellen ein inhärentes Merkmal des DGNB/BNB Bewertungssystems dar und wurden bereits in zahlreichen Sensitivitätsanalysen identifiziert und charakterisiert.[412] Daher ist davon auszugehen, dass einige Kriterien bzw. darin beschriebene Gebäudeeigenschaften Zielwirkungen in Bezug auf mehrere Schutzziele hervorrufen.

Zur Umsetzung des integrativen Ansatzes werden folgend Bedingungen aufgestellt:

1. Sämtliche Nutzwerte, die bei Erfüllung der Schutzziele des Nachhaltigen Baues entstehen, lassen sich in messbare Zielwertindikatoren überführen.
2. Gleichzeitig lassen sich die Kriterienauswirkungen als potentielle Zielerträge in Bezug auf diese Zielwertindikatoren messen.
3. Die Zielertragsdifferenzen lassen sich auf einer Kardinalskala abbilden, sodass hiervon Zielgewichtungen abgeleitet werden können.

[411] vgl.: Jörissen, Kopfmüller et al. (1999): Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung , S.48 f.
[412] u.a.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 105; Schneider (2010): Steuerung der Nachhaltigkeit im Planungsprozess, S.123

Darüber hinaus ist der Frage nachzugehen, wie die Zielwertindikatoren in Bezug auf die Nachhaltigkeitssäulen und die Nachhaltigkeitssäulen in Bezug auf das Gesamtziel zu gewichten sind. Die Frage nach der Gewichtung der Zielwertindikatoren kann erst nach Entwicklung der Modelle zur Quantifizierung der Zielerträge vollständig beantwortet werden. Bei der Gewichtung der Nachhaltigkeitssäulen ist eine Zielertragsmessung aus o.g. Gründen nicht möglich. Mit Bezug auf den *Brundtland Bericht* und den *Leitfaden Nachhaltiges Bauen* sind die Belange der Ökologie, Ökonomie und Soziokultur gleichberechtigt,[413] was für eine **lineare Gleichgewichtung der Nachhaltigkeitssäulen** spricht. In der Kritik steht das Gleichwertigkeitspostulat aufgrund der ungenügenden Begründung der Gleichrangigkeitsprämissen.[414]

Vertreter einer starken Nachhaltigkeit (vgl. Abschnitt 2.1.3.1) argumentieren zudem, dass die gesamte Nachhaltigkeitsdiskussion einer ökologischen Notwendigkeit entspringt und daher Umweltaspekte stärker gewichtet werden müssten.[415] Dennoch ist in der Literatur eine breite **Akzeptanz der Gleichberechtigung** festzustellen.[416] Darüber hinaus repräsentieren Gewichtungsfaktoren die Grenzraten der gegenseitigen Substitution zugehöriger Zielsetzungen.[417] Folglich ist die Frage nach der Gleichwertigkeit das Ergebnis einer Auseinandersetzung mit der Frage danach, nach welchen Regeln sich die Dimensionen der drei Nachhaltigkeitssäulen gegenseitig kompensieren dürfen. Die Frage nach der gegenseitigen Substitution mündet in eine Positionierung zur starken oder schwachen Nachhaltigkeit. Da in dieser Arbeit das von der Mehrheit der Ökonomen favorisierte Konzept der **sensible sustainability**[418] (vgl.: Abschnitt 2.1.3.1) zugrunde liegt, hat das Gleichwertigkeitspostulat ebenso Gültigkeit wie die Begrenzung der gegenseitigen Substitution.

Demnach kann die Gleichgewichtung der Nachhaltigkeitssäulen einerseits mit einer breiten Akzeptanz und andererseits mit dem Konzept der sensible sustainability begründet werden. Folglich stellt die Gewichtung einer Nachhaltigkeitssäule eine Konstante dar, für die gilt:

$$\widehat{w}_s = \frac{1}{3} \tag{3.1}$$

$\widetilde{w}_s$ Gewichtungsfaktor einer Nachhaltigkeitssäule d_s [%] mit
D = $\{d_1, \dots, d_s, \dots, d_3\}$: Menge der Nachhaltigkeitssäulen d_s.

[413] vgl.: WECD (1987): Report of the World Commission on Environment and Development; BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 23
[414] vgl.: Heinrichs, Michelsen (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S.28
[415] vgl.: Jörissen, Kopfmüller et al. (1999): Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung, S. 22 f.
[416] vgl. u.a.: Heinrichs, Michelsen (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S.29; Kellermann (2012): Nachhaltigkeitsorientierte Diskontierung, S.26; Wallbaum, Kellenberger et al. (2011): Nachhaltig Bauen, S.48 f.; Hegger, Fuchs et al. (2008): Energie Atlas. Nachhaltige Architektur, S.25 f. BBSR (2010): Nachhaltiges Bauen, S.5
[417] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 55
[418] vgl.: Jörissen, Kopfmüller et al. (1999): Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung, S.64

Ein DGNB/BNB Kriterium kann eine Vielzahl funktionaler oder technischer Merkmale beinhalten, durch die in Abhängigkeit der Ausprägung ein Nutzen geschaffen wird. Diese Merkmale stellen die eigentlichen Leistungsträger dar und werden als **Attribute** bezeichnet, für deren Ausprägung die Zielertragsmessung stattfindet. Folglich ist die spezifische Leistungsfähigkeit der Attribute zu messen und als kriterienspezifischer Zielertrag zusammenzufassen. Aus den Zielertragsdifferenzen lassen sich **lokale Kriteriengewichtungen** mit Bezug auf einen Zielwertindikator ableiten. Durch Multiplikation mit den Gewichtungsfaktoren der übergeordneten Hierarchieebenen werden **globale Kriteriengewichtungen** ermittelt. Dabei ist es prinzipiell möglich, dass einer Nachhaltigkeitssäule ein oder mehrere Zielwertindikatoren zugeordnet werden.

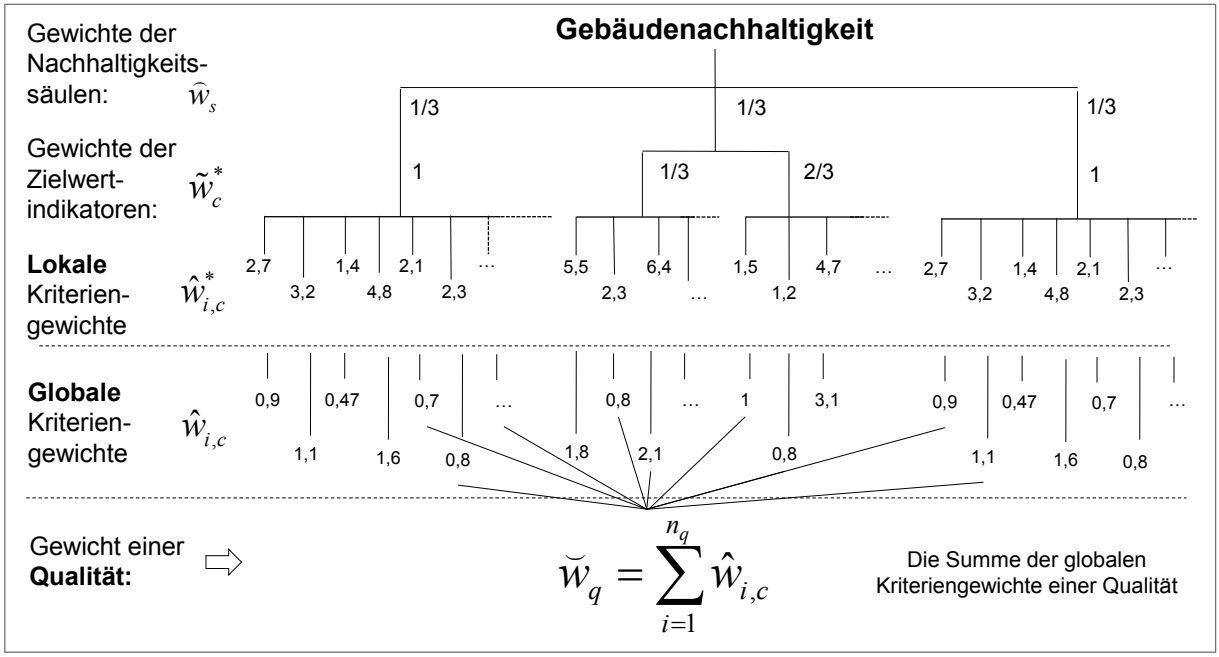


Abb. 3-4: Hierarchieebenen der integrativen Zielertragsmessung (exemplarisch)

Abb. 3-4 veranschaulicht die Zusammenhänge des integrativen Gewichtungsmodells exemplarisch und verdeutlicht zudem, wie die Ergebnisse auf das Ordnungsschema des Ausgangssystems (DGNB/BNB) übertragen werden. Mit den Ergebnissen für die globalen Kriteriengewichtungen können bestehende DGNB/BNB Kriterien auf Basis von Wirkungsaussagen überprüft und ggf. korrigiert werden. Auf gleiche Weise lässt sich die **Gewichtung einer DGNB/BNB Qualität** überprüfen, indem die zugehörigen globalen Kriteriengewichtungen aufsummiert werden.

Durch Integration der Gewichtungen in die NWA-basierte Bewertungslogik des DGNB/BNB Systems kann die Ausrichtung der Wertsynthese an zielbezogenen Wirkungsaussagen erfolgen. Diese wirkungsbasierten Gewichtungen reflektieren den potenziellen, kriterienspezifischen Beitrag zur Erfüllung der (Schutz-) Ziele des Nachhaltigen Bauens. Damit entspricht der Ansatz der integrativen Zielertragsmessung der Zielsetzung dieser Arbeit.

3.1.1.4 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Es wird konstatiert, dass auch aus bewertungstheoretischer Sicht die Argumente für den integrierten Ansatz und damit für den **integrative Zielertragsmessung** sprechen. Für die Konzeption einer wirkungsbasierten Wertsynthese bei der DGNB/BNB Nachhaltigkeitsbewertung ist dieser Ansatz weiter zu konkretisieren. Ziel dabei ist es, geeignete Zielwertindikatoren und Methoden zu identifizieren, um die Wirkungszusammenhänge zwischen Kriterienauswirkungen und (Schutz-) Zielerfüllung zu quantifizieren und mit **Zielwertfunktionen** zu beschreiben. Auf dieser Basis sollen **kardinalskalierten Zielertragsdifferenzen** quantifiziert und Kriteriengewichtungen abgeleitet werden.
Der unkonventionelle Ansatz einer integrativen Zielertragsmessung ist mit einem großen Erhebungsaufwand verbunden. Zudem ist unklar, ob die damit einhergehende Entkopplung von Bewertungs- und Gewichtungsmodell auf breite Akzeptanz stößt. Daher wird zusätzlich die Umsetzung für den Ansatz der **hierarchischen Zielertragsmessung** überprüft. Dabei werden die Zielwertindikatoren direkt den DGNB/BNB Qualitäten zugeordnet. Folglich ändert sich im Gegensatz zur integrativen Zielertragsmessung dabei lediglich der Bezugsrahmen. Zudem erfolgt die Zuordnung der Zielwertindikatoren streng hierarchisch, sodass ein Kriterium keinen Mehrfachnutzen erzielen kann. Gemäß den Schutzzielen des Nachhaltigen Bauens ist dies jedoch nur für die ökologische, ökonomische sowie soziokulturelle und funktionale Qualität möglich.
Die hieraus hervorgehenden Ergebnisse ermöglichen den Vergleich zwischen integrativem und hierarchischen Ansatz und die Überprüfung der DGNB/BNB Kriteriengewichtungen.

3.1.2 AUFBAU EINER GEWICHTUNGHIERARCHIE

In diesem Abschnitt werden die Aggregationsregeln für ein integratives und den hierarchisches Gewichtungsmodell definiert. Zwar folgen beide Ansätze einem additiv-multiplikativem Aggregationsmodell, beziehen jedoch eine unterschiedliche Anzahl an Kriterien ein. Es wird detailliert beschrieben, wie sich der potenzielle Beitrag eines Kriteriums zum Gesamtnutzen auf Basis der zugrunde gelegten Gewichtungshierarchie berechnet. Den Ausgangspunkt und die oberste Zielebene bildet dabei der Gesamtnutzwert $\boldsymbol{\Phi}$, der aus der Summe der gewichteten Kriterienbewertung besteht. Es gilt:

$$\boldsymbol{\Phi}\ (a_j) = \sum_{i=1}^{n} \hat{\boldsymbol{\Phi}}_i\ (a_j) = \sum_{i=1}^{n} \hat{w}_i \frac{\boldsymbol{x}_i\ (a_j)}{10BWP} \tag{3.2}$$

Im Zentrum der nachfolgenden Betrachtung stehen die Gewichtungsfaktoren $\hat{w}_i$ der Kriterien k_i für die zusätzlich $\hat{w}_i > 0$ und die Normierungsbedingung $\sum_{i=1}^{n} \hat{w}_i = 1$ gilt.

3.1.2.1 INTEGRATIVES GEWICHTUNGSMODELL

In diesem Abschnitt wird ein **integratives Gewichtungsmodell** entwickelt. Dabei wird definiert, wie die kriterienspezifischen Zielerträge quantifiziert und hieraus wirkungsbasierte Kriteriengewichtungen ermittelt werden. Um diese Zusammenhänge mathematisch zu beschreiben, werden **Zielwertfunktionen** und Normierungsgleichungen aufgestellt.

Beim **integrativen Ansatz** wird die relative Bedeutung eines Kriteriums vom potenziellen Beitrag zu den Schutzzielen des Nachhaltigen Bauens abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einzelne Kriterien Zielerträge zu mehr als einem Zielwertindikator leisten können. Losgelöst vom Ordnungsschema des Bewertungssystems, wird eine alternative **Modellhierarchie zur Ermittlung der Gewichtungen** definiert. Ausgehend vom Gesamtnutzwert (Ebene 0) basiert der Ansatz der integrativen Zielertragsmessung auf den drei Nachhaltigkeitssäulen (Ebene 1), die sich über die Schutzziele wiederum in Zielwertindikatoren (Ebene 2) aufgliedern, denen jeweils Kriterien (Ebene 3) zugeordnet werden.

Die Anforderungen in einem Kriterium adressieren verschiedene physische und funktionale Eigenschaften, die über Attribute beschrieben werden. Um kriterienspezifischen Zielerträge präzise und zuverlässig zu ermitteln, ist eine differenzierte Zielertragsmessung für die Attribute bzw. deren Ausprägungen (Ebene 4) erforderlich.[419] Dennoch erfolgt die Gewichtung auf Ebene der Kriterien, da nur so das Postulat der **Nutzenunabhängigkeit**[420] gewährleistet werden kann, das eine zentrale Bedingung des additiven Aggregationsmodells darstellt.[421]

Zunächst wird das Rohgewicht eines Kriteriums ermittelt, das mit dem **kriterienspezifischen Zielertrag** $v_c(k_i)$ gleichzusetzen ist. Hierbei wird der Mittelwert zugehöriger attributspezifischer Zielerträge gebildet. Anders formuliert handelt es sich um den mittleren Nutzen eines Kriteriums, den zugehörige physische Gebäudemerkmale hervorgerufen können. Es gilt:

$$v_c(k_i) = \frac{1}{f_i} \sum_{e=1}^{f_i} v_c(z_{i,e}) \tag{3.3}$$

$v_c(k_i)$ Zielertrag des Kriteriums k_i in Bezug auf den Zielwertindikator g_c mit
G = $\{g_1, \dots, g_c, \dots, g_4\}$: Menge der Zielwertindikatoren g_c

$v_c(z_{i,e})$ Zielertrag eines Attributs $z_{i,e}$ in Bezug auf den Zielwertindikator g_c mit
Z = $\{z_{i,1}, \dots, z_{i,e}, \dots, z_{i,f}\}$: Menge aller Attribute $z_{i,e}$

f_i Anzahl der Attribute $z_{i,e}$, die einem Kriterium k_i zugeordnet sind

[419] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 159
[420] D.h. dass die Auswirkungen aller Kriterien tatsächlich gleichzeitig und ohne Überschneidungen mit anderen möglich sind. vgl.: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 270
[421] vgl.: Backhaus (2011): Multivariate Analysemethoden, S. 457

Während der kriterienspezifische Zielertrag den absoluten, quantitativen Anteil am Gesamtnutzwert[422] eines Zielwertindikators g_c beschreibt, reflektieren die attributspezifischen Nutzwerte potenzielle Wirkungen auf diesen Nutzwert. Die Wirkungszusammenhänge zwischen Attributausprägung und attributspezifischem Zielertrag $v_c(z_e)$ werden für jeden Zielwertindikator g_c einzeln analysiert. Hierzu gehört auch die Identifikation der Kriterien und Attribute, die eine Wirkung auf einem Zielwertindikator g_c ausüben können. Dies erfolgt in den Abschnitten 3.2 bis 3.4.

Im nächsten Schritt werden **lokale Kriteriengewichtungen** ermittelt, indem aus den kriterienspezifischen Rohgewichten, die absolute Anteile am Gesamtnutzwert eines Zielwertindikators darstellen, relative Anteile berechnet werden. Dabei ergeben sich aus den Differenzen der Zielerträge die Bedeutungsunterschiede der Kriterien. Es gilt:

$$\hat{w}^*_{i,c} = \frac{v_c(k_i)}{\sum_{i=1}^{n_c} v_c(k_i)} \tag{3.4}$$

$\hat{w}^*_{i,c}$ lokaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i, der einem Zielwertindikator g_c zugeordnet ist

n_c Anzahl der Kriterien k_i, die einem Zielwertindikator g_c zugeordnet sind

Anschließend wird die **globale Kriteriengewichtung** berechnet, indem die lokalen Kriteriengewichtung mit den Gewichtungen übergeordneter Zielebenen multipliziert werden. Es gilt:

$$\hat{w}_{i,c} = \hat{w}^*_{i,c} \cdot \tilde{w}^*_{\mathrm{c}} \cdot \widehat{w}_s \tag{3.5}$$

$\hat{w}_{i,c}$ globaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i in Bezug auf einen Zielwertindikator g_c

$\tilde{w}^*_{\mathrm{c}}$ (lokaler) Gewichtungsfaktor eines Zielwertindikators g_c

$\widehat{w}_s$ (globaler) Gewichtungsfaktor einer Nachhaltigkeitssäule d_s gemäß Gleichung (3.1)

Hinsichtlich der Gewichtungen der Zielwertindikatoren $\widetilde{w}^*_c$ werden auf Basis der Modelle zur Zielertragsmessung weitere Festlegungen in den Folgeabschnitten getroffen.

Bei der integrativen Zielertragsmessung wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass eine Gebäudeeigenschaft zur Erfüllung mehrerer Schutzziele beitragen kann. Dementsprechend stellt der in Gleichung (3.3) ermittelte kriterienspezifische Zielertrag $v_c(k_i)$ zunächst ein einzelnes zielwertindikatorspezifisches Rohgewicht eines Kriteriums von c möglichen dar. Ungewöhnlich an diesem Ansatz ist, dass ein Kriterium globale Gewichtungen in mehr als ei-

[422] Gemeint ist der Gesamtnutzen innerhalb der Systemgrenzen der Bewertung.

nem Zielwertindikator sammeln kann. Folglich kann die Bedeutung eines Kriteriums in Bezug auf das Gesamtziel erst ermittelt werden, wenn alle potenziellen **Zielerträge in Bezug auf die unterschiedlichen Zielwertindikatoren** g_c erhoben wurden. Erst dann kann die Aufsummierung der globalen Zielwertindikatorspezifischen Einzelgewichtungen eines Kriteriums erfolgen. Es gilt

$$\hat{w}_i = \sum_{c=1}^{4} \hat{w}_{i,c} \tag{3.6}$$

Anhand dieser globalen Kriteriengewichtungen können die bestehenden DGNB/BNB Gewichtungen auf Basis solider Wirkungsaussagen überprüft und ggf. korrigiert werden. Zudem können wie bereits in Abb. 3-4 veranschaulicht, auf Basis der wirkungsbasierten Kriteriengewichtungen die Gewichtungen einer DGNG/BNB Qualität überprüft werden. Es gilt:

$$\breve{w}_q = \sum_{i=1}^{n_q} \hat{w}_i \tag{3.7}$$

$\breve{w}_q$ Gewichtungsfaktor einer Qualität h_q mit

n_q Anzahl der Kriterien k_i , die einer Qualität h_q zugeordnet sind

3.1.2.2 HIERARCHISCHES GEWICHTUNGSMODELL

In diesem Abschnitt wird das **hierarchische Gewichtungsmodell** entwickelt, indem die Berechnungsmodalitäten für kriterienspezifische Zielerträge und daraus resultierende Kriteriengewichtungen definiert und mathematisch beschrieben werden.
Das hierarchische Gewichtungsmodell entspricht dem **Ordnungsschema des Bewertungssystems** mit sechs Qualitäten und zugehörigen Kriterien. Die Zielertragsmessung erfolgt analog zum integrativen Ansatz für die Kriterienausprägungen, die durch die unterschiedlichen Attribute beschrieben werden. Folglich wird das Rohgewicht eines Kriteriums ebenso auf Basis von Gleichung (3.3) ermittelt. Im Sinne einer streng hierarchischen Betrachtung kann ein Kriterium jedoch nur einen Zielertrag zu einem Zielwertindikator leisten. Daher wird zunächst jeder Zielwertindikator g_c eindeutig zu einer DGNB/BNB Qualität h_q zugordnet.

Der Rahmen einzubeziehender Kriterien bei der Zielertragsmessung wird folglich von der Qualität bestimmt. Dadurch ändert sich auch der Bezugsrahmen bei der Ermittlung der **lokalen Kriteriengewichtungen**. Der kriterienspezifische Zielertrag wird über die Summe der Zielerträge der Kriterien einer Qualität normiert. Dabei werden aus den Zielertragsdifferenzen die Bedeutungsunterschiede der Kriterien berechnet. Es gilt:

$$\hat{w}^*_{i,q} = \frac{v_c(k_i)}{\sum_{i=1}^{n_q} v_c(k_i)} \tag{3.8}$$

$\hat{w}^*_{i,q}$ lokaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i, das einer Qualität h_q zugeordnet ist

n_q Anzahl der Kriterien k_i, die einer Qualität h_q zugeordnet sind

Schließlich erfolgt die Ermittlung der **globalen Kriteriengewichtung**, indem die lokalen Gewichtungen mit den Gewichtungen der übergeordneten Hierarchieebenen multipliziert werden. Es gilt:

$$\hat{w}_i = \hat{w}_{i,q} = \hat{w}^*_{i,q} . \tilde{w}^*_c \cdot w_q \tag{3.9}$$

$\hat{w}_{i,q}$ globaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i (nach hierarchischem Ansatz)

$\tilde{w}^*_c$ lokaler Gewichtungsfaktor eines Zielwertindikators g_c

w_q globaler Gewichtungsfaktor einer Qualität h_q gemäß DGNB/BNB Vorgaben

Beim hierarchischen Ansatz entfällt die Aufsummierung der Zielwertindikatorspezifischen Einzelgewichtungen. Auf Basis der Schutzziele des Nachhaltigen Bauens können jedoch nur für ökonomische, ökologische sowie der soziokulturelle und funktionale Qualität Zielwertindikatoren gebildet werden. Daher kann keine Verknüpfung der technischen, prozessualen oder der standortbezogenen Qualität mit dem Zielsystem erfolgen. Folglich kann für jene Qualitäten auch keine Überprüfung bzw. Korrektur der Kriteriengewichtungen stattfinden.

Beide Ansätze zeigen die Potenziale einer Objektivierung auf Basis einer wirkungsbasierten Wertsynthese auf, wobei mit dem hierarchischen Verfahren lediglich die Gewichtungsfaktoren der Kriterien bezogen auf eine Qualität überprüft werden können. Auf Basis der hier entwickelten Gewichtungsmodelle können im nächsten Schritt die Modelle zur Quantifizierung der Zielerträge konstruiert werden.

3.2 MODELL ZUR QUANTIFIZIERUNG SOZIOKULTURELLER ZIELERTRÄGE

Nachfolgend wird das Modell zur Quantifizierung der Zielerträge für soziokulturelle Schutzziele entwickelt. Dabei handelt es sich um ein theoretisches Konstrukt auf dessen Basis die Kriterienauswirkungen dimensioniert und mit den Schutzzielen verknüpft werden können. Ziel des Abschnittes ist es, einen soziokulturellen Zielwertindikator, Methoden zur Zielertragsmessung und daraus resultierende Zielwertfunktionen zu identifizieren.

3.2.1 SOZIOKULTURELLER NUTZEN NACHHALTIGER GEBÄUDE

In diesem Abschnitt wird analysiert, welcher soziokulturelle Nutzen durch nachhaltige Gebäude respektive durch Erfüllung soziokultureller Schutzziele entstehen kann und wie dieser in Form eines Zielwertindikators dimensioniert werden kann. Zuvor wird der Begriff *Soziokultur* im Zusammenhang mit Bürogebäuden erläutert.

Der Begriff Soziokultur umfasst soziale Bedürfnisse, kulturelle Werte sowie politische Interessen einer gesellschaftlichen Gruppe. **Soziale Grundbedürfnisse** sind in einem gesellschaftlichen System fest verankert und gelten für seine Mitglieder als selbstverständlich.[423] Dabei prägen soziale und kulturelle Wertvorstellungen das zugrunde liegende Sozialsystem und sind maßgeblich verantwortlich für die Identifikation des Einzelnen mit seiner Umgebung.[424] **Soziale Bedürfnisse** und **kulturelle Werte** sind dynamische Merkmale einer Gesellschaft, die ein allgemein anerkanntes Grundmaß an **Lebensqualität** bilden und unter **soziokulturellen Aspekten** zusammengefasst werden.

SOZIOKULTURELLE SCHUTZGÜTER	SOZIOKULTURELLE SCHUTZZIELE
▪ Gesundheit ▪ Nutzerzufriedenheit ▪ Funktionalität ▪ Kultureller Wert	▪ Bewahrung von Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit ▪ Gewährleistung von Funktionalität ▪ Sicherung der gestalterischen und städtebaulichen Qualität

Tab. 3-1: Soziokulturelle Schutzgüter und -ziele gemäß Leitfaden Nachhaltiges Bauen [425]

Gemäß DIN EN 15643-3 werden **soziale Auswirkungen** definiert als *„gesellschaftliche Veränderungen oder Veränderung der Lebensqualität, die durch Eigenschaften von Bauwerken, Bauwerksteilen, Prozessen oder Dienstleistungen, die im Verlauf ihres Lebenszyklus hervorgerufen werden“* [426]. Weiter heißt es hier, dass sich diese Auswirkungen *„[…] auf die **Nutzer des Gebäudes** und dessen **unmittelbare Nachbarschaft** beziehen.“*[427] Diese beiden Perspektiven sind ebenfalls in den soziokulturellen Schutzzielen und Schutzgütern des Nachhal-

[423] vgl.: Hegger, Fuchs, Stark, Zeumer: Energie Atlas – Nachhaltige Architektur, 2008, S. 190
[424] vgl.: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2009): Entwurf der Thüringer Nachhaltigkeitsstrategie, S. 16 ff.
[425] vgl.: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 24
[426] Zitat: DIN EN 15643-3 Nachhaltigkeit von Bauwerken, Teil3: soziale Qualität (04/2012), Abschnitt 3.36 ff.
[427] vgl.: ebenda, Abschnitt 3.36

tigen Bauens verankert (vgl. Tab. 3-1), und grenzen damit den Betrachtungshorizont soziokultureller Auswirkungen ein. Auch in der Fachliteratur liegt der Schwerpunkt der Betrachtung soziokultureller Gebäudenachhaltigkeit auf den Bedürfnissen der Gebäudenutzer,[428] wobei insbesondere Komfort- und Behaglichkeitsansprüche fokussiert werden. Gemäß dem Leitfaden Nachhaltiges Bauen *„tritt der Mensch als Nutzer des Gebäudes mit seinen diesbezüglichen soziokulturellen Belangen in den Vordergrund. […] Die daraus resultierenden positiven oder auch negativen Empfindungen spiegeln sich im Grad des Wohlbefindens und der Motivation wider."*[429]

Aus Sicht eines Unternehmens besteht der Nutzen optimaler soziokultureller Bedingungen am Büroarbeitsplatz in einer erheblichen Verringerung von Gesundheitskosten sowie in der Steigerung von Produktivität und Zufriedenheit.[430] In betriebswirtschaftlicher Hinsicht wird argumentiert, dass Personalkosten einen wesentlich höheren Faktor darstellen als Kosten für den Gebäudebetrieb. Darüber hinaus erkennen v.a. Immobilienentwickler das damit verbundene strategische Potenzial und realisieren immer häufiger hochwertige Arbeitsplatzqualitäten.[431] Bislang ist es jedoch üblich, dass Planungsexperten, über tatsächliche oder vermeintliche Bedürfnisse der Nutzer urteilen.[432] Dabei sind die Nutzer selbst die eigentlichen **Nutzungsexperten** und können ihre Bedürfnisse und Präferenzen *a posteriori* artikulieren.[433] Zudem besteht die Auffassung, dass der in weiten Teilen vorhandene Mietermarkt in Deutschland langfristig eine stärkere Auseinandersetzung mit der **Perspektive des Gebäudenutzers** und dessen Anforderungen erfordert.[434] Es folgt eine Auseinandersetzung mit der Frage, wie ausgeprägt die nutzerorientierte Perspektive in den soziokulturellen Schutzzielen ist und welcher Nutzen im Sinne eines Zielwerts davon abgeleitet werden kann.

3.2.1.1 BEWAHRUNG VON GESUNDHEIT, SICHERHEIT UND BEHAGLICHKEIT

Das menschliche Grundbedürfnis nach **Sicherheit** zu befriedigen, gehört zu den ursprünglichsten Funktionen eines Gebäudes, indem es vor Witterung und Gefahren schützt. Sicherheit gehört zu den Voraussetzungen für soziale und wirtschaftliche Stabilität, wobei zwischen objektiven Gefahrenpotenzialen und subjektivem Sicherheitsempfinden unterschieden wird.[435] Die Reduktion von objektiven Gefahrenpotenzialen ist Anliegen des Gesetzgebers und daher in zahlreichen gesetzlichen Vorschriften geregelt (z.B. bzgl. Standsicherheit,

[428] u.a.: Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012): Bewertung von Aspekten der soziokulturellen, S.2; Voss, Löhnert et al. (2006): Bürogebäude mit Zukunft, S.20, 221; Wallbaum, Kellenberger et al. (2011): Nachhaltig Bauen, S. 68f.; Holger König et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, S. 14 f.; Lambertz (2010): Entwicklung eines Verfahrens zur Bewertung, S. 43

[429] Zitat: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 34

[430] vgl.: Lützkendorf (2009) Nachhaltiges Bauen; erschienen in Stiftung Bauwesen (Hrsg.): Brennpunkt, S.66

[431] vgl.: Brill, Weidemann et al. (2001): Disproving Widespread Myths About Workplace; Scherer, Derungs (2008): Standortwahl von Unternehmen

[432] vgl.: Richter (2009): Architekturpsychologie, S. 371

[433] vgl.: Walden (2008): Architekturpsychologie: Schule, Hochschule und Bürogebäude der Zukunft, S. 74 ff.

[434] vgl.: Pelzeter (2006): Lebenszykluskosten von Immobilien, S. 4

[435] vgl.: Hegger, Fuchs et al (2008): Energie Atlas. Nachhaltige Architektur. S. 195

Brandschutz, Arbeitsschutz).[436] Um **objektive Gefahrenpotenziale** auf ein Minimum zu reduzieren, sind über das gesetzliche Maß hinaus Maßnahmen umzusetzen. Zusätzliche sicherheitsrelevante Gebäudeeigenschaften (z.B. erhöhter Brandschutz) stellen einen Nutzen existenziellen Ausmaßes im Havariefall dar, werden jedoch im Regelbetrieb eines Gebäudes von seinen Nutzern nur selten wahrgenommen. Ähnlich verhält es sich mit Gesundheitsaspekten, wie Innenraumhygiene. Im Gegensatz dazu tragen **Beiträge zum subjektiven Sicherheitsempfinden** (z.B. Übersichtlichkeit, gute Beleuchtung, unkritischer Standort) direkt zum Wohlbefinden der Gebäudenutzer bei.

Das **Behaglichkeitsempfinden** ist das Ergebnis aus der Befriedigung thermischer, akustischer, visueller und olfaktorischer Komfortansprüche[437] und beeinflusst das Leistungsempfinden des Menschen. Um Arbeitsbedingungen behaglich zu gestalten, sind die bauphysikalischen Eigenschaften der raumumschließenden Bauteile unter Einbezug der klimatischen und nutzungsbedingten Anforderungen aufeinander abzustimmen.[438] Am Beispiel des **thermischen Komforts**, soll die damit verbundene Komplexität erläutert werden. Das Wärmebilanzmodell geht davon aus, dass das Wärmeempfinden des Menschen in erster Linie davon abhängt, ob sich der Körper im Ganzen im thermischen Gleichgewicht (Wärmebilanz) befindet.[439] Die Einflussparameter thermischer Behaglichkeit werden klassifiziert in:

- physiologische Bedingungen, wie z.B. körperlicher Verfassung, Konstitution,
- physikalische Bedingungen, wie z.B. Lufttemperatur und -bewegung, sowie
- intermediäre Einflüsse, wie z.B. Aktivitätsgrad, Bekleidung, Aufenthaltsdauer.[440]

Da das thermische Empfinden einer Person von der subjektiven Interpretation dieser Parameter abhängig ist, beschreibt der thermische Komfort einen qualitativen Zustand, der nicht exakt rechnerisch ermittelt werden kann.[441] Dennoch lässt sich auf Basis des von FANGER[442] entwickelten **PMV-Modell** (*Predicted Mean Vote*) thermische Behaglichkeit bewerten. Das Modell beruht auf einer Befragung von 1.300 Probanden, die ihr thermisches Empfinden qualitativ bewerten sollten, während sie einem definierten Raumklima ausgesetzt wurden.[443] Aus den Ergebnissen entwickelte FANGER den PMV-Index, mit dem der Anteil an Personen vorausberechnet werden kann, der das Umgebungsklima als behaglich empfindet sowie den PPD (*Predicted Percentage Dissatisfied*), mit dem sich der Prozentsatz Un-

[436] Mindestanforderungen zum Brandschutz sind bspw. in jeder Landesbauverordnung (LBO) sowie in Bauregellisten (BRL), Musterrichtlinien Leitungsanlagen (MLAR), Musterrichtlinie für brandschutztechnische Anforderungen an Systemböden (MSBÖR), Musterrichtlinie für brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (MLÜAR 2006), Musterrichtlinie Holzbauweise (M-HFHHolzR), Muster-Hochhaus-Richtlinie (MHochhR) geregelt. Daneben gibt es die Arbeitsstättenverordnung für Bürogebäude und Unfallverhütungsvorschriften.

[437] vgl.: Hegger, Fuchs et al (2008): Energie Atlas. Nachhaltige Architektur. S. 59

[438] vgl.: Willems, Dinter et al. (2006): Vieweg Handbuch Bauphysik Teil 1, .S.4.1

[439] vgl.: DIN EN ISO 7730:2006, Ergonomie der thermischen Umgebung, S.4; VDI 2083 Blatt 5 (1996):

[440] vgl.: Völker (2012): Entwicklung und messtechnische Validierung, S.26; Willems, Dinter et al. (2006): Vieweg Handbuch Bauphysik Teil 1, .S.4.2

[441] vgl.: Willems, Dinter et al. (2006): Vieweg Handbuch Bauphysik Teil 1, .S.4.1

[442] vgl.: Fanger (1970): Thermal Comfort analysis and applications

[443] vgl.: Völker (2012): Entwicklung und messtechnische Validierung, S.26; Fanger (1970): Thermal Comfort analysis and applications, S. 110.

zufriedener vorhersagen lässt.[444] Dementsprechend empfinden ca. 80 % der Büroarbeitsplatznutzer (bei geringer körperlicher Betätigung) das Raumklima als behaglich, wenn eine Raumtemperatur von 20 °C eine relative Luftfeuchte von 50 % und Zugerscheinungen von weniger als 0,1 m/s vorherrscht.[445]

Das Erwartungsmodell erweitert diesen Ansatz zusätzlich um die Erwartungen der Nutzer und geht bspw. davon aus, dass im Sommer höhere Raumtemperaturen und im Winter niedrigere toleriert werden, wenn zusätzlich Möglichkeiten der individuellen Einflussnahme vorhanden sind.[446] Alles in allem zielt die Schaffung eines adäquaten Arbeitsplatzkomforts auf **Mitarbeitergesundheit, Zufriedenheit** und **Leistungsfähigkeit**[447] ab und adressiert sowohl Kriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität als auch die der technischen Qualität. Dies unterstreicht den integrativen Ansatz, der durch einen Blick auf die Entwicklung dieser Kriterien weiter verstärkt wird. LAMBERTZ untergliederte die soziokulturellen Schutzziele in Unterziele, die in hohem Maße mit den heutigen technischen und soziokulturellen DGNB/BNB Kriterien übereinstimmen.[448]

3.2.1.2 GEWÄHRLEISTUNG VON FUNKTIONALITÄT

Unter Funktionalität wird die Eignung eines Bauwerks oder zusammengesetzten Bauteils verstanden, geforderte Funktionen in Abhängigkeit von Nutzungsbedingungen oder gesetzlichen Bestimmungen zu erfüllen.[449] Eine Bürofläche ist *funktional*, wenn das Nutzungskonzept, die Funktions- und Raumplanung, vertikale und horizontale Erschließung, der technische und raumbildende Innenausbau sowie die Ver- und Entsorgung optimal aufeinander abgestimmt sind und die **Nutzungsprozesse optimal unterstützen** können.[450] Funktionalität hängt folglich in erster Linie von den im Gebäude stattfinden nutzungsarttypischen Prozessen ab und geht über das Verständnis des DGNB/BNB Bewertungssystems hinaus. Hier beziehen sich die funktionalen Anforderungen eines Bürogebäudes auf:

- Unterstützung der Nutzung von Fahrrädern als umweltschonendes und gesundheitsförderndes Verkehrsmittel durch Herstellung von Fahrradkomfort,
- Nutzbarkeit für Personengruppen mit eingeschränkten, visuellen, akustischen oder motorischen Fähigkeiten durch Barrierefreiheit,
- sowie Integration eines Gebäudes innerhalb eines Quartiers durch Ermöglichung der öffentlichen Zugänglichkeit.[451]

[444] vgl.: Willems, Dinter et al. (2006): Vieweg Handbuch Bauphysik Teil 1, .S.4.12; Fanger (1970): Thermal Comfort analysis and applications, S. 140 ff.
[445] vgl.: DIN EN ISO 7730:2006, Ergonomie der thermischen Umgebung, S.4; VDI 2083 Blatt 5 (1996): Thermische Behaglichkeit
[446] vgl.: Lambertz (2010): Entwicklung eines Verfahrens zur Bewertung, S. 72
[447] Zitat: Willems, Dinter et al. (2006): Vieweg Handbuch Bauphysik Teil 1, Abschnitt 4.1
[448] vgl.: Lambertz (2010): Entwicklung eines Verfahrens zur Bewertung, S.43
[449] vgl.: DIN EN 15643-3 (2012): Bewertung der sozialen Qualität, Abschn.3.24
[450] vgl.: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 35
[451] vgl.: ebenda, S. 36

Dennoch adressieren die damit verbundenen Auswirkungen die Steigerung des Nutzungskomforts sowie die Einbeziehung der unmittelbaren Nachbarschaft.

Charakteristisch für soziokulturelle Aspekte ist u.a., dass sie **schwer quantifizierbar** sind, da sie von Menschen unterschiedlich wahrgenommen und **subjektiv beurteilt** werden. Dabei ist die sozialräumliche Qualität eines Arbeitsplatzes und -umfeldes zunehmend abhängig davon, wie gut die technischen und funktionalen Eigenschaften des Gebäudes auf **interindividuelle Bedürfnisse** eingehen können. Hierbei gewinnt die Perspektive des sozialen Geschlechts,[452] das sich v.a. durch ein hohes Maß an Individualität und damit verbundenen variablen Bedürfnissen kennzeichnet, zunehmend an Bedeutung.[453]

Eine wesentliche Voraussetzung für die Gestaltung einer hohen soziokulturellen Nutzungsqualität bildet demnach die **Kenntnis der Nutzerbedürfnisse** unter Berücksichtigung verschiedener Nutzergruppen. Feldversuche werden seit den 1990ern durchgeführt und bestätigen einen positiven Zusammenhang zwischen funktionalen sowie komfortsteigernder Gebäudeparameter und Wohlbefinden.[454] Daraus resultierende architekturpsychologische Modelle auf deren Basis weitere Studien entstanden, verdeutlichen, dass Einflüsse auf Zufriedenheit offensichtlich auch kulturell bedingt sind. Konzentrierte man sich in den 1990ern noch vorwiegend auf den thermischen Komfort, wurde das Verständnis später um Ausstattung, Aufenthaltsqualität, Ambiente und Ergonomie erweitert.[455] Somit gewinnen auch funktionale Aspekte aus Nutzungs- und Nutzersicht zunehmend an Bedeutung.

Dabei sind die Rahmenbedingungen und Bedürfnisse der Hauptnutzung ebenso von Bedeutung wie die Arbeitsabläufe und Arbeitsbedingungen infrastruktureller Dienstleistungen, wie z.B. der Reinigung, technisches Gebäudemanagement oder Zulieferung.[456] Da jene Personengruppen nicht Bestandteil der hier betrachteten soziokulturellen Bewertung nach DGNB/BNB sind, werden deren Belange in dieser Arbeit daher nicht weiter betrachtet.[457]

3.2.1.3 SICHERUNG DER GESTALTERISCHEN UND STÄDTEBAULICHEN QUALITÄT

Ästhetische Qualität fördert Qualität und Ausdruckskraft eines Gebäudes[458] und wird von gestalterischen und städtebaulichen Aspekten bestimmt. Neben funktionaler und technischer Obsoleszenz können Gebäude auch formal veraltern und dadurch einen Wertverlust erleiden.[459] **Formale Obsoleszenz** tritt ein, wenn insbesondere ästhetische oder funktionale Ei-

[452] Das soziale Geschlecht entspricht einer Konstruktion, die sich aus gesellschaftlich, kulturell und historisch bedingten Bedürfnissen zusammensetzt und dabei ganz auf ein klassisches Rollenverständnis verzichtet.
[453] Zitat: Zibell (2009): Gender Building. Sozialräumliche Qualitäten im öffentlichen Hochbau, S. 2
[454] vgl.: Gossauer (2008): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden, S. 6 f.
[455] vgl. Schneider, Windel et al. 2003 – Die Zukunft der Büroarbeit
[456] vgl.: Zibell (2009): Gender Building. Sozialräumliche Qualitäten im öffentlichen Hochbau, S. 4
[457] Eine Ausnahme bildet das DGNB Kriterium ENV1.3 Umweltverträgliche Materialgewinnung, bei dem u.a. die Verswendung von Natursteinen gefordert wird, die unter fairen Arbeitsbedingungen verarbeitet werden.
[458] vgl.: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 37
[459] vgl.: Voss, Löhnert et al. (2006): Bürogebäude mit Zukunft, S. 4

genschaften nach dem allgemeinen Verständnis nicht mehr dem Stand der Zeit entsprechen und dadurch negativ bewertet werden.

Nimmt das Maß der formalen Obsoleszenz am Arbeitsplatz überhand, wirkt sich das negativ auf die **Mitarbeitermotivation** aus. Problematisch wird formale Obsoleszenz, wenn sie lange vor dem Ende der technischen Lebensdauer erreicht wird. Neben einzelnen funktionalen Merkmalen kann formale Obsoleszenz auch ganze Gebäude betreffen, was vom städtebaulichen Kontext mitbestimmt wird.[460] Formale Anforderungen für nachhaltige Ästhetik und Funktionalität zu fixieren ist weder möglich noch zielführend. Äußerst positive Effekte hinsichtlich Nutzerakzeptanz zeigten Projekte mit einer Partizipation der späteren Gebäudenutzer bei diesbezüglichen Planungsentscheidungen.[461]

3.2.1.4 ABLEITUNG EINES SOZIOKULTURELLEN ZIELWERTINDIKATORS

Aus den Erkenntnissen der vorangegangenen Abschnitte lässt sich über alle soziokulturellen Schutzziele des Nachhaltigen Bauens hinweg eine **nutzerzentrierte Perspektive** konstatieren. Unumstritten ist zudem, dass ein positiver Zusammenhang zwischen soziokultureller Arbeitsplatzqualität und Mitarbeitermotivation sowie Zufriedenheit besteht,[462] sodass diese als Zielwirkungen bezeichnet werden können. Die Quantifizierung dieser Wirkzusammenhänge kann über Präferenzmessung für Kriterienausprägungen erfolgen. Präferenzen stellen Strukturen normativer Erwartungen dar, die im Zuge reflektierter Erfahrungen entstehen und **Orientierungsmaßstäbe** für die Bevorzugung von Gegenständen bilden.[463] Da die Perspektivenunterschiede zwischen Planern und Nutzern oft erheblich sind,[464] erscheint es in hohem Maße zielführend, ein exaktes Bild über die Erwartungshaltung der Gebäudenutzer zu gewinnen.

Unter Berücksichtigung der Nutzentheorie[465], kann ein spezifischer Nutzen technischer und funktionaler Gebäudeeigenschaften von deren Fähigkeit zur Befriedigung soziokultureller Bedürfnisse abgeleitet werden. Folglich lässt sich der Nutzen, der bei Erfüllung soziokultureller Schutzziele entsteht, durch die **Präferenzen der Gebäudenutzer** als Beitrag zu **Nutzerzufriedenheit** messen. Dementsprechend wird der **soziokulturelle Zielwertindikator** definiert als *Nutzerzufriedenheit am Büroarbeitsplatz*. Von allen Zielwertindikatoren g_c erhält der soziokulturelle Zielwertindikator den Index c = 1.

---

460 vgl.: Voss, Löhnert et al. (2006): Bürogebäude mit Zukunft, S. 4

461 vgl. u.a.: Walden (2008): Architekturpsychologie: Schule, Hochschule und Bürogebäude der Zukunft, S.183; Voss, Löhnert et al. (2006): Bürogebäude mit Zukunft, S. 224

462 vgl. u.a.: Schlick (2010): Arbeitswissenschaft, S.770 ff.; Lehmann (2007): Für mehr Arbeitsplatzqualität u. höhere Arbeitsproduktivität; Prein (2011): Mehrwert durch Nachhaltigkeit, S.37–39; CRESS (2012): Corporate Real Estate and Sustainability Survey, S.7; Gossauer (2008): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden, S.6f.

463 vgl.: Gabler Wirtschaftslexikon (2000), unter „Wert", S. 3461

464 vgl.: Moczek, Rambow (2003): Architekturpsychologie in der Praxis, S. 29

465 Die allgemeine Nutzentheorie besagt im Wesentlichen, dass der der Nutzen eines Guts durch die Fähigkeit ein bestimmtes Bedürfnis zu befriedigen, bestimmt wird und dass dieser Nutzen im Rahmen der ökonomischen Möglichkeiten zu maximieren ist. vgl.: ; Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 120; Gabler Wirtschaftslexikon (2000), unter "Nutzen", S. 2268

Unter der Voraussetzung, dass die Präferenzen im Sinne des Zielsystems begründet werden können und konsistent mit den Rationalitätspostulaten sind, werden sie in diesem Zusammenhang als rational anerkannt.[466] Im Gegensatz zum bisherigen Ansatz, bei dem eine Schätzung der Zielerträge erfolgte, soll eine **Zielertragsmessung** durch die Präferenzen einer repräsentativen Zahl von Gebäudenutzern durchgeführt werden.

3.2.2 Entstehung von Nutzerzufriedenheit

Der Nutzen eines soziokulturell hochwertigen Arbeitsumfeldes ist eng mit der Perspektive der Gebäude- und Arbeitsplatznutzer bzw. deren Bedürfnisse und Erwartungen verknüpft. Nachfolgend werden Theorien und Modelle der Zufriedenheit auf Basis sozialwissenschaftlicher Erkenntnisse erläutert und anschließend geprüft, ob und wie diese auf den Kontext der Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden adaptiert werden können.

3.2.2.1 Mehrfaktorentheorien der Zufriedenheit

Der positive Zusammenhang zwischen einer angenehmen Arbeitsumgebung und dem Wohlbefinden sowie der Produktivität gilt als unumstritten.[467] Einer Veränderung der Leistungsbereitschaft geht aus einer Veränderung der Motivation bzw. Zufriedenheit hervor. **Zufriedenheit** wird hier verstanden, als psychisch empfundenes Ergebnis eines kognitiven Vergleichsprozesses zwischen erwarteter und tatsächlicher Bedürfnisbefriedigung oder Eigenschaftsausprägung.[468] In der Psychologie wird dieser Vergleich als ***Confirmation/Disconfirmation Paradigma*** (C/D-Paradigma; Übereinstimmungs-/Nichtübereinstimmungsmodell) bezeichnet. Dementsprechend resultiert eine Übereinstimmung (*Confirmation*) der wahrgenommenen Leistung mit dem Vergleichsstandard zu einem positiven Zufriedenheitsniveau und eine Nichtübereinstimmung zu einem negativen Zufriedenheitsniveau.[469] Der Vergleichsstandard reflektiert das Erwartungsbild des Nutzers als *ex ante* gebildete Sollgröße und ist weiter zu differenzieren.

In der Literatur setzte sich zunächst die auf Basis einer empirischen Studie entwickelte **Zweifaktorentheorie der Arbeitszufriedenheit** durch.[470] Die Theorie besagt, dass sich äußere Determinanten, die Motivation und Leistungsbereitschaft am Arbeitsplatz beeinflussen, in Motivatoren und **Hygienefaktoren** einteilen lassen.[471] Letztere sind gleichzusetzen mit Min-

[466] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 11

[467] vgl. u.a.: CRESS (2012): Corporate Real Estate and Sustainability Survey, S. 26; Schlick (2010): Arbeitswissenschaft, S.770 ff.; Friedemann (2011): Green Building und Nachhaltigkeit, S. 8; Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S.98; Lehmann (2007): Für mehr Arbeitsplatzqualität

[468] vgl.: Gabler Wirtschaftslexikon (2000), unter "Zufriedenheit", S. 3617

[469] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 24

[470] Auf Basis der Arbeiten von HERZBERG und MASLOW bzgl. Arbeitszufriedenheit untersuchten 1959 HERZBERG, MAUSNER und SYDERMAN erstmals den Zusammenhang zw. Arbeitsmotivation und Arbeitsumgebung in einer Studie, bei der 203 Büroangestellten bzgl. Aspekte befragt wurden, die zu Zufriedenheit oder Unzufriedenheit führen. vgl. Herzberg, Mausner et al. (1959): The Motivation to Work; Ulich (2011): Arbeitspsychologie, S. 45; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 42

[471] vgl.: Zimbardo, Gerrig et al. (1999): Psychologie, S. 723

destanforderungen, die als selbstverständlich wahrgenommen, somit vorausgesetzt werden. Daher führt die Ausprägung von Hygienefaktoren nicht zu einer Motivations- oder Zufriedenheitssteigerung. **Motivatoren** werden hingegen nicht erwartet und können somit bei Nichterfüllung keine Unzufriedenheit auslösen. Die Ausprägung von Motivatoren kann jedoch in eine Zufriedenheitsteigerung resultieren und die Motivation und Leistungsbereitschaft fördern. Eine Kompensation von Hygienefaktoren mit Motivatoren ist nicht möglich.[472]

Kritisiert wurde die Theorie nach HERZBERG et al. vor allem aufgrund seiner *a priori* Klassifikation, die nicht zwischen interindividuell unterschiedlichen Nutzererwartungen oder Adaptionsniveaus unterscheidet.[473] Darüber hinaus geht HERZBERG von einem unipolaren Zufriedenheitskonstrukt aus, da Zufriedenheit erst entstehen kann, wenn sämtliche Hygienefaktoren erfüllt sind. Im Zuge der Weiterentwicklung wird Gesamtzufriedenheit jedoch als **bipolares Konstrukt** verstanden, das sich aus Zufriedenheit und Unzufriedenheit zusammensetzt.[474] Darüber hinaus gibt es Zweifel an der Reliabilität von HERZBERGs Studie, da die Ergebnisse nur unter Verwendung der gleichen Methodik (CIT)[475] reproduziert werden können. Der Vorwurf lautet, die Zweitfaktorentheorie sei ein „*Artefakt ihrer Methode*".[476] Trotz der Einwände gelten die Ergebnisse als zentraler empirischer Befund für die Einflussfaktoren auf die Arbeitszufriedenheit.[477]

In weiteren empirischen Untersuchungen stellte sich heraus, dass das Nichtvorhandensein einiger Motivatoren mitunter ebenfalls zu Unzufriedenheit führen können.[478] Daraufhin entwickelte BRANDT die **Dreifaktorentheorie** und erweitert damit HERZBERGS Ansatz um sog. **hybride Faktoren**, die sowohl Zufriedenheit als auch Unzufriedenheit determinieren können.[479] Diese Theorie konnte inzwischen im Zusammenhang mit verschiedenen Untersuchungsgegenständen mehrfach und mit unterschiedlichen Methoden empirisch bestätigt werden.[480] Die Studien belegen, dass ein Großteil der Eigenschaften eindeutig den Motivatoren oder den Hygienefaktoren zugeordnet werden kann und dass es einige Eigenschaften gibt, bei denen beide Kategorien zutreffen. Dabei entstand der Begriff *dual threshold factor*, der im deutschen Sprachgebrauch unter der Bezeichnung **Leistungsfaktor** bekannt ist. Des Weiteren setzten sich die Begriffe **Basis-** statt Hygienefaktoren und **Begeisterungsfaktoren** statt Motivatoren durch.[481]

---

[472] vgl.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 39
[473] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 110
[474] vgl.: ebenda, S. 43
[475] Bei der **Critical-Incident-Technique** (CIT) handelt es sich um ein halbstandardisiertes Verfahren zur empirischen Untersuchung des Arbeitsverhaltens, bei der insbesondere der Einfluss „kritischer Ereignisse" an Arbeitsplätzen untersucht werden soll. vgl. Gabler Wirtschaftslexikon (2000), S.661
[476] vgl.: Schütze (1992): Kundenzufriedenheit, S. 143
[477] vgl.: Ulich (2005): Arbeitspsychologie, S. 213
[478] vgl.: Semmers, Udrichs (1995): Bedeutung und Wirkung von Arbeit
[479] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 48; Brandt (1988): Identify Value-Enhancing Service Elements
[480] vgl u.a.: Kaiser (2005): Erfolgsfaktor Kundenzufriedenheit, S. 260 f.; Cadotte, Turgeon (1988): Dissatisfiers a. Satisfiers; Mersha, Adlakha (1992): Attributes of Service Quality
[481] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 52

Asymmetrische Effekte bezeichnen unterschiedliche Wirkungen von negativen und positiven Einzelzufriedenheiten auf die aggregierte Gesamtzufriedenheit und werden seit den 1990ern empirisch untersucht.[482] Die Studien stammen aus verschiedenen Dienstleistungs- und Konsumgüterbereichen und wurden mit Methoden wie *Importance-Performance Analyses* (IPA) sowie *Importance Grid* (IG)[483] durchgeführt. Die Ergebnisse belegen, dass negative Bewertungen die Gesamtwahrnehmung stärker tangieren als positive und dass sowohl bei negativen als auch positiven Bewertungen die Einflussstärken variieren.[484] Darüber hinaus konnte ein Zusammenhang zwischen Einflussstärke und Klassifikation in Basis-, Begeisterungs- und Leistungsfaktoren festgestellt werden. Zudem konnte empirisch belegt werden, dass die Entstehung von Zufriedenheit einer **dynamischen Determination** unterworfen ist, da sich das Erwartungsniveau der Probanden im Laufe der Zeit durch Erfahrungen mit einzelnen Attributen verändert.[485] Eine Untersuchung dynamischer Effekte des Zufriedenheitskonstrukts wurde von McCLURE vorgelegt, der die Erwartungshaltungen und wahrgenommenes Leistungsniveau über mehrere Episoden ab fragt und gegenüberstellt.[486] Die Ergebnisse wurden mehrfach empirisch bestätigt und besagen, dass sich durch die gesammelten Erfahrungen das kollektive Erwartungsbild in Bezug auf den allgemeinen Standard im Zeitverlauf verändert.[487]

3.2.2.2 KANO MODELL DER ZUFRIEDENHEIT

In den 1970ern führte die Firma *Konica* aufgrund mäßiger Absatzzahlen Kundenbefragungen durch, die jedoch nur geringfügigen Änderungsbedarf am Produkt auswiesen. Daraus entstand die Vorstellung, dass das Konstrukt der Kundenzufriedenheit auch aus unausgesprochenen Bedürfnissen entsteht, die es folglich zu erfassen galt.[488] KANO et al. entwickelten ein Modell, um das Konstrukt der Kundenzufriedenheit besser zu verstehen und eine Methode, um auf dieser Basis Prioritäten für die Produktentwicklung abzuleiten.[489] Inspiriert von den Theorien HERZBERGS und MIZUNOS[490] in Bezug auf die Mehr-Faktoren-Struktur, entwickeln KANO et al. die ***Theory of Attractive Quality***[491], die das theoretische Zufriedenheitskonstrukt um die qualitative Ausprägung eines Attributs erweitert.[492] Dabei wird unter-

[482] u.a.: Matzler (1997): Kundenzufriedenheit und Involvement; Thing, Chen (2002): The asymmetrical and non-liniear effects of store quality attributes on customer satisfaction; Anderson, Fornell et al. (1997): Customer satisfaction, productivity and profitability
[483] IPA/IG umfassen ebenso die Drei-Faktoren-Struktur, unterteilen Leistungsfaktoren jedoch in wichtig/unwichtig.
[484] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 55 ff.
[485] vgl.: ebenda, S. 58
[486] vgl.: McClure (1995): The Role of Expectations in Consumer Satisfaction Assessments. In Bezug auf die Repräsentativität der Ergebnisse von McCLURE ist kritisch anzumerken, dass der Stichprobenumfang sehr klein war (20 Personen). Allerdings wurden die Ergebnisse in Folgestudien bestätigt. u.a. in Fundin, Nilsson (2003): Using Kano's Theory of Attractive Quality to better understand Customer;
[487] vgl.: Kaiser (2005): Erfolgsfaktor Kundenzufriedenheit, S. 106; Mittal (1999): Attribute Performance over Time
[488] vgl.: Peter (2009): Kano-Modell
[489] vgl.: Kano et al. (1984): Attractive Quality and Must-be Quality
[490] Mizuno (1971): Evaluation of Quality, S.5-6
[491] Kano et al. (1984): Attractive Quality and Must-be Quality
[492] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 76 ff.

schieden zwischen **objektiver Qualität**, die physische Eigenschaften und zugehörige Funktionen in einem bestimmten Maß umfasst, und **subjektiver Qualität**, die durch individuelle Präferenzen bzw. dem Erwartungsniveau eines Kunden bestimmt wird.

Da diese Qualitätsaspekte bis dahin isoliert betrachtet wurden, forderte KANO eine „*analoge Berücksichtigung beider Aspekte und analysiert den Zusammenhang zwischen objektiver und subjektiver Qualität.*“[493] Dadurch entwickelte sich ein **neues Qualitätsverständnis**, bei dem Produktqualität durch die subjektiv empfundene Qualität bestimmt wird und damit von der Fähigkeit inhärenter Produkteigenschaften latente oder bekannte Bedürfnisse zu befriedigen.[494] Dadurch erfolgt nicht nur eine Fokussierung auf die **Nutzendimension** des Untersuchungsgegenstandes, sondern auch eine Differenzierung unterschiedlicher Zufriedenheitsniveaus als Ergebnis der Qualitätswahrnehmung. Dies wird im grafischen Modell des zweidimensionalen Zufriedenheits- bzw. Qualitätskonzeptes deutlich (vgl. Abb. 3-5).

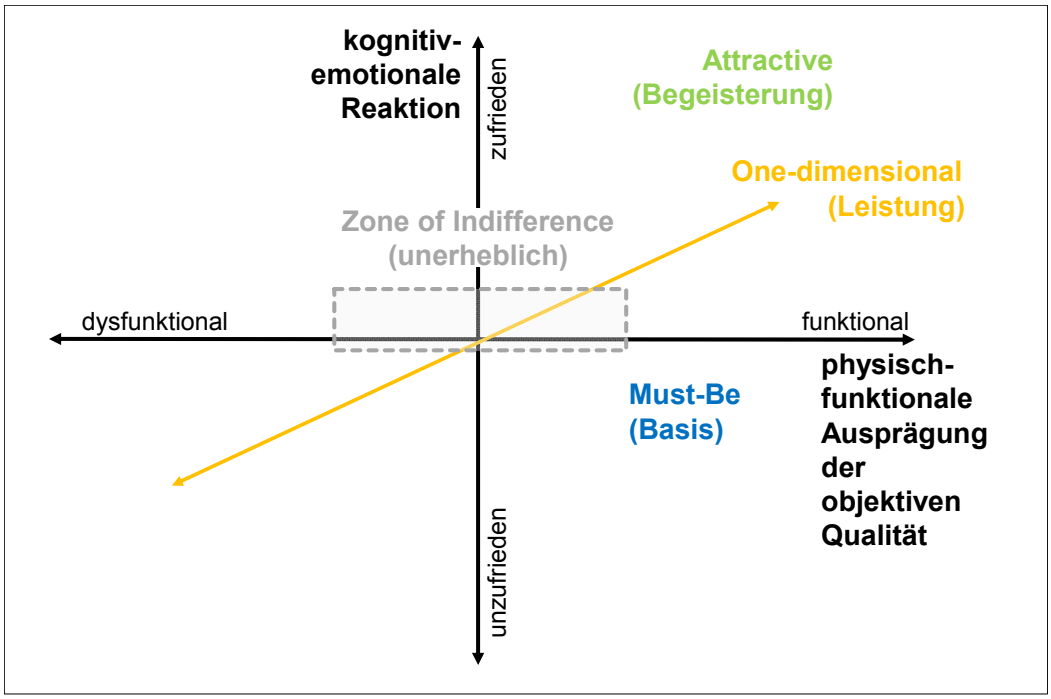


Abb. 3-5: Kano Modell der Kundenzufriedenheit bzw. Qualitätswahrnehmung[495]

Die objektive Qualität wird auf der horizontalen Achse im KANO Modell dargestellt und bezieht sich auf den physisch-funktionale Attributausprägung eines Objekts. Dabei orientiert sich eine **funktionale Ausprägung** am physischen Vorhandensein einer Eigenschaft und kann im Regelfall positive Auswirkungen hervorrufen. Folglich beschreibt die **dysfunktionale Ausprägung** das Nichtvorhandensein einer Eigenschaft und kann im Regelfall negative Auswirkungen verursachen. In Einzelfällen führt das physische Vorhandensein von Eigenschaften zu negativen Auswirkungen, wie z.B. bei Blendeffekten durch Kunstlicht. Auf der

[493] Zitat: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 81
[494] vgl.: ebenda, S. 79
[495] in Anlehnung an Kano et al. (1984): Attractive Quality and Must-be Quality, S. 170; Kano (2001): Life Cycle and Creation of Attractive Quality, S. 23

vertikalen Achse ist der Grad der Zufriedenheit/ Unzufriedenheit abgebildet, wobei je nach Klassifikation ein linearer oder asymmetrischer Verlauf angenommen wird. Mit Hilfe der KANO Methode werden Qualitätsattribute einzeln gemäß der folgenden Kategoiren ex post klassifiziert:[496]

- **Must-Be Quality Elements (M)**: Basisfaktoren, die implizit vorausgesetzt werden und erst bei Nichterfüllung negativ auffallen und dann zu Unzufriedenheit führen. Durch positive Ausprägung dieser Elemente wird keine Zufriedenheit hervorgerufen, sondern lediglich Unzufriedenheit vermieden.
- **One-dimensional Quality Elements (O)**: Leistungsfaktoren, die im Einzelfall explizit verlangt werden und je nach physisch-funktionalem Erfüllungsgrad einen proportionalen Zusammenhang zur Zufriedenheit oder Unzufriedenheit aufweisen.
- **Attractive Quality Elements (A)**: Begeisterungsfaktoren, die i.d.R. nicht explizit gewünscht werden und latente, unbewusste Bedürfnisse darstellen. Das Vorhandensein dieser Faktoren fällt positiv auf und stellt eine überproportionale Erfüllung der Erwartungen dar und resultiert in einer Steigerung der Zufriedenheit. Andererseits fällt das Nichtvorhandensein dieser Eigenschaften nicht auf und kann nicht zu Unzufriedenheit führen.
- **Indifferent Quality Elements (I)**: stellen Eigenschaften dar, denen i.d.R. keine besondere Bedeutung zugeordnet wird bzw. deren Einflussstärke so schwach ist, dass sie je nach Erfüllungsgrad nicht zu messbarer Zufriedenheit oder Unzufriedenheit führen können. Diese Eigenschaften werden als unerheblich eingestuft.
- **Reverse Quality Elements (R)**: stellen Eigenschaften dar, die ein umgekehrt proportionalen Verhältnis zwischen physisch-funktionaler Ausprägung und Zufriedenheit aufweisen. Dies ist bspw. der Fall, wenn die funktionale Ausprägung eines Attributs zu unerwünschten Auswirkungen führt.

Des Weiteren berücksichtigt das KANO Modell auch dynamische Effekte infolge eines sich ändernden Erwartungsbildes in Bezug auf den allgemeinen Standard. Gemäß HÖLZING durchlaufen die **Attributkategorien im Zeitverlauf einen Lebenszyklus**.[497] Dabei entwickeln sich einzelne Merkmale, die als unerheblich galten, zu Begeisterungsmerkmalen und später zu Leistungsmerkmalen und letztlich zu Basismerkmalen.[498] Als Beispiel wird eine TV-Fernbedienung angeführt, deren Klassifikation sich in einem Zeitraum von 15 Jahren vom Begeisterungs- zum Basismerkmal entwickelt hat. Die zyklische Dynamik des KANO Modells kann jedoch nur Hinweise hinsichtlich der Richtung, in die sich Erwartungsbilder ändern können, geben. Aussagen zu dynamischen bzw. zu künftigen Entwicklungen sind zusätzlich durch Delphi-Befragungen[499] oder Trendanalysen zu stützen.

[496] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S.82 f.
[497] vgl.: ebenda, S. 84
[498] vgl.: Kano (2001): Life Cycle and Creation of Attractive Quality, S. 6 ff.
[499] vgl.: Delphi-Befragung: heuristische Zusammenführung und Analyse von Expertenmeinungen.

3.2.2.3 ADAPTION DER THEORIEN AUF NUTZERZUFRIEDENHEIT IN BÜROGEBÄUDEN

Mit den Mehrfaktorentheorie nach HERZBERG und deren Weiterentwicklung nach BRANDT ebenso wie die *Attractive Quality Theorie* nach KANO et al. entstanden Verständnismodelle für die Entstehung von Zufriedenheit, die sich einer breiten Akzeptanz erfreuen.[500] Eine Vielzahl empirischer Studien belegt dabei methodenunabhängig die Drei-Faktoren-Struktur der Zufriedenheit. Dabei lässt sich insgesamt festhalten, dass die Entstehung von Zufriedenheit durch **multiattributive Soll-Ist-Vergleiche** erfolgt. Gemäß C/D-Paradigma ist Zufriedenheit das Ergebnis aus dem Vergleich der wahrgenommenen Qualitätsattribute (Ist) mit latenten sowie bewussten Erwartungen (Soll).[501] Das KANO Modell erweitert diesen Ansatz, indem zwischen subjektiver und objektiver Qualität differenziert wird, über deren Beziehung sich eine spezifische Attributqualität herausbildet. Diese Beziehung beschreibt die Zufriedenheitswirkung des Attributs und ermöglicht eine Klassifizierung zum Basis-, Leistungs-, Begeisterungs- oder Indifferenzmerkmal.

Das KANO Modell entstammt dem Qualitätsmanagement und wurde oft im Bereich der Marketingforschung eingesetzt. Obwohl es keinen verhaltenswissenschaftlichen Ansatz darstellt, leistet das Modell einen zentralen Beitrag zur Klärung der Faktorstruktur des Zufiredenheitskonstrukts.[502] Zwischen Gebäudenutzer und *Kunde*, dessen Zufriedenheit v.a. hinsichtlich des Einflusses auf eine Kaufentscheidung gemessen wird, ist jedoch zu differenzieren. **Gebäudenutzer** haben i.d.R. wenig bis keinen Einfluss auf ihre Büro- und Arbeitsplatzbedingungen. Dennoch steht jeder Mensch im ständigen Austausch mit seiner Umgebung und bewertet diese bewusst oder unbewusst durch emotional-kognitive als auch affektive Reaktionen.[503] KANO adressiert mit der subjektiven Qualität diese **Wahrnehmungsebene** und geht davon aus, dass darüber ein quantifizierbarer Zusammenhang zwischen Attributqualität und Zufriedenheit hergestellt werden kann, der kontextunabhängig ist. Demnach können die zu bewertenden Qualitätsattribute durchaus **singuläre Gebäudeeigenschaften** betreffen, wie sie in den DGNB/BNB Kriterien beschrieben sind.

KANOs Inhaltstheorie geht ebenso wie die Arbeitspsychologie davon aus, dass die Erwartungshaltung eines Individuums sowohl **extrinsische als auch intrinsische Qualitätsvorstellungen** zugrunde liegen.[504] Die KANO Methode (ausführlich in Abschnitt 3.2.3.1) ermöglicht es, dass latente Erwartungshaltungen, die erst bei Nichterfüllung bewusst werden, identifiziert werden können. Dies erfolgt durch eine Doppelbefragung, bei der sowohl die Kundenreaktion bei funktionaler als auch bei dysfunktionaler Ausprägung eines Qualitätsmerkmals abgefragt wird. Damit erlaubt das Vorgehen einen expliziten Einblick in implizite Erwartungen

[500] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 203
[501] vgl.: ebenda, S. 86
[502] vgl.: Bahr (1999): Kundenzufriedenheit als Strategieelement in der Bauindustrie, S. 45
[503] vgl.: Lilja, Wiklund (2006): Obstacles to the creation of quality, S. 60
[504] vgl.: Zimbardo, Gerrig et al. (1999): Psychologie, S. 721 ff.; vgl.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 39

oder Bedürfnisse, die bei direkter Abfrage i.d.R. verloren gehen würden. In der Vorgehensweise besteht die Besonderheit darin, dass für jedes Attribut **zwei hypothetische Fragestellungen** hinsichtlich der Attributausprägung formuliert werden.
Dadurch ist die KANO Methode den direkten Befragungen gegenüber im Vorteil, da EISENFÜHR et al. argumentieren, dass Präferenzartikulationen für Attribute, die pauschal und ohne die Berücksichtigung möglicher Ausprägungen der Attribute getätigt werden, in unzuverlässige Aussagen resultieren.[505] Zudem kann der **Bandbreiteneffekt**[506] eingedämmt werden, indem sich die funktionalen Attributausprägungen einheitlich am Zielwert des DGNB/BNB Kriteriums orientieren und die dysfunktionalen Attributausprägungen am Grenzwert oder an der Nichterfüllung desselbigen orientieren. Darüber hinaus lassen sich Aussagen zur Steigerung oder Senkung der Zufriedenheit für jedes Attribut ableiten, die aufgrund interindividueller Unterschiede als **Potenziale** zu verstehen sind.[507] Dennoch ist es möglich, über die unterschiedlichen Einflussstärken auf die Nutzerzufriedenheit den Nutzen eines Attributs zu quantifizieren und somit Nutendifferenzen zu berechnen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass eine Adaption des KANO Modells als erweiterter Ansatz der Mehrfaktorentheorie auf den Kontext Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden gerechtfertigt erscheint. Insgesamt überzeugt das KANO Modell insbesondere dadurch, dass hier die Methodik auf der Inhaltstheorie aufbaut, die wiederum für sich mehrfach empirisch bestätigt werden konnte.[508] Zudem gibt es diverse Beispiele für die Anwendung im Kontext der Arbeitszufriedenheit.[509] Generell weisen Modell und Methode ein hohes Maß an Adaptionsfähigkeit auf, was u.a. mit der Verallgemeinerbarkeit aufgrund der inhaltlichen Nähe zur Bedürfnistheorie nach MASLOW begründet wird.[510] Darüber hinaus wenden ZIMMERMANN et al. das KANO Modell bereits im Zusammenhang mit der Zufriedenheit von Büronutzern an und verknüpfen die Methode mit der Abfrage von Zahlungsbereitschaften (ausführlich in Abschnitt 3.2.3.1).[511] Insgesamt ist zu erwarten, dass das KANO Modell neben einem detaillierten Verständnis für Nutzerpräferenzen für soziokultureller Gebäudeeigenschaften vor allem Erkenntnisgewinn hinsichtlich der Klassifizierung interindividueller Nutzerbedürfnisse ermöglicht.

[505] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 159
[506] Bandbreiteneffekt beschreibt das Phänomen, dass ein Attribut bei einem sehr großen zu betrachtenden Ausprägungsintervall anders bewertet wird als bei einem kleineren Intervall. vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 56; Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 62; Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 159
[507] vgl.: Moczek, Rambow (2003): Architekturpsychologie in der Praxis, S. 29
[508] vgl.: Sauerwein (2000): Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit, S. 314; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 91, S. 171 f.
[509] vgl.: Matzler, Fuchs et al. (2004): Employee Satisfaction: Does Kano's Model Apply?, S1179 ff.; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 92
[510] Gemäß HOLTZ können Basisfaktoren mit physiologischen Grundbedürfnissen nach MASLOW, entsprechend Leistungsfaktoren mit Sicherheits- und sozialen Bedürfnissen und Begeisterungsfaktoren mit Selbstverwirklichungsbedürfnissen gleichgesetzt werden. vgl.: Holtz (1998): Der Zusammenhang zwischen Mitarbeiterzufriedenheit und Kundenzufriedenheit, S. 547
[511] vgl.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen

3.2.3 METHODEN ZUR MESSUNG VON NUTZERZUFRIEDENHEIT

In diesem Abschnitt wird untersucht, wie die Zielerträge einzelner DGNB/BNB Kriterien mit soziokulturellen Auswirkungen gemessen werden können. Ziel ist es dabei, eine geeignete Methode zu identifizieren, mit der der Zusammenhang zwischen einer Kriterienausprägung und Nutzerzufriedenheit quantifiziert werden kann. Hierfür wird die KANO Methode als alternative Präferenzmessmethode im Kontext Büroarbeitsplatzzufriedenheit geprüft und konventionellen Methoden der Nutzerzufriedenheitsmessung gegenübergestellt. Aus den bisherigen Erkenntnissen wurden folgende Anforderungen an die Methode abgeleitet:

- Die **Erhebung der Präferenzen**
    - erfolgt für *ex ante* formulierte Gebäudeeigenschaften unter Berücksichtigung von Erfahrungen (ex post),
    - erfolgt unter Berücksichtigung latenter Erwartungshaltungen und
    - ermöglicht eine praktikable Datenerhebung auch bei vielen Attributen.
- Zudem ermöglicht die **Auswertung**
    - Klassifizierung von Zufriedenheitsmerkmalen gemäß Mehrfaktorentheorie,
    - Identifikation dynamischer Effekte sowie
    - Abbildung der Zielertragsdifferenzen auf einer Kardinalskala.

Die nachfolgende Betrachtung der Methoden basiert auf einer kontextbezogen Auswahl und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Auch die Conjoint Analyse sowie das AHP Verfahren stellen Methoden der Präferenzmessung dar, die jedoch v.a. aufgrund der begrenzten Anzahl zu analysierender Attribute (vgl. Abschnitt 2.3.5) aus ungeeignet für den hierzugrunde liegende Bewertungsproblematik eingestuft wurden. Zur Verdeutlichung werden die Charakteristika der Conjoint Analyse in der Zusammenfassung noch einmal aufgegriffen.

3.2.3.1 KANO METHODE

Während das KANO Modell als alternativer und erweiterter Erklärungsansatz der Dreifaktorentheorie für die Entstehung von Zufriedenheit dient, ist die KANO Methode ein konkretes Messverfahren. Anhand der Ergebnisse lassen sich Leistungs- und Qualitätsattribute eines Produktes als Basis-, Begeisterungs-, Leistungs- oder gar indifferentes Merkmal klassifizieren und potenzielle Zufriedenheitswirkungen quantifizieren. Die KANO Methode besteht im Wesentlichen aus vier aufeinander aufbauenden Schritten. Zunächst sind die relevanten Qualitätsattribute eines Produktes zu ermitteln (1), auf deren Basis der KANO Fragebogen entwickelt werden kann (2). Es folgt die Datenerhebung durch Befragung der Zielgruppe (3) und schließlich die Datenanalyse und Interpretation der Ergebnisse (4).[512]

[512] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S.114

Die **Datenerhebung** erfolgt mit dem **KANO – Fragebogen** (vgl. Abb. 3-6). Es werden zwei hypothetische Fragen für jedes zu klassifizierende Qualitätsattribut gestellt.[513]

If the TV image resolution is poor (for example, shadow), how do you feel?

1. like
2. must-be
3. no feeling
4. acceptable
5. do not like
6. other

If the TV image resolution is good, how do you feel?

1. like
2. must-be
3. no feeling
4. acceptable
5. do not like
6. other

Abb. 3-6: Fragetechnik gemäß KANO et al. (funktional/dysfunktional)[514]

Dabei zielt die **funktionale Frage** auf die Reaktion des Probanden ab, wenn das Qualitätsattribut vorhanden ist und die **dysfunktionale Frage** auf die Reaktion bei Nichtvorhandensein des Qualitätsattributs. Die Doppelbefragung geht aus der Erkenntnis hervor, dass latente Erwartungen mitunter erst bei Nichterfüllung bewusst werden. Durch die damit einhergehende bipolare Skalierung gelingt es im Gegensatz zu anderen Präferenzmessungen, sowohl **extrinsische als auch intrinsische Erwartungshaltungen** zu identifizieren. Die Ergebnisse erlauben einen expliziten Einblick in implizite Erwartungen oder Bedürfnisse, die bei direkter Abfrage i.d.R. verloren gehen. Jedoch führt die Doppelbefragung zu einem erhöhten Erhebungsaufwand.[515]

Auf der Antwortskala stehen sechs nominal skalierte Optionen zur Verfügung. Da mit Hilfe der Antworten das Attribut klassifiziert und nicht in eine Rangfolge gebracht wird, schlagen BERGER et al. vor, auf die Nummerierung zu verzichten, um falsche Assoziationen zu vermeiden.[516] Durch die Kombination beider Antworten lässt sich auf Basis der **Auswertungsmatrix** das Qualitätsattribut klassifizieren (siehe Abb. 3-7). Die aufgeführten Zufriedenheitskategorien entsprechen den Definitionen des KANO Modells (siehe Abschnitt 3.2.2.2). Die Kategorien *Must-be (M)*, *Attractive (A)*, *One-dimensional (O)* und *Indifferent (I)* dienen der eigentlichen Klassifizierung der abgegebenen Präferenz und lassen Rückschlüsse auf die Zufriedenheitswirkung eines Attributs zu.

[513] vgl.: Kano et al. (1984): Attractive Quality and Must-be Quality, S. 24 ff.; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S.111

[514] Quelle der Abb.: eigene Darstellung in Anlehnung an Kano (1995): Upsizing the Organisation by Attractive Creation, S. 172; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 111

[515] vgl.: Zanger et al. (1998): Händlerzufriedenheit mit Telekommunikationsgroßhändlern, S. 426

[516] vgl.: Berger, Blauth et al. (1993): Kano's Methods for Understanding Customer-defined Quality, S. 13

Qualitätsattribut			Dysfunktionale Frage					
			Like	Must-be	No feeling	Acceptable	Do not like	Other
			Würde mich sehr freuen.	Das setze ich voraus.	Das ist mir egal.	Könnte ich in Kauf nehmen.	Würde mich sehr stören.	Anderes
Funktionale Frage	Like	Würde mich sehr freuen.	**Q**	**A**	**A**	**A**	**O**	-
	Must-be	Das setze ich voraus.	**R**	**I**	**I**	**I**	**M**	-
	No feeling	Das ist mir egal.	**R**	**I**	**I**	**I**	**M**	-
	Acceptable	Könnte ich in Kauf nehmen.	**R**	**I**	**I**	**I**	**M**	-
	Do not like	Würde mich sehr stören.	**R**	**R**	**R**	**R**	**Q**	-
	Other	Anderes	-	-	-	-	-	-

Das Leistungsattribut lässt sich einer der folgenden Kategorien zuordnen:

M Must-be: Basis-/Standardmerkmal
A Attractive: Begeisterungsmerkmal
O One-dimens.: Leistungsmerkmal
I Indifferent: unerhebliches Merkmal
R Reverse: entgegengesetzte Präferenz
Q Questionable : fragwürdiges Merkmal

Abb. 3-7: Auswertungsmatrix nach KANO[517]

Attribute der Kategorie *Reverse* weisen auf eine konträre Erwartungshaltung bzgl. der Attributausprägung bzw. der Fragerichtung hin. Um das Attribut zu klassifizieren, wäre eine wiederholte Datenerhebung mit Polumkehrung notwendig, d.h. die funktionale Frage müsste das Nichtvorhandensein eines Attributs beinhalten *et vice versa*. Die Kategorie *Questionable* klassifiziert Attribute, die aus einer nicht plausiblen Antwortkombination funktionaler und dysfunktionaler Fragen stammen und auf Verständnisprobleme oder Fehler beim Ausfüllen hinweisen.[518] Alle Antwortkombinationen mit *Other* lassen keine Klassifizierung zu und dienen einzig der Konsistenzprüfung. Da diese Antwortoption keinen weiteren Erkenntnisfortschritt zulässt, bleibt sie in der Mehrheit der Publikationen mit Feldversuchen gänzlich unberücksichtigt.[519]

Ausgangspunkt für die **Kategorieklassifizierung** bildet die Auswertung der Daten in Häufigkeitstabellen. Hierfür werden die gemessenen Antwortkombinationen für funktionale und dysfunktionale Ausprägungen tabellarisch zusammengefasst (vgl. Abb. 3-8). Aus den Rohdaten werden die absoluten Häufigkeiten $H(f_i)\ und \cdot H(d_j)$ der Antwortkombinationen ermittelt, um anschließend die **relativen Häufigkeiten** $\boldsymbol{h(f_i)\ und \cdot h(d_j)}$ zu berechnen.

[517] Quelle Abb.: eigene Darstellung in Anlehnung an Kano (1995): Upsizing the Organisation, S. 173
[518] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 115
[519] vgl.: ebenda, S. 112

Häufigkeitsverteilungen der Antwortkombinationen von *n* Probanden für ein Attribut

Variablen

f_1	d_6	Würde mich sehr freuen.
f_2	d_7	Das setze ich voraus.
f_3	d_8	Das ist mir egal.
f_4	d_9	Könnte ich in Kauf nehmen.
f_5	d_{10}	Würde mich sehr stören.

absolut

funktional (f)	dysfunktional (d) $H(d_6)$	$H(d_7)$	$H(d_8)$	$H(d_9)$	$H(d_{10})$
$H(f_1)$	1	0	4	37	130
$H(f_2)$	0	0	3	24	201
$H(f_3)$	0	0	2	7	12
$H(f_6)$	0	0	0	3	1
$H(f_5)$	0	0	0	0	0
				n =	425

relativ

funktional (f)	dysfunktional (d) $h(d_6)$	$h(d_7)$	$h(d_8)$	$h(d_9)$	$h(d_{10})$
$h(f_1)$	0%	0%	1%	9%	31%
$h(f_2)$	0%	0%	1%	6%	47%
$h(f_3)$	0%	0%	0%	2%	3%
$h(f_4)$	0%	0%	0%	1%	0%
$h(f_5)$	0%	0%	0%	0%	0%
				∑ =	100%

Abb. 3-8: Auswertungsmatrizen der Häufigkeitsverteilungen für abhängige Antwortkombinationen

Abb. 3-8 und Abb. 3-9 verdeutlichen durch farbliche Markierungen die unterschiedlichen Kategoriefelder der Matrix. Nachfolgend werden nur noch die kumulierten relativen Häufigkeiten der Antwortkombinationen, die einer Kategorie zugeordnet werden, betrachtet. In diesem Bsp. ist die Kategorie mit der größten kumulierten Häufigkeitsverteilung *Must-be* mit:
50 % (= 47 %+3 %).

Kategorien

funktional (f)	dysfunktional (d) $h(d_6)$	$h(d_7)$	$h(d_8)$	$h(d_9)$	$h(d_{10})$
$h(f_1)$	Q	A	A	A	O
$h(f_2)$	R	I	I	I	M
$h(f_3)$	R	I	I	I	M
$h(f_4)$	R	I	I	I	M
$h(f_5)$	R	R	R	R	Q

relativ (Summen)

funktional (f)	dysfunktional (d) $h(d_6)$	$h(d_7)$	$h(d_8)$	$h(d_9)$	$h(d_{10})$
$h(f_1)$		10%			31%
$h(f_2)$		9%			50%
$h(f_3)$					
$h(f_4)$					
$h(f_5)$	0%				0%
				n =	100%

Abb. 3-9: Auswertungsmatrix mit Kategoriezugehörigkeiten

Die klassifizierten Kategorien deuten bereits eine potenzielle Art der Zufriedenheitswirkungen für die betreffenden Attribute an (positive Wirkung durch Vorhandensein oder negative Wirkung durch Nichtvorhandensein). In einem zweiten Analyseschritt werden diese Wirkungen quantifiziert. Hierfür stehen die von BERGER et al. entwickelten **Zufriedenheitskoeffizienten** (*Customer Satisfaction*, CS-Koeffizienten) zur Verfügung.[520] So gibt der **CS^+ Koeffizient** Auskunft darüber, wie stark ein Attribut zur Stiftung von Zufriedenheit beitragen kann und ein **CS^- Koeffizient** entsprechend zur Stiftung von Unzufriedenheit.[521]

$$CS^+ = \frac{h(\mathrm{A}) + h(\mathrm{O})}{h(\mathrm{A}) + h(\mathrm{O}) + h(\mathrm{M}) + h(\mathrm{I})} \qquad [1;0] \tag{3.10}$$

$$CS^- = -\frac{h(\mathrm{O}) + h(\mathrm{M})}{h(\mathrm{A}) + h(\mathrm{O}) + h(\mathrm{M}) + h(\mathrm{I})} \qquad [0;-1] \tag{3.11}$$

[520] vgl.: Berger, Blauth et al. (1993): Kano's Methods for Understanding Customer-defined Quality, S.18
[521] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 124

Werte für $CS^+ > 0{,}5$ gelten als bedeutend und für $CS^- < -0{,}5$ als kritisch.[522] Umso näher die Werte gegen Null gehen, umso geringer ist der Einfluss auf die Zufriedenheit bzw. Unzufriedenheit und entsprechend umso bedeutender, umso näher die Werte gegen 1 bzw. -1 gehen. Die Zufriedenheitskoeffizienten sind ein Maß zur Messung der Intensität der Zufriedenheitswirkung im quantitativen Sinne und geben Auskunft über den potenziellen Anteil der Zufriedenen oder Unzufriedenen.

Darüber kann auf Basis der Messwerte die *Total Strength (TOT)*[523] ermittelt werden, um eine Aussage zur **übergreifenden Bedeutung** eines Attributes zu treffen. Gemäß LEE und NEWCOMB wird die Bedeutsamkeit eines Attributes von der Summe all derer abgeleitet, für die das Attribut ein Begeisterungs-, Leistungs- oder Basismerkmal ist:

$$TOT \quad = h(\mathrm{A}) + h(\mathrm{O}) + h(\mathrm{M}) \qquad [0\%; 100\%]^{524} \tag{3.12}$$

Damit stellt der *TOT-Wert* einen **Summenindex** dar und beinhaltet den Anteil der Befragten, für die das Attribut von Bedeutung ist. Folglich bedeutet ein niedriger Wert, dass ein Großteil der Befragten das Attribut als unerheblich einstufen oder das Antwortverhalten fragwürdig war bzw. auf die Fragerichtung umgekehrt werden muss. Es ist denkbar, auf Basis der so ermittelten Attributbedeutungen (*TOT*) den Zielertrag eines Attributs zu ermitteln. Die Voraussetzung für die Abbildung kardinalskalierter Zielertragsdifferenzen ist gegeben. Zudem ist zu erwarten, dass unterschiedliche Gebäudeeigenschaften unterschiedliche Zufriedenheitswirkungen hervorrufen und somit zu unterschiedlichen Zielerträgen führen. Durch die Präferenzmessung gemäß KANO Methode kann der qualitative Nutzen (Zufriedenheit) für jedes Attribut quantitativ gemessen werden. Anschließend können auf Basis der Zufriedenheitskoeffizienten oder der TOT-Werte **kardinalskalierte Zielertragsdifferenzen** quantifiziert und damit **Rohgewichte** gebildet werden. Beide Kennwerte werden aus den relativen Häufigkeiten innerhalb der KANO Kategorien abgeleitet und bilden quantitative Wirkung bezogen auf die Stichprobe ab.

Verschiedene Autoren führten empirische Untersuchungen durch, um die konzeptionelle Fundierung der KANO Theorie sowie die Validierung der KANO Methode zu untersuchen.[525] Hierbei wurde mit Hilfe multipler Regressionsanalysen der Zusammenhang zwischen kategoriebezogenen Attributzufriedenheit und Gesamtzufriedenheit analysiert. Die Ergebnisse belegen, dass sowohl asymmetrische als auch lineare Zusammenhänge zwischen der Attributzufriedenheit und der Gesamtzufriedenheit bestehen, womit die Grundannahmen des KANO Modells im Wesentlichen bestätigt werden. Zur Überprüfung der **Reliabilität** der Methode

[522] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 125
[523] vgl.: Lee, Newcomb (1996): Applying the Kano Methodology, S. 13 ff.
[524] vgl.: ebenda
[525] vgl.: Chen (2012): A novel approach to regression analysis for the classification of quality attributes in the Kano model; Lin, Yang et al. August (2010): Refining Kano's 'quality attributes–satisfaction' model; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 157-202; Sauerwein (2000): Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit

führte SAUERWEIN verschiedene Analysen, wie z.B. die der Test-Retest-Reliabilität, durch und stuft die Ergebnisse als zufriedenstellend ein.[526] HÖLZING führte zwei Studien mit der KANO Methode durch und kommt auf Basis von Reliabilitätsanalysen zu sehr guten Werten.[527] Zudem wurde die Konstruktvalidität der KANO Methode überprüft und eine insgesamt eine zufriedenstellende **Validität** festgestellt.[528]

AUTOR	ZIEL	METHODE	UMFANG	ERGEBNISSE
Zimmermann, Schaule (2011), TU München	Einfluss von DGNB Gebäudeeigenschaften auf den Verkehrswert	modifizierte und um Zahlungsbereitschaft erweiterte KANO Methode, Befragung von Gebäudenutzern	427 Büronutzer, von denen 172 Anmiet- oder Kaufentscheidungen treffen	Klassifizierung der Gebäudeeigenschaften in KANO Kategorien sowie Wertsteigerungs-/Wertminderungspotenziale [%]

Tab. 3-2: Zusammenfassung einer Studien zur Nutzerzufriedenheit auf Basis der KANO Methode

2011 veröffentlichten ZIMMERMANN und SCHAUELE eine Studie, bei der der **Einfluss einzelner Gebäudeeigenschaften auf die Nutzerzufriedenheit** und die damit einhergehende Veränderung der Zahlungsbereitschaften untersucht wurde (vgl. Zusammenfassung in Tab. 3-2). Jene Eigenschaften beziehen sich auf ca. 40 soziokulturelle, ökologische und standortbezogene Attribute eines Bürogebäudes gemäß DGNB Kriterienkatalog (NBV09). Auf Basis des KANO Fragebogens wurden Nutzer befragt, welche subjektiv empfundenen Auswirkungen diese Attribute jeweils bei funktionaler und dysfunktionaler Ausprägung auslösen. Bei starker Präferenz für ein Attribut, wurde zusätzlich nach einer höheren Zahlungsbereitschaft in Folge der funktionalen Ausprägung gefragt.[529]

Ein zentrales Ergebnis der Studie besteht in der Kategorieklassifizierung sämtlicher Attribute nach KANO und die Ableitung deren Bedeutungswert (TOT).[530] Zudem belegt die Studie, dass neben soziokulturellen auch ökologische und v.a. standortbezogene Aspekte, wie bspw. die Nutzung regenerativer Energien oder die Nähe zu einer ÖPNV Haltestelle, Einfluss auf die Nutzerzufriedenheit ausüben können.[531] Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die vorliegende Studie von ZIMMERMANN et al. für die hier zugrunde liegende Fragestellung wertvolle Erkenntnisse enthält und eine **Ausgangsbasis für weitere Untersuchungen** darstellen kann. Um sämtliche DGNB/BNB Attribute mit Einfluss auf den Zielwertindikator Nutzerzufriedenheit abzudecken, könnten die vorliegenden Ergebnisse durch eine weitere empirische Untersuchung komplettiert werden. Die Erweiterung der KANO Me-

[526] vgl.: Sauerwein (2000): Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit, S. 88 ff.; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 131
[527] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 168
[528] vgl.: Sauerwein (2000): Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit, S. 175 f.; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 132 f.
[529] vgl.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 86
[530] vgl.: ebenda, S. 84
[531] vgl.: ebenda

thode um die Fragestellung der Zahlungsbereitschaften zog ein modifiziertes Vorgehen zur Datenanalyse nach sich.[532] Daher ist detailliert zu prüfen, ob die zur Verfügung stehenden Datensätze durch eine Sekundäranalyse erneut auszuwerten sind.

Hauptkritikpunkt an der Methode ist das **nominale Skalenniveau der Antwortoptionen**, was das Maß an erweiterten statistischen Analysen einschränkt. Diesbezüglich gibt es einige Vorschläge für alternative Antwortbezeichnungen, um zumindest eine Ordinalskala abzubilden.[533] Allerdings sind diese Vorschläge mit Informationsverlust verbunden und es existieren empirische Befunde für eine wesentliche Verschlechterung der Reliabilität sprechen.[534] Um die Güte der Messdaten zu überprüfen stehen jedoch aussagekräftige nicht-parametrische Verfahren zur Verfügung. Mit der KANO Methode wird zunächst eine Klassifizierung der Attribute vorgenommen. Daher steckt der eigentliche Informationsgehalt in der Kombination der Messwerte, mit denen sich das Ausmaß der positiven und negativen Zufriedenheitswirkungen charakterisieren lässt. Somit ist trotz des niedrigen Skalenniveaus eine äußerst informationsreiche und plausible Aussagekraft der Daten und neue Erkenntnisse im Kontext *Büroarbeitsplatz und –umfeld* zu erwarten. Von Vorteil dabei ist, dass die Datenanalyse sowohl auf **Individualniveau** als auch auf **aggregierter Ebene** möglich ist.[535]

In der Literatur wird bezüglich der ***ex ante* formulierten Fragestellungen** häufig das Problem beschrieben, dass Nutzer Faktoren ungeachtet ihrer Erfahrungen bewerten sollen.[536] MITTAL konstatierte, dass die Häufigkeit von Erfahrungen mit spezifischen Attributen den Einfluss auf die Erwartungshaltung verändert.[537] Anders als bei den Qualitätsattributen eines neuen Produktes, wird hinsichtlich der Eigenschaften eines Büroarbeitsplatzes angenommen, dass die Probanden auf Basis ihrer Erfahrungen bei der täglichen Arbeit über ein nahezu vollständig determiniertes Präferenzmodell verfügen. Für besondere Aspekte, wie z.B. die der Grundrissqualitäten (Cafeteria, Fitness, Bibliothek etc.), sind ggf. die Erfahrungen mit abzufragen und die Zusammenhänge zu analysieren.

3.2.3.2 Nutzerzufriedenheitsanalyse

Um gezielte Optimierungspotenziale während der Nutzungsphase einer Immobilie zu identifizieren oder eine nutzerseitige Überprüfung und Bewertung des Gebäudes durchzuführen, wird eine Nutzerzufriedenheitsanalyse oder auch „***Post Occupancy Evaluation*“[538]** (**POE**)

[532] vgl.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 75 ff.
[533] vgl.: Berger, Blauth et al. (1993): Kano's Methods for Understanding Customer-defined Quality, S. 25 f.; Sauerwein (2000): Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit, S. 183 ff.
[534] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 145; Sauerwein (2000): Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit, S. 183 ff.
[535] vgl.: Gierl, Bartikowski (2003): Ermittlung von Satisfiers, Dissatisfiers, S.31
[536] vgl. u.a.: Walden (2008): Architekturpsychologie, S. 154; Richter (2009): Architekturpsychologie, S. 371
[537] vgl.: Mittal (1999): Attribute-Level Performance, Satisfaction, and Behavioral Intentions over Time
[538] Post Occupancy Evaluation, dt.: Nutzerbefragung, die nach Einzug in das Gebäude durchgeführt wird.

angewandt.[539] Dabei wird das Zufriedenheitslevel *a posteriori* auf Basis von Ordinalskalen abgefragt und mit räumlich-physikalischen Gegebenheiten vor Ort verglichen. Die Datenerhebung erfolgt in Form von Workshops, Fragebögen oder Rundganginterviews und wird idealtypisch regelmäßig wiederholt.[540] Je nach Anwendungsbereich und Zielsetzung beinhaltet eine POE technische und gebäudestrukturelle, mitunter auch ästhetische Aspekte.

Tab. 3-3 gibt einen Überblick über ausgewählte Feldstudien und Forschungsprojekte, die sich mit dem Einfluss von Gebäudeeigenschaften auf die Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden wissenschaftlich auseinandersetzen.[541] Dabei wird die Zufriedenheit mit der vorherrschenden Situation, wie z.B. akustische Bedingungen, direkt abgefragt. Es handelt sich folglich um *ex post* Bewertungen. Es findet keine zusätzliche Abfrage von *ex ante* formulierten Komponenten statt. Verschiedene empirische Untersuchungen belegen, dass bei einer direkten Präferenzmessung vermehrt **hypothetische Präferenzen** gemessen werden, die sich von den realen signifikant unterscheiden.[542] Begründet liegt dies in der direkten Aufforderung ad hoc eine Bewertungsentscheidung zu treffen bei gleichzeitiger Nichtexistenz einer realistischen Situation.[543] Hinzu kommt, dass mit steigendem Abstraktionsniveau der Bewertungsausgang stärker von der aktuellen Befindlichkeit abhängig ist, als von einer rational abgewogene Entscheidung.[544]

AUTOR	ZIEL	METHODE	UMFANG	ERGEBNISSE
Gossauer (2008)	Ableitung von Handlungsempfehlungen in Abhängigkeit der spezifischen Zufriedenheit mit einem Attribut und dessen Wichtigkeit	Raumklimatische Gebäudeevaluation mit Fragebogen und Messung von Raumtemperatur und Raumluftfeuchte	943 Personen in 17 Bürogebäuden	Optimierungspotenziale und raumklimatische Einflussfaktoren auf die Zufriedenheit und deren Stellenwert.
Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012)	Vergleich des ermittelten soziokult. Komforts nach DGNB/BNB mit subjektiv empfundenem Komfort	Raumklimatische und gestalterischer Gebäudeevaluation mit dem standardisierten INKA Fragebogen	insgesamt 729 Nutzer von sechs nach DGNB/ BNB NBV09 zertifizierten Bürogebäuden	teilweise Abweichungen zwischen DGNB/BNB Erfüllungsgraden und Nutzerzufriedenheit und Rückschlüsse auf eine Anpassung der Gewichtungen

Tab. 3-3: Zusammenfassung ausgewählter Nutzerzufriedenheitsstudien im Sinne einer POE

[539] vgl. u.a.: Viering, Liebchen et al. (2007): Managementleistungen im Lebenszyklus von Immobilien, S.369; Muschiol (2007): Begegnungsqualität in Bürogebäuden, S.206
[540] vgl.: Walden (2008): Architekturpsychologie, S. 154
[541] Mit Beginn der Diskussion um soziokulturelle Nachhaltigkeit in Gebäuden hat sich das Verständnis dieser Thematik verändert. Bei der Auswahl der Studien wurde darauf geachtet, dass diese innerhalb der letzten fünf Jahre entstanden, um sich auf aktuelle Daten und Erkenntnisse zu stützen.
[542] vgl.: Sattler, Nitschke (2003): Ein empirischer Vergleich von Instrumenten, S. 378
[543] vgl.: Dörr (2012): Auswirkungen energetischer Maßnahmen, S. 89
[544] vgl.: Richter (2009): Architekturpsychologie, S. 374, Hampicke (2003): Bewertung von Naturgütern, S.415

Ziel der Arbeit von GOSSAUER war es, den Grad der Zufriedenheit der Mitarbeiter mit Ihrem Arbeitsplatz zu messen und in Zusammenhang mit den vorherrschenden Komfortparametern im Gebäude zu bringen.[545] Zudem sollten die Probanden die Wichtigkeit der Komfortparameter einschätzen, sodass von den Ergebnissen konkrete, gebäudebezogene Handlungsempfehlungen abgeleitet werden konnten. Die Ergebnisse liefern u.a. den empirischen Beleg dafür, dass der Zusammenhang zwischen Nutzerzufriedenheit und der Möglichkeit einen **fühlbaren Einfluss auf das Raumklima** auszuüben wesentlich stärker ist als das tatsächlich empfundene Raumklima (vgl. Abb. 3-10).[546]

Darüber hinaus empfiehlt GOSSAUER auf Basis ihrer Ergebnisse die Berücksichtigung einiger baulicher Aspekte für eine **höhere Zufriedenheit** am Arbeitsplatz. Hierzu gehören bspw. die Gewährleistung einer natürlichen Belüftung, individuelle Temperaturregelung sowie die Realisierung kleiner Büroeinheiten und Vermeidung von Atrienbüros.[547] Von zentraler Bedeutung für die Ableitung von Zielertragsdifferenzen ist die Wichtigkeit der einzelnen Attribute. Diese wurde aus dem statistischen Einfluss der Einzelparameter auf die Gesamtzufriedenheit abgeleitet.

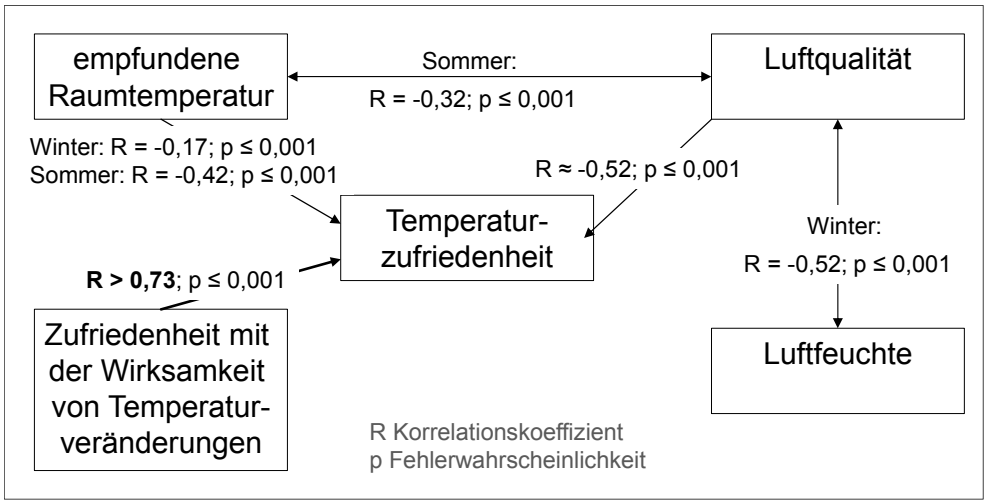


Abb. 3-10: Zusammenhänge zwischen Raumklimafaktoren und Temperaturzufriedenheit [548]

SCHAKIB-EKBATAN und WAGNER[549] gingen in ihrer Studie ähnlich vor, verwendeten jedoch das **Instrument für Nutzerbefragungen zum Komfort am Arbeitsplatz** (INKA)[550] an, einem Fragebogen, der 2010 am Karlsruher Institut für Technologie entwickelt wurde. Weiterhin wurde der Stellenwert einzelner Zufriedenheitsparameter evaluiert. Dabei wurde die Zufriedenheit mit der Büroeinrichtung, Luftqualität, Raumtemperatur, Arbeitstätigkeit, Sau-

[545] vgl.: Gossauer (2008): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden; Gossauer, Wagner (2008): Nutzerzufriedenheit und Komfort am Arbeitsplatz
[546] vgl.: Gossauer (2008): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden, S. 134
[547] vgl.: ebenda, S. 135
[548] Quelle der Abb.: Gossauer, Wagner (2008): Nutzerzufriedenheit und Komfort am Arbeitsplatz, S.447
[549] Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012): Bewertung von Aspekten der soziokult. Nachhaltigkeit
[550] INKA: Instrument für Nutzerbefragungen zum Komfort am Arbeitsplatz ist im Rahmen des vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR im Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumordnung BBSR) geförderten Forschungsprojektes entstanden.

berkeit, Geräuschpegel und Tages- und Kunstlichtsituation abgefragt. Ein zentrales Ergebnis der Studie ist ein ungewichteter **Summenindex der Nutzerzufriedenheit**, der für Gebäude mit gleichem Baujahr und gleichen energetischen Standard als Vergleichsindikator herangezogen werden kann.[551] Die Auswertung der Stichprobe ergab, dass einige soziokulturelle Kriterien nach DGNB/BNB als gut oder sehr gut bewertet wurden, bei den Nutzern jedoch nur durchschnittlich abschnitten.[552] Darüber hinaus liefert die Studie deutliche Hinweise dafür, dass die **Gewichtungen der soziokulturellen DGNB/BNB Kriterien** überdacht werden sollten.[553] Besonders deutliche Abweichungen ergaben sich bspw. in Bezug auf den akustischen Komfort. Eine mögliche Ursache dafür ist, dass ein real empfundenes Raumklima auch abhängig vom Gebäudebetrieb und vom Nutzerverhalten ist.[554] Dennoch bezeichnen die Autoren die Unterschiede zwischen DGNB/BNB Gewichtungsfaktoren und den Ergebnissen aus der Nutzerbefragung als auffällig.[555] Diese Ergebnisse bestätigen die zentrale Ausgangsituation der hier zugrunde liegenden Problemstellung.

In beiden Studien erfolgt die Bewertung auf einer fünfstufigen **Ordinalskala.**[556] Anders als bei der KANO Methode wurde hier die Präferenzintensität und damit die qualitative Wirkung eines Attributs auf die Gesamtzufriedenheit gemessen. Da die Befragung einer POE generell auf die Zufriedenheit der Nutzer abzielt, wurde die Wichtigkeit nicht für alle Attribute abgefragt, sondern über Korrelationsrechnung statistisch geschätzt.[557] Hierfür war eine Umskalierung der Messwerte auf Intervallskalenniveau erforderlich, um die mathematisch-statistischen Voraussetzungen für die Anwendung parametrischer Verfahren zu schaffen. Gemäß WALDEN wird dieses Vorgehen als unproblematisch gesehen, solange bei der Interpretation berücksichtigt wird, dass die **gebildeten Mittelwertdifferenzen keine realen Unterschiede** abbilden.[558] Demzufolge lassen sich auf dieser Basis keine belastbaren Zielertragsdifferenzen respektive Rohgewichte für DGNG/BNB Kriterien ableiten. Die Autoren konstatieren, dass sich auf Basis des so ermittelten *„Gesamtzufriedenheits-Index jeweils nur gebäudespezifisch mit den jeweiligen, für ein Gebäude geltenden individuellen Gewichtungen gebildet werden könnte."*[559]

Die Ergebnisse der beschriebenen Studien weisen einen starken Bezug zum hier vorliegenden Untersuchungsgegenstand auf. Durch die Verknüpfung von Zufriedenheit und tatsächlichen räumlich-physikalischen sowie funktionalen Gegebenheiten vor Ort erreichen die Er-

[551] vgl.: Wagner, Schakib-Ekbatan (2011): Nutzerzufriedenheit als Maß zur Arbeitsplatzbewertung im Büro; erschienen in Schittich (2011): Arbeitswelten, S. 57
[552] vgl.: Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012): Bewertung von Aspekten der soziokult. Nachhaltigkeit, S. 30
[553] vgl.: ebenda, S. 20, 38
[554] vgl.: Wagner, Schakib-Ekbatan (2011): Nutzerzufriedenheit als Maß zur Arbeitsplatzbewertung im Büro; erschienen in Schittich (2011): Arbeitswelten, S. 57
[555] vgl.: Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012): Bewertung von Aspekten der soziokult. Nachhaltigkeit, S. 31
[556] Skala reicht dabei von „völlig unwichtig" bis „extrem wichtig" vgl.: Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012): Bewertung von Aspekten d. soziokult. Nachhaltigkeit, S.70; oder von „gar nicht wichtig" bis „sehr wichtig" vgl.: Gossauer (2008): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden, S.182
[557] vgl.: Gossauer (2008): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden, S. 26 f.
[558] vgl.: Walden (2008): Architekturpsychologie: Schule, Hochschule und Bürogebäude der Zukunft, S. 164
[559] Zitat: Gossauer, Wagner (2008): Nutzerzufriedenheit und Komfort am Arbeitsplatz, S. 450

gebnisse ein hohes Maß an Validität. Allerdings ist der damit verbundene Aufwand zur Datenerhebung auch wesentlich höher. Die Autoren betonen, dass die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Befragungen zeitintensiv ist und die Beteiligung mit Umfang der Umfrage abnimmt.[560] WALDEN betont zudem, dass die Ergebnisse einer POE nur **eingeschränkt generalisiert** werden können.[561] Daher weisen WAGNER et al. darauf hin, dass die vorliegenden Ergebnisse nur mit funktional äquivalenten Gebäuden verglichen werden können[562] und dass auf Basis einer POE für gebäudeindividuelle Gewichtungen gebildet werden können.[563]

Daher ist insgesamt festzustellen, dass das hohe Maß an Validität der Methode zu Lasten der Generalisierbarkeit geht. Da zudem von den ordinalskalierten Messwerten keine kardinalskalierten Zielertragsdifferenzen abgeleitet werden dürfen, ist eine zentrale Bedingung der integrativen Zielertragsmessung verletzt. Darüber hinaus bleibt offen, wie *ex ante* formulierte Parameter Einzug in die Befragung finden können und wie die Zufriedenheitsfaktoren im Sinne der Mehrfaktorentheorie klassifiziert werden können.

3.2.3.3 NUTZERBEDARFSANALYSE

Ein **Nutzerbedarfsprogramm** (**NBP**) bzw. eine **Nutzerbedarfsanalyse** erfasst im Vorfeld eines konkreten Bau- oder Modernisierungsvorhabens die Präferenzen und Anforderungen der späteren Nutzer, um diese frühzeitig in die Planung einfließen zu lassen.[564] Es handelt sich um ein nicht standardisiertes Verfahren,[565] bei dem im Regelfall Anforderungen und Wünsche in Form von Workshops, Interviews oder Fragebögen erhoben werden.[566] Alternativ dazu werden Nutzerbedürfnisse *ex ante* formuliert und anschließend von den späteren Nutzern hinsichtlich ihrer Wichtigkeit bewertet.[567] Im Regelfall werden dafür die **Ranglistenmethode** oder die **Direktbewertung mit Gewichtungsskala** angewandt (vgl. Abschnitt 2.3.4).[568] Auf Basis der so ermittelten Bedeutungsfaktoren könnten attribut- oder kriterienspezifische **Rohgewichte** abgeleitet werden. Der Zielertrag beschreibt ebenfalls die Präferenzintensität im qualitativen Sinne.

Die Inhalte eines NBP sind abhängig vom tatsächlichen Gestaltungsspielraum der Nutzer, wobei zwischen explorativer und fokussierter Analyse unterschieden wird.[569] Hierbei warnt RICHTER, dass mit den Fragebögeninhalten illusorische Erwartungshaltungen entstehen

[560] vgl.: Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012): Bewertung von Aspekten der soziokult. Nachhaltigkeit, S. 28 f.
[561] vgl.: Walden (2008): Architekturpsychologie: Schule, Hochschule und Bürogebäude der Zukunft, S. 162
[562] vgl.: Wagner, Schakib-Ekbatan (2011): Nutzerzufriedenheit als Maß zur Arbeitsplatzbewertung im Büro; erschienen in Schittich (2011): Arbeitswelten, S. 57
[563] vgl.: Gossauer, Wagner (2008): Nutzerzufriedenheit und Komfort am Arbeitsplatz, S. 450
[564] vgl.: Kochendörfer, Viering et al. (2004): Bau-Projekt-Management, S. 186
[565] Erstellung eines Nutzerbedarfsprogramms ist keine Regelleistung im Sinne der HOAI und erfolgt, wenn es vom Nutzer ausdrücklich gewünscht und beauftragt wird. vgl.: Kochendörfer, Viering et al. (2004): Bau-Projekt-Management, S. 187
[566] vgl.: Walden (2008): Architekturpsychologie, S. 153
[567] vgl.: Richter (2009): Architekturpsychologie, S. 371
[568] vgl.: Schneider (2013): Modell für das nachhaltige Immobilien-Portfoliomanagement, S. 67
[569] vgl.: Richter (2009): Architekturpsychologie, S. 371

können.[570] Für die in dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung ist nur die **fokussierte Präferenzanalyse** relevant, da der Untersuchungsgegenstand durch die Gebäudeeigenschaften gemäß DGNB/BNB Kriterienkatalog vorgeben ist. Auf Basis verschiedener Feldstudien wurde belegt, dass sich Zufriedenheit am ehesten einstellt, *„wenn eine adäquate Abstimmung Nutzerbedürfnissen, Arbeitsanforderungen (z.B. Konzentration, Teamarbeit), organisatorischen Aspekten und nicht zuletzt der gelebten Unternehmenskultur gelingt.“*[571] Folglich werden mit einem NBP im klassischen Sinne auch Aspekte adressiert, die über die Systemgrenzen der Nachhaltigkeitsbewertung nach DGNB/BNB hinausgehen, wie z.B. Übereinstimmung mit der *Corporate & Social Identity* und nicht bauliche Arbeitsplatzausstattung. Andere Feldstudien haben gezeigt, dass die bloße Tatsache der Nutzereinbindung bereits zu einem positiven Effekt führt.[572]

NBP werden im Regelfall für spezifische Nutzer, wie z.B. Büroangestellte eines Unternehmens, und in Bezug auf eine spezifische Fläche, wie z.B. eine neu zu errichtendes Gebäude oder eine zu modernisierendes Mietfläche, durchgeführt. Mit dem Ziel eines verallgemeinerbaren Erkenntnisgewinns führte das Marktforschungsunternehmen *Ipsos* im Jahr 2011 eine privatwirtschaftlich finanzierte Nutzerbedarfsanalyse zum Thema Arbeitsplatzkomfort durch. Den Untersuchungsgegenstand bildeten 15 Leistungs- oder Qualitätsattribute. Im ersten Schritt wurden die Probanden aufgefordert, diejenigen Attribute auszuwählen, die sie für einen **idealen Arbeitsplatz** als besonders wichtig erachten.[573] Anschließend sollte jedes der ausgewählten Attribute hinsichtlich seiner Wichtigkeit bewertet werden. Auf Basis der Ergebnisse der 3.145 Teilnehmer wurde festgestellt, dass die Eigenschaften ‚Licht/Beleuchtung/helle Räume' und ‚Ruhe/ruhige/schalldichte Büros' quantitativ zu den bedeutendsten Komponenten eines idealen Arbeitsplatzes gehören.[574] Dem gegenüber steht die Auswertung der zweiten Frage, gemäß der das ‚allgemeine Wohlbefinden' als qualitativ als wichtigste und ‚Helligkeit/Beleuchtung durch Tageslicht' als zweitwichtigste Eigenschaft eingestuft wurde, während der akustische Komfort in der Rangfolgenauswertung nicht mehr auftaucht.[575] Diese Widersprüche werden von den Autoren nicht aufgeklärt. Offen bleibt auch, ob eine Aussage über den Stellenwert von den Ergebnissen der ersten oder zweiten Fragestellung abgeleitet werden können. Das Beispiel verdeutlicht, wie wichtig die Fragetechnik und der Umgang mit Erfahrungswerten der Nutzer ist, um evtl. Rückschlüsse auf das Erwartungsbild zu ziehen.

[570] vgl.: Richter (2009): Architekturpsychologie, S. 374
[571] vgl.: Wagner, Schakib-Ekbatan (2011): Nutzerzufriedenheit als Maß zur Arbeitsplatzbewertung im Büro; erschienen in Schittich (2011): Arbeitswelten, S. 56
[572] vgl. u.a.: Moczek, Rambow (2003): Architekturpsychologie in der Praxis, S. 34, Walden (2008): Architekturpsychologie, S. 129
[573] vgl.: Union Investment (2011): Kriterien eines idealen Büroarbeitsplatzes, S. 1
[574] vgl.: ebenda
[575] vgl.: ebenda

Insgesamt verfolgt eine Nutzerbedarfsanalyse bzw. die Aufstellung eines NBP die planerische Integration von Nutzerbedürfnissen aus Sicht eines Unternehmens und verbindet dabei bauliche und unternehmensinterne Aspekte. In der Praxis ist die Nutzerbedarfsanalyse ein hilfreiches Instrument um den individuellen Präferenzen prospektiver Nutzer bestmöglich gerecht zu werden. In Bezug auf die hier zugrunde liegende Fragestellung stellt das Vorgehen keine Alternative zur KANO Methode dar. Es ist zwar damit zu rechnen, dass der Aufwand zur Datenerhebung durch eine **direkte Gewichtung** geringer ist, doch erfolgt dies auf Kosten eines geringeren Informationsgehalts der Ergebnisse. Das hat bspw. zur Folge, dass sich keine Aussagen zur Mehrfaktorenstruktur treffen lassen. Zudem führen die in Abschnitt 2.3.4.1 ausführlich beschriebenen **bewertungstheoretischen Probleme** dazu, dass Zielertragsdifferenzen nicht belastbar abgebildet werden können und Bandbreiteneffekte zu zusätzlichen **Verzerrungen** führen. Hinzu kommt, dass die NBP durch das Skalenniveau die gleichen mathematisch-statistischen Probleme wie die POE aufweist, was die Aussagekraft der Ergebnisse einschränkt.

3.2.3.4 BUILDING PERFORMANCE EVALUATION

Bei der *Building Performance Evaluation* (BPE) handelt es sich um einen Überbegriff für Nutzerevaluierungen, die über den Gebäudezyklus immer wieder durchgeführt werden, jedoch stärker leistungsorientiert sind.[576] Welche Leistungsspektren abgefragt werden, ist dabei bauherrn- und nutzerspezifisch, sodass eine Übertragung auf den Kontext der DGNB/BNB Kriterien prinzipiell möglich ist. Die BPE integriert die Methoden des NBP und der POE, hebt sich aber durch die fortlaufende Begleitung im Gebäudelebenszyklus von ihnen ab. Entsprechend wird die zu erbringende **Leistung eines Gebäudes als dynamisches Konstrukt** verstanden, das gesellschaftliche Entwicklungen berücksichtigen muss und keinen statischen Zustand darstellt. Je nachdem welcher Zeithorizont angesetzt wird, erfüllt eine BPE unterschiedliche Aufgaben:

- **kurzfristig**: Ermittlung einer Problemlösung,
- **mittelfristig**: Verbesserungsvorschläge, die in den nächsten Design-Zyklus fließen und
- **langfristig**: Entwicklung von Design-Kriterien für Gebäudetypen.[577]

Eine langfristig ausgelegte BPE verspricht die höchste Aussagekraft, umfasst jedoch einen Zeithorizont von 10 Jahren und ist damit nicht praktikabel. Allerdings handelt es sich um eine retrospektive Bewertung eines oder mehrerer konkreter Objekte, sodass die Ergebnisse nicht uneingeschränkt generalisierbar wären. Folglich stellt auch diese Methode in Anbetracht der Bewertungsaufgabe keine Alternative zur KANO Methode dar.

[576] vgl.: Walden (2008): Architekturpsychologie, S. 156
[577] vgl.: ebenda

3.2.3.5 ZUSAMMENFASSUNG UND METHODENWAHL

Ziel der soziokulturellen Zielertragsmessung ist es, den Nutzwert, den DGNB/BNB Kriterien bzw. deren Ausprägungen verursachen können, anhand von Nutzerpräferenzen zu messen, um aus den Zielertragsdifferenzen Zielgewichtungen abzuleiten. Die dabei zugrunde liegenden Anforderungen an das Instrument zur Präferenzmessung und Ergebnis der Methodenanalyse wurden in Tab. 3-4 zusammengestellt.

ANFORDERUNGEN AN DIE METHODE	CA	NBP	POE	BPE	KANO
Datenerhebung					
Bewertung von *ex ante* formulierten Gebäudeeigenschaften	+	+	-	+	+
Berücksichtigung von Erfahrungen (*a posteriori*)	-	+	+	+	-
Berücksichtigung latenter Erwartungshaltungen	-	-	-	-	+
Auswertung					
Klassifizierung gemäß Mehrfaktorentheorie	-	-	-	-	+
Möglichkeiten zu Identifikation dynamische Effekte	-	-	-	+	+
Abbildung der Zielertragsdifferenzen auf einer Kardinalskala	+	-	-	-	+
Praktikabilität der Datenerhebung (erlaubt viele Attribute)	-	+	-	-	+

CA: Conjoint-Analyse, **NBP**: Nutzerbedarfsprogramm, **POE**: Post-Occupancy-Evaluation, **BPE**: Building Performance Evaluation, **KANO** Methode | **+** trifft vollständig zu | **-** trifft nicht zu

Tab. 3-4: Ergebnis der Analyse von Methoden für die soziokulturelle Zielertragsmessung

Der direkte Vergleich zeigt, dass die Vorteile der KANO Methode in Bezug auf die hier zugrunde liegende Zielsetzung überwiegen. Während die CA auf die Erklärung von Entscheidungsverhalten ausgerichtet ist, zielen die übrigen Methoden auf den Beitrag einzelner Parameter zur Zufriedenheit ab. Diesbezüglich überzeugt die KANO Methode dadurch, dass sie mit dem KANO Modell auf einem **theoretisch fundierten Zufriedenheitskonstrukt** fußt, das mehrfach empirisch bestätigt werden konnte.[578] Zudem ist hervorzuheben, dass keine der anderen Methoden neben expliziten auch auf implizite Erwartungshaltungen und darüber hinaus auf die Abschätzung von dynamischen Effekten eingeht.

Zudem ermöglicht die KANO Methode durch die bipolare Fragetechnik ein Verständnis über die Richtung der Zufriedenheitswirkung und ermöglicht Aussagen zum Potenzial eines Attributs, Zufriedenheit zu stiften oder Unzufriedenheit zu vermeiden. Dies entspricht den Forderungen der DIN EN 15643-3 sowohl **günstige als auch schädliche soziokulturelle Auswirkungen** zu berücksichtigen.[579] Ein weiterer Vorteil der Analysemöglichkeiten besteht in der Identifikation heterogener Präferenzstrukturen, da damit interindividuelle Unterschiede realtypisch abgebildet werden können. Durch die *ex ante* Bewertung können Ergebnisse der

[578] vgl. u.a.: Chen (2012): A novel approach to regression analysis for the classification of quality attributes in the Kano model; Lin, Yang et al. August (2010): Refining Kano's 'quality attributes–satisfaction' model; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 157-202

[579] vgl.: DIN EN 15643-3 (2012): Bewertung der sozialen Qualität, S. 13/Abschnitt 3.37

KANO Methode verallgemeinert werden. Gleichzeitig verhelfen die *ex ante* Formulierungen den Fragestellungen zu einem hypothetischen Charakter. Daher sind weitere Überlegungen anzustellen, um die **Erfahrungen der Probanden** in die KANO Fragetechnik zu integrieren, ohne dabei die Bedingungen für die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse zu verletzen.
Die Aussagekraft der Ergebnisse ist höher, wenn die Zufriedenheitsmessungen mit den tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort verbunden werden. Diesbezüglich liegen die Vorteile bei der POE, wobei hier weiter zu differenzieren ist. Während mit einer POE oder einer BPE die Wirkungsintensität im qualitativen Sinne untersucht werden kann, strebt die KANO Methode quantitative Ergebnisse an. Streng genommen, dürfen die Messwerte von keiner der vorgestellten Methoden ohne weiteres mit parametrischen Verfahren analysiert werden, da sie ein **nominales bis ordinales Skalenniveau** aufweisen. Die Datenanalyse gemäß KANO verzichtet auf die mathematisch-statistischen Bedingungen und erlaubt trotz des niedrigen Skalenniveaus eine plausible Auswertung der Ergebnisse sowie Konsistenzprüfungen und Reliabilitätstest. Zudem enthalten die Ergebnisse nach KANO einen höheren Informationsgehalt und verursachen trotzdem geringeren Aufwand bei der Datenerhebung.
Darüber hinaus untersuchten ZANGER et al. die Unterschiede zwischen der CA und der KANO Methode am Beispiel von Händlerzufriedenheiten mit Kommunikationsgroßhändlern. Ziel war es, die Bedeutung verschiedener Serviceattribute zu identifizieren. Die klassische KANO Methode wurde dabei um eine *self-stated-importance* Messung[580] ergänzt. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse beider Methoden führt zu einer weitgehenden Übereinstimmung in Bezug auf Gewichtungsunterschiede.[581] Dies trifft jedoch nicht mehr zu, wenn aus den relativen Wichtigkeiten mittels Wertetransformation Rangfolgen gebildet werden.[582] Darüber bezeichnen die Autoren die Datenerhebung bei der KANO Methode als wesentlich praktikabler und betonen den **höheren Informationsgehalt** der Ergebnisse auf Basis der Kategoriezuordnung und der Zufriedenheitskoeffizienten.[583]
Zusammenfassend wird damit konstatiert, dass die KANO Methode das geeignete Instrument zur soziokulturellen Zielertragsmessung darstellt.

3.2.4 SOZIOKULTURELLE ZIELWERTFUNKTION

Ergebnis der vorangegangenen Abschnitte ist, dass die soziokulturelle Zielertragsmessung auf Basis des Zielwertindikators (g_1) *Nutzerzufriedenheit am Büroarbeitsplatz* und mit der KANO Methode erfolgen soll. Nachfolgend wird beschrieben, wie aus den Messwerten einer empirischen Erhebung gemäß KANO Fragebogen Zielgewichte ermittelt werden. Zudem wird die Zielwertfunktion für soziokulturelle Zielerträge aufgestellt.

[580] Bei einer self-stated-importance-Messung werden Probanden direkt nach ihren Einschätzungen zur Eigenschaftswichtigkeit befragt.
[581] Zanger et al. (1998): Händlerzufriedenheit mit Telekommunikationsgroßhändlern, S. 17
[582] vgl.: ebenda
[583] vgl.: ebenda, S. 17 f.

In Anlehnung an die **bandbreitenorientierte Gewichtung** erfolgt die Ermittlung des kriterienspezifischen Rohgewichtes auf Basis der Spannweite zwischen der besten und schlechtesten Ausprägung des Kriteriums.[584] Bezogen auf die KANO Methode handelt es sich dabei um die Spannweite zwischen positiven Zufriedenheitswirkungen (CS^+) bei funktionaler Ausprägung und negativer Zufriedenheitswirkungen(CS^-) bei dysfunktionaler Ausprägung. Die Zuordnung zu einer KANO Kategorie ist dabei nicht relevant. Unter Berücksichtigung der von BERGER entwickelten[585] Zufriedenheitskoeffizienten wird der Zielertrag eines Attributs ermittelt. Dementsprechend wird attributspezifische Zielwertfunktion aufgestellt:

$$\begin{aligned} v_1(z_{i,e}) &= CS_{i,e}^{+} + |CS_{i,e}^{-}| \\ &= h(A_{i,e}) + h(O_{i,e}) + h(O_{i,e}) + h(M_{i,e}) \\ &= h(A_{i,e}) + 2h(O_{i,e}) + h(M_{i,e}) \end{aligned} \tag{3.13}$$

Hierbei nehmen Leistungsmerkmale (O) eine Sonderstellung ein. Darunter werden Attribute subsumiert, die von bestimmten Kunden explizit erwartet oder verlangt werden und die mit zunehmender Attributausprägung einen homogenen Anstieg der Zufriedenheit hervorrufen gleichzeitig kritische Unzufriedenheitswirkungen vermeiden können.[586] Daher nehmen die Zufriedenheitskoeffizienten von Leistungsmerkmalen im Regelfall Werte von $CS^+ > 0{,}5$ und gleichzeitig $CS^- < -0{,}5$ an. Zudem gibt es empirische Befunde dafür, dass die nach KANO als klassifizierten Leistungsfaktoren durch eine zusätzliche *Self Stated Importance* Befragung als sehr wichtig eingestuft wurden.[587] Die Spannweite der Zufriedenheitswirkung stellt damit den statistischen Erwartungswert für den Anteil der Nutzer dar, für die ein Attribut von Bedeutung ist. Dieser Erwartungswert integriert interindividuelle Bedeutungsunterschiede und ist robust gegenüber dynamischen Effekten (vgl. Abschnitt 3.2.2.2).

Die Erwartungshaltungen einer Gruppe abzubilden, deren Bedürfnisstruktur von interindividuellen Unterschieden geprägt ist, birgt einige messtheoretische und analytische Herausforderungen. Die Spannweite der Zufriedenheitswirkungen ermöglicht es jedoch, diese Unterschiede zu berücksichtigen und adäquat zusammenzufassen. Somit wird konstatiert, dass der attributspezifische Zielertrag $v_1(z_e)$ durch die Spannweite der Zufriedenheitskoeffizienten CS^+ und CS^- adäquat abgebildet wird. Je nach Wahl des übergreifenden Gewichtungsmodells kann anschließend der Zielertrag eines Kriteriums $v_1(k_i)$ integrativ gemäß Gleichung (3.3) oder hierarchisch gemäß (3.8) berechnet werden. Welche Kriterien und Attribute für die soziokulturelle Zielertragsmessung relevant sind, wird in Kapitel 4 ausführlich erläutert.

[584] vgl.: Eisenführ et al. (2010): Rationales Entscheiden, S.143; Lifka (2009): Entscheidungsanalysen, S. 69 f.
[585] vgl.: Berger, Blauth et al. (1993): Kano's Methods for Understanding Customer-defined Quality, S.18
[586] vgl.: Kaiser (2005): Erfolgsfaktor Kundenzufriedenheit, S. 257
[587] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 172

3.3 MODELL ZUR QUANTIFIZIERUNG ÖKONOMISCHER ZIELERTRÄGE

Analog zu den vorangegangen Abschnitten wird nachfolgend das Modell zur Quantifizierung ökonomischer Zielerträge konstruiert. Dabei werden das erste und zweite Forschungsziel in einem rekursiven Prozess verfolgt. Das Ergebnis dieses Abschnitts ist folglich ein Modell, mit dem kriterienspezifische Beiträge zu ökonomischen Schutzzielen systematisch gemessen und Kriteriengewichtungen abgeleitet werden können. Das Modell besteht aus Zielwertindikatoren, Zielwertfunktionen und geeigneten Methoden zur Zielertragsmessung.

3.3.1 ÖKONOMISCHER NUTZEN NACHHALTIGER GEBÄUDE

In diesem Abschnitt erfolgt die Auseinandersetzung mit dem ökonomischen Nutzen nachhaltiger Bürogebäude. Da dies nicht losgelöst von den Perspektiven der beteiligten Akteure erfolgen kann,[588] werden diese zunächst ausführlich betrachtet. Anschließend wird erörtert, welche Perspektive dem ökonomischen Nutzen, der bei Erfüllung ökonomischer Schutzziele entsteht, bestmöglich entspricht. Auf dieser Basis werden Zielwertindikatoren abgeleitet.

3.3.1.1 PERSPEKTIVENUNTERSCHIEDE

Ziel des nachfolgenden Abschnitts ist es, eine begriffliche Abgrenzung des ökonomischen Nutzens unter Einbezug verschiedener Perspektiven vorzunehmen. Darüber hinaus werden die Nutzenvorstellungen der ökonomischen Perspektiven mit den ökonomischen Schutzzielen abgeglichen.

Mit der Verbreitung von *Green Building* Zertifikaten tauchte auch die Frage nach dem finanziellen Nutzen solcher Immobilien auf. Das dabei zugrunde liegende Bewertungsproblem ist komplexer Natur, da **verschiedene Interessensgruppen** unterschiedliche Ansätze zur Bewertung der ökonomischen Vorteilhaftigkeit wählen. Hierbei stellt jeder Akteur die entstehenden, ggf. zusätzlichen, Aufwendungen mit dem daraus resultierenden zusätzlichen Nutzen, wie z.B. Ertrag oder Kostenreduktion, gegenüber.[589] Der dabei zugrunde liegende inhaltliche und zeitliche Betrachtungshorizont variiert je nach Perspektive. Die Zusammenfassung der Interessen ausgewählter Akteure in Tab. 3-5 verdeutlicht dies.

Im Zusammenhang mit dem ökonomischen Nutzen nachhaltiger Immobilien taucht häufig der Begriff *green value* auf. Damit ist der Teil des Marktwertes gemeint, der mit nachhaltigen Gebäudeeigenschaften gegenüber konventionellen zusätzlich erzielt werden kann.[590] Daraus leitet sich für den **vermietenden Eigentümer** unweigerlich die Frage ab, wie sich spezifische Nachhaltigkeitsmerkmale einer Fläche auf die Höhe der Kaltmiete auswirken. Diese Zusammenhänge werden für den deutschen Immobilienmarkt seit ca. 2008 in verschiedenen Stu-

[588] vgl.: König, Kohler et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, S. 58
[589] vgl.: ebenda
[590] vgl.: Waibel (2010): Bewertung von Green Buildings, S. 57; Schützenhofer, Bienert (2009): Green Value, S. 8

dien empirisch untersucht.[591] Eine Auswahl jener Untersuchungen wurde analysiert und die Ergebnisse in Anhang 2 zusammengefasst. Auffällig dabei ist der Trend hin zu mehr Differenzierung. Während die ersten Studien (2008) den Mehrwert durch das bloße Vorhandensein einer beliebigen *green building* Zertifizierung untersuchten,[592] beschäftigen sich jüngere Studien differenzierter mit dem Werteinfluss konkreter Gebäudeeigenschaften. Dennoch reichen die zur Verfügung stehenden Datensätze nicht aus, um verlässliche attributbezogene Zielertragsdifferenzen abzuleiten.

INTERESSEN / **AKTEURE**	Vermiet- / Vermarktbarkeit	Risiken & Wertstabilität	Rendite-/ Risikoverhältnis	Kaltmiete	Investitions-kosten	Betriebs-/ Bewirt-schaftungskosten	Instandhaltungs-kosten	Soziokulturelle u. funktionale Qualität	externer Kosten	Verantwortung ggü. Umwelt & Gesellschaft
Eigentümer/ Vermieter	■	■	■	■	■	□	■	□		□
Eigentümer/ Selbstnutzer		■			■	■	■	■		□
Eigentümer/ Öff. Hand		■			■	■	■	■	■	■
Banken	■	■	■	□	□	□	□	□		
Anleger	□	■	■	□	□	□	□	□		□
Mieter/Nutzer		□		■		■	□	■		□

■ direktes Interesse □ indirektes Interesse

Tab. 3-5: Ökonomische Interessen an nachhaltigen Immobilien aus verschiedenen Perspektiven [593]

Bemerkenswert ist jedoch die Annahme der Experten, dass Nachhaltigkeitsmerkmale **keine langfristigen Wertsteigerungspotenziale** bergen. Vielmehr wird damit gerechnet, dass das Nichtvorhandensein bestimmter Nachhaltigkeitsmerkmale in eine Wertminderung resultiert,

[591] vgl. u.a.: Weiss, Hofmann et al. (2013): Green Leases; Dörr (2012): Auswirkungen energetischer Maßnahmen; Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen; Henzelmann et al., Roland Berger (Hrsg. 2010): Nachhaltigkeit im Immobilienmanagement; Kesternich (2010): Einflussfaktoren auf die Zahlungsbereitschaft für energieeffizientes Wohnen; Reichardt, Rottke (2010): Nachhaltigkeit in der Immobilienwirtschaft: Eine empirische Untersuchung des deutschen Marktes in Reichardt, Rottke: Ökonomie vs. Ökologie; Ernst & Young (Hrsg.) (2009): Business Report to Climate Change; RICS Economics (2009): Q4 2009 Global Property Sustainability; Barthauer (2008): Ökologische Nachhaltigkeit von Büroimmobilien; DEGI (Hrsg.), Gilhohann-Farkas, Pfleiderer (2008): Green Building oder Green Wash?

[592] Aussagen sind vor dem Hintergrund zu hinterfragen, dass zu dieser Zeit weder ein allgemein akzeptiertes Nachhaltigkeitsverständnis bei Immobilien noch breit anerkannte Nachhaltigkeitsindikatoren existierten. vgl.: Meins, Lützkendorf et al. (2011): NUWEL - Nachhaltigkeit und Wertermittlung von Immobilien, S. 28

[593] Quelle Tab.: eigene Darstellung in Anlehnung an König, Kohler et al. (2009): Lebenszyklusanalyse, S. 59; Lützkendorf (2009) Nachhaltiges Bauen; in Stiftung Bauwesen (Hrsg.): Brennpunkt, S. 68

wovon Bestandsimmobilien stärker betroffen sein werden als Neubauten.[594] Dies ist vergleichbar mit den dynamischen Effekten bei soziokulturellen Attributen, die dazu führen, dass sich gegenwärtige Begeisterungsmerkmale mit der Zeit zum Standard entwickeln.[595]

Kurz- bis mittelfristig ist jedoch davon auszugehen, dass die **potenzielle Zahlungsbereitschaft eines Mieters** steigt, wenn damit konkrete Vorteile, wie z.B. eine geringes Betriebskostenniveau oder eine höhere Aufenthalts- und Nutzungsqualität, einhergehen. Aus Sicht des vermietenden Eigentümers dienen höhere Mieteinnahmen zunächst der Refinanzierung von ggf. höheren Investitionskosten und erst dann der Erzielung höherer Renditen, wobei auch umlegbare und nicht umlegbare Nutzungskosten sowie deren Preisstabilität einzubeziehen sind.[596] Nachhaltige Gebäudeeigenschaften können nicht nur zu einer Verbesserung der Vermiet- und Vermarktbarkeit, sondern auch zu einer Reduzierung des Leerstands- und Fluktuationsrisikos führen. Vor allem an Standorten mit ausgeprägter Konkurrenzsituation können dadurch Wettbewerbsvorteile geschaffen werden.[597]

Die Perspektive des **selbstnutzenden Eigentümers** vereint die Interessen eines Eigentümers und die eines Nutzers über einen langfristigen Zeithorizont und zielt auf ein niedriges Kostenniveau über den gesamten Lebenszyklus ab. Ein **öffentlicher Bauherr bzw. Eigentümer** hat prinzipiell ähnliche Interessen wie ein selbstnutzender Eigentümer, ergänzt diese jedoch um Reduzierung externer Kosten sowie Demonstration der Vorbildrolle bei der Unterstützung der Umsetzung von nationalen Nachhaltigkeitsstrategien.[598] Idealtypisch ist der selbstnutzende Eigentümer der einzige Akteur, der an einer Analyse und **Minimierung aller Kostenarten über sämtliche Lebenszyklusphasen** interessiert ist.[599]

Dem Schutzziel *Minimierung von Lebenszykluskosten* steht die wechselseitige Abhängigkeit von Qualität und Kosten gegenüber. Daher sollte in diesem Zusammenhang besser von einer **Optimierung der Lebenszykluskosten** gesprochen werden, um einen unerwünschten Qualitätsverlusts im Falle einer suboptimalen Kostensenkung auszuschließen. Gemäß der ökonomischen Nutzentheorie wird damit ein optimiertes Kosten-/Nutzenverhältnisses angestrebt. Die damit verbundenen Strategien und Entscheidungen gehen zwangsläufig mit einer **Verbesserung der Wirtschaftlichkeit** einher. Folglich wird konstatiert, dass die ökonomischen Schutzziele *Minimierung von Lebenszykluskosten* und *Verbesserung der Wirtschaftlichkeit* unter **Optimierung von Lebenszykluskosten** subsumiert werden können.

[594] vgl.: Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten Risikomgmt., S. 120 ff., 215; DEGI (Hrsg.), Gilhohann-Farkas, Pfleiderer (2008): Green Building oder Green Wash? und Ernst & Young (Hrsg.) (2009): Business Report to Climate Change

[595] vgl.: Bauer, Rief et al. (2012): Arbeitswelten 4.0, S. 13; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 84; Kano (2001): Life Cycle and Creation of Attractive Quality, S. 6 ff.

[596] vgl.: Leutgöb, Bienert et al. (2010): Integration von Nachhaltigkeit, S. 2

[597] vgl.: Malcher (2012): Viele weiße Flecken, S.9

[598] vgl.: Lützkendorf (2009) in Stiftung Bauwesen (Hrsg.) (2009): Brennpunkt CO2-Reduktion, S. 68

[599] vgl.: König, Kohler et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, S. 58

Dem gegenüber steht die Sicht des **Anlegers**, der an einer hohen Kapitalrentabilität und deren Aufrechterhaltung durch ein positives Rendite-/ Risikoverhältnis interessiert ist.[600] Dabei wird *„zunehmend erkannt, dass die Langzeitperspektive von Entscheidungen in der Immobilienwirtschaft über eine zeitpunktbezogene Wertaussage hinaus Aussagen zur Wertstabilität und Wertentwicklung von Immobilien bzw. zum finanziellen Risiko erfordert.“* [601] Aspekte einer **positiven Wertentwicklung** sind auch für Fremdkapitalgeber von Interesse. Die von einer **Bank** zu bewertende Fähigkeit des Schuldners, seinen Zahlungsverpflichtungen über den gesamten Vertragszeitraum vollständig und rechtzeitig nachzukommen, ist eng gekoppelt an die wirtschaftliche Fähigkeit des Immobilienprojektes.[602] Darüber hinaus gewann der Umgang mit Risiken durch Regelungen wie Basel II, Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich (KonTrag) sowie der Beleihungswertermittlungsverordnung (BelWertV) an Bedeutung.[603] Das Risiko des Kapitaleinsatzes wird auf Basis der **wertbeeinflussenden Eigenschaften** einer Immobilie mit **Rating- oder Scoring-Methoden** bewertet.

Um Werteinflüsse von Nachhaltigkeitsmerkmalen konkret auf den Immobilienwert zu übertragen, wurden verschiedene Ansätze zur Berücksichtigung bei der **Wertermittlung** nach ImmowertV[604] entwickelt. Von hoher Aussagekraft sind derartige Verfahren, wenn sie auf **Regressionsanalysen von Miet- und Marktpreisen** basieren. In Bezug auf Nachhaltigkeitsaspekte reicht die Datenlage jedoch derzeit nicht aus, um belastbare Aussagen zum Werteinfluss einzelner Merkmale abzuleiten.[605] Zudem könnte eine retrospektive Analyse der Einflüsse nachhaltiger und damit moderner Aspekte nur beschränkt aussagefähig sein. Daher wurden Leitfäden zur Integration von nachhaltigen Gebäudeeigenschaften in die Wertermittlung entwickelt.[606] Diese Leitfäden bestehen im Wesentlichen aus methodischen Hinweisen, die zwischen additiven und integrativen Verfahren unterscheiden und einen Katalog mit zu berücksichtigenden Nachhaltigkeitsmerkmalen zur Verfügung stellen (vgl. Anhang 3). Insgesamt bleibt dabei die Autonomie des Wertgutachters durch den Empfehlungscharakter der Leitfäden unberührt.

ÖKONOMISCHE SCHUTZGÜTER	ÖKONOMISCHE SCHUTZZIELE
Kapital und Werte	▪ Minimierung der Lebenszykluskosten ▪ Verbesserung der Wirtschaftlichkeit ▪ Erhalt von Kapital/Wert

Tab. 3-6: Ökonomischer Schutzgüter/-ziele des Nachhaltigen Bauens [607]

[600] vgl.: Metzner, Erndt (2005): Moderne Instrumente des Immobiliencontrollings, S. 102
[601] Zitat: vgl.: Meins, Lützkendorf et al. (2011): NUWEL - Nachhaltigkeit und Wertermittlung von Immobilien, S. 6
[602] vgl.: Everling, Sarcher (2003): Rating-Lexikon, S. 181
[603] vgl.: Schäfer, Lützkendorf et al. (2010): ImmoWert, S. 90
[604] Immobilienwertermittlungsverordnung (ImmowertV) vom 19. Mai 2010
[605] vgl.: Meins, Lützkendorf et al. (2011): NUWEL - Nachhaltigkeit und Wertermittlung von Immobilien, S.30, 34
[606] vgl.: RICS (2012): Sustainability and commercial property valuation; Meins, Lützkendorf et al. (2011): NUWEL - Nachhaltigkeit und Wertermittlung von Immobilien
[607] vgl.: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 24

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass der zu betrachtende ökonomische Nutzen nachhaltiger Büroimmobilien über die herkömmlichen Betrachtungen ökonomischer Vorteilhaftigkeit hinausgeht. Darüber hinaus stimmen die Schutzziele des Nachhaltigen Bauens (vgl. Tab. 3-6) in Bezug auf **optimierte Lebenszykluskosten** weitgehend mit den Interessen eines selbstnutzenden Eigentümers und in Bezug auf eine **positive Wert- und Kapitalentwicklung** mit den Interessen eines Fremdkapitalgebers überein. Hieraus leitet sich ab, dass der ökonomischen Nutzen eines nachhaltigen Gebäudes auf die ganzheitliche **ökonomische Leistungsfähigkeit** einer Immobilie und deren **langfristige Aufrechterhaltung** abzielt. Damit einher geht eine deutliche Abgrenzung zum *green value*.

Es gibt eine Reihe verschiedener Methoden zur Quantifizierung ökonomischer Auswirkungen nachhaltiger Immobilien. Gesucht sind jedoch zwei ökonomische Zielwertindikatoren, durch die die **werterhaltenden und lebenszykluskostenminimierenden Fähigkeiten** nachhaltiger Gebäudeeigenschaften adäquat abgebildet und quantifiziert werden können. Diese werden in den nachfolgenden Abschnitten konkretisiert.

3.3.1.2 LEBENSZYKLUSKOSTEN UND WIRTSCHAFTLICHKEIT

Mit einer Immobilieninvestition ist eine vergleichsweise hohe Kapitalbindung über einen langen Zeitraum verbunden. *„Neben den Erstinvestitionskosten fallen bei Immobilien auch erhebliche Nutzungskosten an, die über den Lebenszyklus ein Vielfaches der Baukosten betragen können."*[608] Um die Wechselwirkungen immobilienbezogener Erst- und Folgekosten zu optimieren, werden **Lebenszykluskosten (LZK)** über eine definierte Periode analysiert. Die zugehörige Methode wird als Lebenszykluskostenrechnung (auch ***Life Cycle Costing*** (**LCC**)) bzw. Lebenszykluskostenanalyse (Life Cycle Cost Analysis (LCCA)) bezeichnet.[609]
Die ISO 15686-5 steckt einen inhaltlichen Rahmen für LCC ab und gibt methodische Hinweise. Hiernach wird zwischen LZK im engeren und im weiteren Sinne unterschieden.[610] Zu den **LZK im engeren Sinne** gehören einmalig und zyklisch anfallende Kostenarten, die direkt auf das Gebäude bezogen werden können.[611] **LZK im weiteren Sinne** erweitern diesen Ansatz um nicht direkt gebäudebezogene Kosten, wie z.B. Finanzierungskosten, Kosten für Grund und Boden sowie externe Kosten aber auch Erträge und werden als **Whole Life Costs (WLC)** bezeichnet.[612] Erträge sind dabei stark abhängig von der Markt- und Standortsituation und gehören zur Perspektive des vermietenden Eigentümers oder Anlegers. Aus der hier zugrunde liegenden Perspektive des selbstnutzenden Eigentümers werden folglich LZK im engeren Sinne betrachtet.

[608] Zitat: Kochendörfer, Viering et al. (2004): Bau-Projekt-Management, S. 4
[609] vgl.: Wallbaum, Kellenberger et al. (2011): Nachhaltig Bauen, S. 60-61
[610] ISO 15686-5 (2008): Buildings and constructed assets - Part 5: Life Cycle Costing in construction
[611] vgl.: DIN EN 15643-4:2012 Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken. Ökonomische Qualität, Abschn. 4.3
[612] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 101

LZK stellen keine Kostenprognose dar, sondern bilden die langfristige **Kosteneffektivität**[613] ab und können bspw. zur Bildung einer Rangordnung von Planungsalternativen oder zum Vergleich mit einem Referenzobjekt herangezogen werden. Tatsächliche Kosten, wie z.B. Betriebskosten, sind von einer Vielzahl externer Einflussparameter abhängig, wie Nutzerverhalten, Witterung und Regulierung technischer Anlagen, und können daher nicht exakt vorausberechnet werden. Vielmehr bilden die LZK kostenwirksame Folgen von Planungsentscheidungen ab und eignen sich daher v.a. zur Analyse und Optimierung. Die zu betrachtenden Kosten sind Herstellungskosten, Betriebs- und Bewirtschaftungskosten sowie Kosten für Rückbau und Entsorgung. Für die Berechnung von Lebenszyklusanalysen ist neben der Ermittlung o.g. Kosten die Festlegung weiterer Parameter, wie z.B. Nutzungsdauer und Diskontierungszinssatz, erforderlich. Die LCC Methodenkonventionen, insbesondere gemäß DGNB/BNB, werden in Abschnitt 3.3.2.1 ausführlich beschrieben.
Die LCC dient als Instrument zur systematischen Optimierung des **Zusammenwirkens von Investitions- und Folgekosten**.[614] Das Ergebnis einer LCC wird im Regelfall als kumulierter und zeitbereinigter Wert bezogen auf eine funktionale Einheit angegeben, z.B. in €/(m^2_{NGF} a). Idealtypisch ist dieser verdichtete Einzelwert das Resultat eines mehrstufigen Optimierungsprozesses, bei dem die Entwicklung konstruktions- und prozessbedingter Kosten über sämtliche Lebenszyklusphasen hinweg analysiert wurde. Infolge dieser Optimierung sollte sich ein im Vergleich zu konventionell geplanten Bürogebäuden **niedriges LZK-Niveau** einstellen. Eine Beurteilung des LZK-Niveaus kann erst durch Vergleich mit einem Referenzgebäude oder anhand von Benchmarking-Werten erfolgen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die **lebenszykluskostenminimierenden Auswirkungen** eines nachhaltigen Gebäudes im LZK-Niveau niederschlagen, das auf Basis der LCC Methode nach ISO 15686-5 erhoben wird.

3.3.1.3 KAPITAL- UND WERTERHALT

Eine positive Kapital- und Wertentwicklung wird durch die **Stabilität der Zahlungsflüsse** (Einnahmen und Ausgaben) über den Lebenszyklus sichergestellt. Nachfolgend werden potenzielle Einflussfaktoren auf diese Stabilität betrachtet.
Potenzielle **Einnahmen** sind in erster Linie von Markt- und Standortfaktoren und damit verbundenen Risiken abhängig.[615] Im Laufe der Zeit kann sich durch eine Veränderung exogener Rahmenbedingungen die Nachfrage nach Immobilien mit bestimmten Eigenschaften zugunsten von Immobilien mit anderen Eigenschaften verschieben.[616] Eine solche Verschiebung hat unweigerlich wertbeeinflussende Folgen. Dem gegenüber steht der substanzielle

[613] vgl.: Pelzeter (2006): Lebenszykluskosten von Immobilien, S. 3
[614] vgl.: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 29
[615] vgl.: ebenda, S. 33 f.
[616] CCRS (Hrsg.) Meins, Lützkendorf et al. (2009): Economic Sustainability Indicator ESI®, S.9

Wert eines Gebäudes, der in der Verfügbarkeit und Aufrechterhaltung funktionaler und technischer Eigenschaften für einen bestimmten Zweck besteht. Dabei ist die **Stabilität der Ausgaben** von Bedeutung und adressiert ebenso die Aufrechterhaltung der immobilienbezogenen Wirtschaftlichkeit. Die kostenintensivste Phase im Gebäudelebenszyklus einer Büroimmobilie ist die Nutzungs-/ Betriebsphase.[617] Die gewöhnliche Nutzungsdauer von Büro- und Geschäftshäusern liegt bei 60 bis 80 Jahren.[618] Während dieser Zeit durchläuft die Bau- und Anlagensubstanz mehrere **Modernisierungszyklen**, die durch Instandsetzungsbedarf, einer Nutzungsänderung oder formaler Obsoleszenz (vgl. Abschnitt 3.2.1.3) ausgelöst werden. Mit jedem Zyklus sind die aktuell geltenden Anforderungen an Komfort- und Behaglichkeit sowie Funktionalität einzuhalten.

Damit der bauliche Aufwand bei derartigen Eingriffen möglichst gering bleibt, ist ein hohes Maß an **Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit** zu gewährleisten. Dabei sind insbesondere Aspekte der Gebäudegliederung, ein flexibles Raumkonzept, die horizontale und vertikale Erschließung sowie Kapazitäten in Bezug auf die Medienversorgung relevant.[619] Hierzu zählt auch die **Anpassungsfähigkeit der technischen Systeme**, die durch Aspekte wie Zugänglichkeit und Reserven technischer Anlagen sowie Einbindungsmöglichkeiten für regenerative Energien bewertet werden. Darüber hinaus bestimmt die bauphysikalische Qualität durch ihren Einfluss auf die Dauerhaftigkeit der Bausubstanz das Potenzial einer positiven Wertentwicklung.

Ausschlaggebend für weitere Veränderungen sind **Megatrends** wie Klimawandel, demographischer Wandel und die Verknappung von Ressourcen. Ein Risiko besteht darin, dass Gebäude zunehmend den Folgen globaler Klimaveränderungen ausgesetzt sind, wie bspw. durch Zunahme von Sturm- und Hochwasserereignissen sowie Hitzewellen.[620] Daher werden immer häufiger die **Widerstandsfähigkeit** gegen Naturgefahren sowie ein gewisses Maß an **Unabhängigkeit von fossilen Ressourcen** als wertbeeinflussende Merkmale diskutiert.[621] Zudem schafft die Veränderung der Bevölkerung zu einer alternden Gesellschaft neue Anforderungen an die bauliche Gestaltung von Gebäuden.[622] Darüber hinaus werden weitere Trends, wie Urbanisierung, Wertewandel (z.B. hinsichtlich *CSR*) und Arbeitsweltentwicklung, die Anforderungen an Büroimmobilien verändern.[623] Das Vermögen eines Gebäudes sich aufwandsarm an derartige Veränderungen anzupassen, wird als **Adaptionsfähigkeit** bezeichnet.

[617] vgl.: Preuss, Schöne (2010): Real Estate und Facility Management, S.8;
[618] vgl.: Metzner, Erndt (2005): Moderne Instrumente des Immobiliencontrollings, S. 79
[619] vgl.: Viering, Liebchen, Kochendörfer (2007): Managementleistungen im Lebenszyklus, S. 320
[620] vgl.: Schwarz, Harmeling et al.(2007): Auswirkungen des Klimawandel auf Deutschland, S. 7
[621] vgl.: PIK (2013): Verzögerte Klimapolitik könnte kurzfristige Vermeidungskosten; Luderer, Pietzcker et al. (2013): Economic mitigation challenges; Bräuninger et al. (2013): DERA Rohstoffinformationen, S. 37-41; Schulz, Rosenschon (2011): Zur Zukunft der Energiepreise, 2 f.
[622] Rohde (2012): Integration v. Nachhaltigkeitsaspekten in immobilienwirtsch. Risikomgmt., S. 19; Statistisches Bundesamt (Hg.) (2009): Bevölkerung Deutschlands bis 2060, S. 12 f.
[623] vgl.: Statistisches Bundesamt (2010): Immer mehr Menschen; Bauer, Rief et al. (2012): Arbeitswelten 4.0, S. 45; Schittich (Hrsg.) (2011): Arbeitswelten, S. 11-17; Zibell (2009): Gender Building, S. 4

Aus der Argumentation wird deutlich, dass die Stabilität der Zahlungsflüsse und damit die Kapital- und Wertentwicklung von einer Vielzahl unterschiedlicher Parameter beeinflusst wird. Zudem sind mittel- bis langfristige Entwicklungen einzubeziehen und damit einhergehende Unsicherheiten zu berücksichtigen. Eine systematische und antizipative Bewertung der **Adaptionsfähigkeit eines Gebäudes** hinsichtlich abschätzbarer Veränderungen erfolgt auf Basis eines Risikoprofils.[624] Gegenstand einer **Risikobewertung** sind physische Merkmale und Gebäudeeigenschaften, die auf Basis absehbarer Entwicklungen zu einer positiven, negativen oder stabilisierenden Wertentwicklung beitragen. Künftige Herausforderungen werden einerseits durch Standardszenarien berücksichtigt, wie z.B. Nutzungsänderung, und andererseits von anhaltenden Megatrends abgeleitet.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass sich **wert- und kapitalerhaltende Auswirkungen** eines nachhaltigen Gebäudes mit einer Risikobewertung bewerten lassen.

3.3.1.4 ABLEITUNG VON ZIELWERTINDIKATOREN

Aus den vorangegangenen Abschnitten geht hervor, dass sich der ökonomische Nutzen einer nachhaltigen Immobilie aus zwei unterschiedlichen Aspekten zusammensetzt. Der erste Aspekt betrifft ein niedriges **LZK-Niveau**, das unter bestimmten Voraussetzungen auf eine nachhaltige Planung hindeutet, in der die Wechselwirkungen zwischen Investitions- und Folgekosten optimiert wurden. Dabei werden die beiden ökonomischen Schutzziele *Minimierung der Lebenszykluskosten* sowie *Verbesserung der Wirtschaftlichkeit* adressiert. Gleichzeitig lassen sich die lebenszykluskostenminimierenden Auswirkungen eines Gebäudes in diesem Kennwert zusammenfassen. Dementsprechend lässt sich das **LZK-Niveau als ökonomischer Zielwertindikator** ableiten. Der ökonomische Nutzen besteht hierbei in der Sicherstellung einer adäquaten, lebenszyklusübergreifenden **Kosteneffektivität** des Gebäudes.
Das Potenzial eines Gebäudes, das in der Planungsphase ermittelte (niedrige) LZK-Niveau aufrechtzuerhalten, wird als ebenso bedeutend für die Wahrung langfristiger Perspektiven der Nachhaltigkeit angesehen. Folglich ist die Kosteneffektivität zum Zeitpunkt der Planung und unter Einbezug künftiger Entwicklungen zu betrachten. Die **Stabilität des LZK-Niveaus** ist eng verbunden mit dem Potenzial eines Gebäudes, eine positive Wertentwicklung aufzuweisen. Die Auswirkungen eines nachhaltigen Gebäudes auf diese beiden Aspekte werden in einer Risikobewertung quantifiziert, die das Schutzziel *Erhalt von Kapital/Wert* und damit den Erhalt der *Wirtschaftlichkeit* adressiert. Hiervon wird der Zielwertindikator **Wert- und Kostenstabilität** abgeleitet. Der ökonomische Nutzen besteht hierbei in der **Aufrechterhaltung der ökonomischen Leistungsfähigkeit** des Gebäudes und ist eng verknüpft mit dessen Adaptionsfähigkeit hinsichtlich mittel- bis langfristige Entwicklungen.

[624] vgl.: Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten Risikomgmt., S.181; Holthaus (2007): Ökonomisches Modell mit Risikobetrachtung, S. 81

Im nächsten Schritt wird erläutert, wie die beiden Zielwertindikatoren in Bezug auf die ökonomische Nachhaltigkeitssäule zu gewichten sind. Da die Gewichtung das Maß der zulässigen gegenseitigen Kompensation ausdrückt, lautet die zugrunde liegende Fragestellung: Um wieviel Prozentpunkte ist das LZK-Niveau mehr/weniger Wert als die Wert- und Kostenstabilität? Zur Beantwortung wird das Zielsystem herangezogen und Gewichtungsfaktoren für die ökonomischen Zielwertindikatoren abgeleitet (vgl. Tab. 3-7). Diese Verteilung stellt einen Vorschlag dar, der wie folgt begründet wird.

ZIELWERT-INDIKATOR	g_c	**ABEDECKUNG ÖKONOMISCHER-SCHUTZZIELE**	**GEWICHT**	**∑**	$\tilde{w}_c$
LZK-Niveau	g_2	- Minimierung der Lebenszykluskosten	1/2 · 1/3	1/3	$33,\overline{3}\,\%$
		- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit	1/2 · 1/3		
Wert- und Kostenstabilität	g_3	- Erhalt von Kapital/Wert	1/3	2/3	$66,\overline{6}\,\%$
		- Minimierung der Lebenszykluskosten	1/2 · 1/3		
		- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit	1/2·· 1/3		

Tab. 3-7: Ökonomische Zielwertindikatoren und deren Gewichtung

Es besteht die Annahme, dass kein ökonomisches Schutzziel einem anderen vorgezogen werden kann. Folglich sind die drei Schutzziele gleichberechtigt und gehen mit einer Gewichtung von je 1/3 in Bezug auf die ökonomische Nachhaltigkeitssäule ein. Des Weiteren wird der ökonomische Nutzen, der bei Erfüllung der beiden Schutzziele *Minimierung der Lebenszykluskosten* und *Verbesserung der Wirtschaftlichkeit* entsteht, durch den Zielwertindikator LZK-Niveau dimensioniert. Gleichzeitig wird die langfristige Aufrechterhaltung dieses Nutzens durch den Zielwertindikator Wert- und Kostenstabilität bewertet. Folglich decken beide Zielwertindikatoren die letztgenannten Schutzziele ab, wobei mit dem LZK-Niveau eine gegenwartsbezogene und mit der Wert- und Kostenstabilität eine zukunftsbezogene Perspektive eingenommen wird. Darüber hinaus zielt die Wert- und Kostenstabilität auch auf das Schutzziel *Erhalt von Kapital und Wert* ab.

3.3.2 METHODEN ZUR ÖKONOMISCHEN ZIELERTRAGSMESSUNG

Nachdem zwei ökonomische Zielwertindikatoren identifiziert wurden, sind in diesem Abschnitt die Methodenkonventionen zur Quantifizierung der Zielerträge zu konkretisieren. Aus vorangegangen Abschnitten geht hervor, dass hierbei die folgende Methoden relevant sind:

- **Lebenszykluskostenanalyse** (LCC im engeren Sinne) und
- **Risikobewertung** hinsichtlich der Kosten- und Wertentwicklung.

Für die Lebenszyklusanalyse sind verschiedene Methodenkonventionen und für die Risikobewertung verschiedene Instrumente zu analysieren und Kriterien mit ökonomischen Auswirkungen auszuwählen.

3.3.2.1 LEBENSZYKLUSKOSTENANALYSE

Das Lösungskonzept einer wirkungsbasierten Wertsynthese basiert auf der Verknüpfung von Kriterienauswirkungen mit dem Zielsystem. Aus den vorangegangenen Abschnitten geht hervor, dass diese Verbindung in Bezug auf das DGNB/BNB Kriterium *ECO 1.1/2.1.1 Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus* bereits besteht. Hierbei stellen LZK ökonomische Auswirkungen dar, deren Höhe von Art, Umfang und Qualität des Bauwerks respektive seinen technischen und funktionalen Eigenschaften abhängig sind. Ein Ziel der Erfassung von LZK besteht darin, diese Kosten über alle Lebenszyklusphasen hinweg zu minimieren und damit den wirtschaftlichen Erfolg des Gebäudes ganzheitlich zu optimieren.[625] Hierfür steht mit der LCC (Abschnitt 3.3.1.2) bereits eine geeignete Methode zur Verfügung.

In diesem Abschnitt werden Besonderheiten der **Methodenkonvention nach DGNB/BNB** des Kriteriums *ECO1.1/2.1.1 Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus* erläutert. Es handelt sich dabei um eine LCC im engeren Sinne, die folgende Kostenarten berücksichtigt:

- Herstellungskosten als Baukosten gemäß DIN 276-1[626] (KG 300, 400),
- Baunutzungskosten als Betriebskosten sowie Kosten für Reinigung, Pflege und Instandhaltung gemäß DIN 18960[627] (KG 300, 400) sowie
- Abrisskosten als Kosten für Rückbau und Entsorgung gemäß DIN 276-1.

Dabei werden sämtliche kostenrelevante Gebäudeeigenschaften bzw. deren Auswirkungen zur Ermittlung des LZK-Niveaus vollständig durch das o.g. DGNB/BNB Kriterium beschrieben. Die Anforderungen in anderen DGNB/BNB Kriterien, wie z.B. Energie- und Frischwasserbedarf oder wärme- und feuchteschutztechnische Qualität der Gebäudehülle, üben jedoch einen direkten Einfluss auf die Höhe der LZK aus. Daher liegt die Überlegung nahe, aus diesen Einflussstärken Zielerträge abzuleiten. Der tatsächliche Einfluss einer Gebäudeeigenschaft auf die LZK ist jedoch **in hohem Maße abhängig von objektspezifischen Ausprägungen** und könnte folglich nur als Spannbreite angegeben werden. Wie nachfolgende Ausführungen zeigen werden, sind hierbei auch der zugrunde gelegte Betrachtungszeitraum sowie der Diskontierungssatz ausschlaggebende Einflussparameter.

Bei der **Beurteilung von LZK** sind nicht die Einflussstärken einzelner Eigenschaften entscheidend, sondern das Zusammenwirken von Erst- und Folgekosten. LZK sind bereits die ökonomischen Auswirkungen, deren attributspezifische Anteile nicht standardisiert werden können. Vielmehr stellt das LZK-Niveau das zu beurteilende Qualitätsmerkmal dar und reflektiert den Erfüllungsgrad in Bezug auf die ökonomischen Schutzziele. Demzufolge steht nicht die Identifikation der attributspezifischen Zielerträge im Vordergrund, sondern der Nutzen, der mit dem LZK-Niveau an sich einhergeht. Eine Quantifizierung der Beiträge, die unterschiedliche Gebäudeeigenschaften hierzu leisten können, ist folglich nicht zielführend.

[625] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 99
[626] DIN 276-1 (2006): Kosten im Bauwesen - Teil 1: Hochbau
[627] DIN 18960 (2007): Nutzungskosten im Hochbau

Zur Berechnung von Lebenszyklusanalysen müssen im Vorfeld konkrete Annahmen hinsichtlich künftiger Entwicklungen getroffen werden. Gemäß DGNB/BNB Methodenkonventionen werden diese Parameter in einem **Lebenszyklusszenario** (vgl. Tab. 3-8) für ökonomische und ökologische Lebenszyklusanalysen vereinheitlicht. Obwohl die gewöhnliche Nutzungsdauer von Büro- und Geschäftshäusern 60 bis 80 Jahre beträgt,[628] wurde eine **kalkulatorische Nutzungsdauer** von 50 Jahren gewählt. Der Grund dafür ist, dass bei einer kalkulatorischen Nutzungsdauer von 80 Jahren die Versorgungsmedien mit einem Anteil von bis zu 80 % an den LZK sowie an den Umweltbelastungen zu stark in den Vordergrund treten.[629] Mit einer kalkulatorischen Nutzungsdauer von 50 Jahren verschiebt sich das Anteilsverhältnis von 80:20 auf 60:40, sodass den konstruktionsbedingten Verursachern stärker Rechnung getragen wird.[630] An dieser Stelle wird deutlich, welchen Einfluss die kalkulatorische Nutzungsdauer auf die Bedeutungsunterschiede der einzelnen Verursacher ausüben kann.

PARAMETER	WERT
kalkulatorische Nutzungsdauer	50 a
Preissteigerungsrate allg.	2 % p.a.
Preissteigerungsrate f. Energie	4 % p.a.
Preissteigerungsrate f. Wasser/ Abwasser (nur bei DGNB)	3 % p.a.
Diskontierungsrate	5,5 % p.a.
Instandhaltungsszenario	gleichwertiger Ersatz eines Bauteils o. einer techn. Anlage nach Ablauf der mittleren technischen Lebensdauer
Technische Bauteillebensdauern	Mittlere Nutzungsdauern gemäß BBSR[631]

Tab. 3-8: Eingangsparameter für Lebenszyklusanalysen gemäß DGNB/BNB

Ein optimiertes Qualitäts- und Kostenverhältnis müsste eine qualitativ hochwertige Bausubstanz bei entsprechender Planung in reduzierte Betriebs- und Instandhaltungskosten resultieren. Hier werden die Grenzen einer standardisierten LZK deutlich, bei der keine Differenzierung nach baulicher Qualität stattfindet. Entsprechend des o.g. Lebenszyklusszenarios gehen **Instandhaltungskosten** als zyklisch wiederkehrender Anteil der Errichtungskosten unter Berücksichtigung von Preissteigerungsraten in die Berechnung ein. Dies führt dazu, dass rein rechnerisch höhere Investitionskosten zu höheren Instandhaltungskosten führen.
Eine weitere methodische Herausforderung stellt der **Umgang mit Unsicherheiten** in Bezug auf künftige Entwicklungen dar. Bspw. ist die tatsächliche Nutzungsdauer eines Bauteils abhängig von der sach- und fachgerechten Konstruktion und Ausführung sowie verschiedenen

[628] vgl.: Metzner, Erndt (2005): Moderne Instrumente des Immobiliencontrollings, S. 79
[629] vgl.: König (2007): Orientierungswerte für die Bewertung von Hochbauten - erste Stufe: Bürogebäude, S. 92
[630] vgl.: ebenda
[631] BBSR (2011): Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen als Weiterentwicklung von Bahr, Lennerts (2009): Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen

Aspekten der Alterung.[632] Da sich Nutzungsdauern folglich nicht vorhersagen lassen, wurden Werte auf Basis einer Befragung von Experten mit umfangreicher Praxiserfahrung geschätzt und zur Verfügung gestellt.[633] Des Weiteren ist eine **Diskontierung** vorgesehen, bei der für alle künftig anfallenden Kosten sog. Barwerte, d.h. abgezinste Gegenwartswerte, ermittelt werden.[634] Dabei handelt es sich um einen von Zins- und Zinseszinswirkungen bereinigten, gegenwartsbezogenen Wert der Kosten, die in der Zukunft anfallen. Entscheidend dabei ist der zugrunde gelegte **Kalkulationszinssatz,** der mit 5,5 % verhältnismäßig hoch gewählt wurde. Dies führt dazu, dass langfristige und damit besonders unsichere Zahlungsströme an Bedeutung verlieren.[635] KÖNIG und KOHLER et al. stellen anhand eines Beispiels dar, wie stark der Effekt einer Diskontierung sein kann. Dabei berufen sie sich auf ein Geschäfts- und Wohnhaus mit einer Nutzungsdauer von 90 Jahren, bei dem nachfolgend die Investitions- und Folgekosten betrachtet werden (vgl.: Tab. 3-9).[636] Das vorgestellte Beispiel zeigt, wie stark der Einfluss einzelner Lebenszyklusphasen an der **Entwicklung der LZK** vom gewählten Diskontierungszinssatz abhängt.

Berechnungsart	Inflation	Diskontierungs-zinssatz	Anteil der Investitionskosten an LZK	Anteil der Nutzungskosten an LZK
statisch	0,0 %	0,0 %	36 %	64 %
dynamisch	1,5 %	0,0 %	17 %	83 %
dynamisch	1,5 %	3,5 % real	60 %	40 %

Tab. 3-9: Auswirkungen des Diskontierungszinssatzes auf Investitions- und Folgekosten [637]

KELLERMANN konstatiert, dass eine **nachhaltige Diskontierung** an die intergenerationellen Besonderheiten angepasst werden sollte, um nicht Gefahr zu laufen, die Bedürfnisse künftig lebender Menschen zu vernachlässigen.[638] Diese Forderung läuft auf eine differenzierte Diskontierung von Einzelaspekten hinaus, um spezifischen künftigen Ereignissen eine ihrer Tragweite angemessene Bedeutung beizumessen.

Die verschiedenen Unsicherheiten, die mit der Ermittlung von LZK einhergehen, machen deutlich, wie wichtig die **Interpretation der Ergebnisse** unter Bezugnahme der zugrunde gelegten Annahmen ist. Insgesamt sind die mit den Unsicherheiten einhergehenden bewertungstheoretischen Schwierigkeiten auf die Notwendigkeit der Standardisierung zurückzuführen.

[632] Vogdt, Kochendörfer et al. (2010): Lebenszyklusanalyse als Instrument, S. 321
[633] BBSR (2011): Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen. Dabei handelt es sich um eine Weiterentwicklung von Bahr, Lennerts (2009): Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen
[634] vgl.: Olfert, Reichel (2009): Investition, S. 186-190
[635] vgl.: König, Kohler et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, S. 72 f.
[636] vgl.: ebenda, S. 62
[637] Quelle der Tabellenwerte: König, Kohler et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, S. 62. Hierbei ist allerdings darauf hinzuweisen, dass statische Methoden zur Beurteilung einer ökonomischer Vorteilhaftigkeit grundsätzlich nicht geeignet sind. vgl.: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S. 30
[638] vgl.: Kellermann (2012): Nachhaltigkeitsorientierte Diskontierung, S. 156 f.

Die **Beurteilung des LZK-Niveaus** erfolgt durch einen Vergleich mit Referenz- bzw. Benchmark-Werten, wobei dem DGNB und dem BNB System unterschiedliche Anforderungen zugrunde liegen. Bei beiden Systemen basieren die Ziel-, Referenz und Grenzwerte für LZK auf bereits zertifizierten **Referenzprojekten**, sodass sich das DGNB Werte auf privatwirtschaftliche Bauprojekte und die BNB Werte auf öffentliche Verwaltungsgebäuden beziehen.[639] Dieses Prozedere kommt der **funktionalen Äquivalenz** als eine wesentliche Voraussetzung für Vergleichbarkeit ein Stück näher. Üblicherweise haben Benchmarks das Ziel, die Lücke zum *Klassenbesten* aufzuzeigen (vgl. ausführlich Abschnitt 2.4.2.3). Da LZK nicht als Kostenprognose interpretiert werden dürfen, sondern wie in der Literatur mehrfach betont, die **Kosteneffektivität finanzieller Ressourcen** über seine ökonomische Lebensdauer ausdrücken,[640] handelt es sich um eine qualitative Bewertung auf Basis quantitativer Werte. Da insbesondere das Investitionskostenniveau vom Qualitätsstandard abhängig ist, wird zwischen den folgenden drei Kategorien unterschieden:

- Bauwerke mittleren Standards,
- Bauwerke mit erhöhten Anforderungen aufgrund von
    - Repräsentativität (nur DGNB),
    - nachweislich schwierigen Baugrundbedingungen (nur BNB),
    - derzeit noch unwirtschaftlichen Energie-/Umweltschutzmaßnahmen (nur BNB),
- Hochhäuser ab 60 m (nur DGNB) bzw. Gebäude mit erhöhten Anforderungen an Standsicherheit, Brand-/Schallschutz oder Terrorprävention (nur BNB).[641]

Folglich werden je nach Kategoriezugehörigkeit unterschiedliche Benchmark-Werte zur Beurteilung angesetzt. Generell gilt zu berücksichtigen, dass beim Vergleich mit Benchmarks das LZK-Niveau die Beurteilung aus einer gegenwartsbezogenen Sicht erfolgt. Unberücksichtigt bleibt die Stabilität des Niveaus infolge künftiger Entwicklungen exogener Parameter.

3.3.2.2 CHARAKTERISIERUNG VON RISIKEN

Bevor einzelne Instrument der nachhaltigkeitsorientierten Risikobewertung untersucht werden, erfolgt in diesem Abschnitt eine kurze Erläuterung des zugrunde liegenden Risikoverständnisses. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Charakterisierung von Risiken hinsichtlich Aussagekraft und Bewertbarkeit.

Der Hauptunterschied zwischen einer unsicheren Entwicklung und einem Risiko besteht in der **Kalkulierbarkeit des Risikos**. Der Begriff **Risiko**[642] wird hier verstanden als Kombinati-

[639] König (2007): Orientierungswerte für die Bewertung von Hochbauten - erste Stufe: Bürogebäude

[640] vgl. u.a.: Norris (2001): Integrating Life Cycle Cost Analysis, S. 60, Pelzeter (2006): Lebenszykluskosten von Immobilien, S. 3; CCRS Meins, Lützkendorf et al., CCRS (Hrsg.), (2009): Economic Sustainability Indicator ESI® Überarbeitung, S. 6

[641] vgl.: BMVBS (2014): Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus, S. 10

[642] **Risiko** stammt aus dem italienischen risico bzw. rischio (Gefahr, Wagnis) und bezeichnete ursprünglich das Umschiffen einer Klippe. Rammstedt (1992): Historisches Wörterbuch der Philosophie, S. 1045. Als kaufmännischer Terminus wurde Risiko erstmals um 1500 n.Chr. verwendet, um damit die finanzielle Gefahr zu beschreiben, Schiffsladungen oder ganze Schiffe durch Stürme oder Piraterie zu verlieren. vgl.: Gassert (2003):

on aus der Wahrscheinlichkeit, mit der sich Rahmenbedingungen künftig ändern, und daraus hervorgehenden finanzwirksamen Folgen, die sich als künftige Zielabweichungen charakterisieren lassen.[643] Dabei besteht die Annahme, dass Risiken im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsmerkmalen grundsätzlich bipolarer Natur sind, sodass den Risiken möglicher Negativabweichungen potenzielle Chancen durch positive Ergebnisabweichung gegenüber stehen.[644]

Nachfolgend werden einige Empfehlungen gegeben, um Risiken im Rahmen ihrer Identifikation zu charakterisieren. Damit soll gewährleistet werden, dass sich möglichst aussagekräftige ökonomische Konsequenzen in Form von Kosten oder Ertragseinbußen/-steigerungen ableiten lassen. Dabei gilt generell zu berücksichtigen, dass ausschließlich **standardisierbare Risiken** für spezifische Nachhaltigkeitsmerkmale berücksichtigt werden können. Dies kann durch eine Prüfung der folgenden Aspekte sachlichen begründet werden:

- Eindeutigkeit der Trendrichtung eines Risikoszenarios,
- Systematisierbarkeit der Ursache,
- Möglichkeiten einer präventiven Einflussnahme sowie
- monetären Quantifizierbarkeit des Risikos.

Systematische Risiken unterscheiden sich von unsystematischen durch die Möglichkeit bzw. Unmöglichkeit der Voraussage ihrer Entstehung.[645] **Systematische Risiken** beschreiben mögliche Einflüsse infolge makroökonomischer Marktentwicklungen, wie bspw. als Folgen von Klimawandel, demografischem Wandel oder Ressourcenverknappung.[646] **Unsystematische Risiken** folgen hingegen mikroökonomischen, d.h. gebäudespezifischen Determinanten und sind abhängig vom Handeln einzelner Akteure oder von bestimmten Standortfaktoren.[647] Das *Image des Standortes* birgt bspw. eine Reihe unsystematischer Risiken durch Veränderungen der wirtschaftlichen, soziodemographischen, politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen am Mikrostandort. Somit lassen sich unsystematische Risiken nur individuell quantifizieren.

Eine weitere Differenzierung erfolgt durch die Unterscheidung von unmittelbaren und mittelbaren Risiken.[648] **Mittelbare Risiken** entstehen durch volkswirtschaftliche sowie politische Zusammenhänge, die z.T. durch vorausschauendes Management vorhergesehen werden können. Es bleibt jedoch ein Restrisiko, das unvorhersehbar bleibt und damit den unsystematischen Risiken ähnelt. **Unmittelbare Risiken** beziehen sich hingegen auf das jeweilige

Risikokommunikation von Unternehmen, S. 67. Bei diesen frühen Risikobetrachtungen stand nicht die Ausschaltung der Gefahren im Vordergrund, sondern die Absicherung im Schadenseintritt. Seither werden Risiken räumlich und zeitlich eingegrenzt, um Gewinne und Verluste berechenbar zu gestalten. vgl.: Bechmann (Hrsg.) (1993): Risiko und Gesellschaft, S. 241

643 vgl.: ISO/IEC Guide 73:2009 Risk management; CCRS (Hrsg.) Meins, Lützkendorf et al. (2009): Economic Sustainability Indicator ESI®, S. 6

644 vgl.: Viering, Liebchen, Kochendörfer (2007): Managementleistungen im Lebenszyklus, S. 313

645 vgl.: Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten Risikomgmt., S.156

646 vgl.: Holthaus (2007): Ökonomisches Modell mit Risikobetrachtung, S. 73

647 vgl.: Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten Risikomgmt., S.80

648 vgl.: Viering, Liebchen, Kochendörfer (2007): Managementleistungen im Lebenszyklus, S. 315

Objekt und umfassen standort-, gebäude- und ertragsspezifische Risiken, die mit unterschiedlichen Methoden (z.B. Markt- und Standortanalyse, DCF-Verfahren) gezielt analysiert, bewertet und gesteuert werden können.[649]

Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist folgendes **Szenario** denkbar: Sich verschärfende gesetzliche Anforderungen für Bestandsgebäude sowie zusätzliche CO_2-Abgaben provozieren Maßnahmen, um den Endenergieverbrauch zu senken, die Energieeffizienz der technischen Anlagen zu steigern und der Anteil aus erneuerbaren Energien zu erhöhen. Für den Fall einer vergleichsweise hohen Treibhausgasemission ist damit das Risiko zusätzlicher Kosten oder Ertragseinbußen verbunden. Da das Ausmaß der gesetzlichen Verschärfungen nicht absehbar ist, kann das Risiko derzeit nicht quantifiziert werden. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass lediglich systematische Risiken mit möglichst exakt quantifizierbaren Auswirkung berücksichtigt werden sollten.

3.3.2.3 METHODEN DER RISIKOBEWERTUNG

Das Ziel dieses Abschnitts besteht darin, eine geeignete Methode der Risikobewertung zu finden, mit der ökonomische Auswirkungen im Hinblick auf Wert- und Kostenstabilität quantifiziert und in Form von kriterienspezifischen Zielerträgen ausgedrückt werden können. Dabei sind insbesondere solche Auswirkungen zu betrachten, die über herkömmliche Betrachtungen der ökonomischen Vorteilhaftigkeit hinausgehen.

Aufgabe einer Risikobewertung ist es, die identifizierten Risiken zu quantifizieren und entsprechend ihrer individuellen Einflussstärke **qualitativ zu gewichten**.[650] Die Aussagefähigkeit der Ergebnisse ist abhängig davon, wie exakt sich Risiken quantifizieren lassen. Folglich ist eine Methode gesucht, mit der kriterienspezifische Risikomaße präzise und aussagekräftig quantifiziert werden können.

Da je nach Motivation der Akteure und Lebenszyklusphase einer Immobilie unterschiedliche Zielsetzungen verfolgt werden, wird grundsätzlich zwischen qualitativen und quantitativen Risikobewertungsverfahren unterschieden.[651] Mit **quantitativen Methoden** werden finanzwirtschaftliche oder statistische Risikomaße berechnet, die in zahlungswirksame Folgen münden und als Risikokosten in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen einfließen.[652] Auf diese Weise lassen sich Entscheidungsgrundlagen erstellen, mit der sich bspw. die wirtschaftlichen Vor- und Nachteile einer Gebäudezertifizierung und den damit verbundenen Maßnahmen abwägen lassen. Darüber hinaus werden die Ergebnisse aus quantitativen Verfahren verwendet, um den Risikoeinfluss auf ökonomische Erfolgsgrößen abzubilden. Dies erfolgt durch Integration in die Wertermittlungsverfahren nach ImmowertV.[653]

[649] vgl.: ebenda, S. 315-320
[650] vgl.: Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten Risikomgmt., S.83
[651] vgl.: Gondring (2007): Risiko Immobilie, S. 5 ff.; Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten, S.83
[652] vgl.: Holthaus (2007): Ökonomisches Modell mit Risikobetrachtung, S. 81
[653] Immobilienwertermittlungsverordnung (ImmowertV) vom 19. Mai 2010

Da sich die für die Bewertung erforderlichen Sachverhallte nicht immer exakt quantifizieren lassen, wird nicht selten **qualitativen Risikobewertungen**, wie z.B. Rating- oder Scoringverfahren, der Vorzug gewährt.[654] Diese eignen sich insbesondere durch einen besonders hohen Grad an Praktikabilität zur kontinuierlichen Risikosteuerung. Ziel dabei ist es, die Signifikanz der identifizierten Risiken in Bezug auf die zugrunde gelegte Risikostrategie zu bewerten und in einem zusammenfassenden Urteil zu beschreiben.[655]
Die Vor- und Nachteile beider Herangehensweisen werden nachfolgend anhand von konkreten Instrumenten erörtert. Tab. 3-10 beinhaltet eine Kurzbeschreibung der ausgewählten Instrumente. Dabei ist insbesondere von Interesse, welche Gebäudeeigenschaften bzw. Kriterien ausgewählt und wie deren **risikospezifischen Gewichtungen** ermittelt wurden.

QUELLE	ZIELSETZUNG/ PERSPEKTIVE	EINORD-NUNG	BETRACHTETE OBJEKTEIGEN-SCHAFTEN	GEBÄUDE-KATEGORIE
Rohde (2012): Integration v. Nachhaltigkeits-aspekten in immobilienwirt-sch. Risikomgmt	Weiterentwicklung von Instrumenten der Risiko-bewertung durch Integrati-on von Nachhaltigkeitsas-pekten	Qualitativ: Scoring-Verfahren	Funktionale Merk-male, Gebäudezu-stand, wärmeschutz-technische Qualität, Alters- u. Familien-gerechtigkeit	Wohnen, Einzelimmo-bilien und Portfolios
VÖB (Hrsg.) (2006): VÖB-Immobilienana-lyse	Beurteilung des Chancen-/Risikoprofils finanzwirt-schaftlicher Perspektive und Zusammenfassung in einer Endnote, die zum Rating herangezogen wird	Qualitativ: Rating-Verfahren	Markt, Standort, Objekt, Qualität des Objekt-Cashflows	Büro, Han-del, Lager-/ Logistik, Wohnen sowie ganze Portfolios
CCRS (Hrsg.), Meins et al. (2012): Eco-nomic Sustaina-bility Indicator ESI® Überarbei-tung	Quantifizierung des Risikos in Abhängigkeit der Aus-prägung wertbestimmender Nachhaltigkeitsmerkmale und Integration in die er-tragsorientierte Immobilien-bewertung	Quantitativ: Integration in DCF; Qualitativ: Rating-Verfahren	Flexibilität und Po-lyvalenz, Energie- und Wasserabhän-gigkeit, Erreichbar-keit und Mobilität Sicherheit, Ge-sundheit u. Komfort	Wohngebäu-de in der Schweiz

Tab. 3-10: Eckdaten ausgewählter Instrumente der Risikobewertung

Hier ist zunächst die Arbeit von ROHDE zu nennen, die im Wesentlichen auf den Erkenntnissen des Forschungsprojektes ImmoWert aufbaut.[656] Das Ziel bestand darin, Nachhaltigkeitsaspekte in bestehende **Instrumente des immobilienwirtschaftlichen Risikomanagements** für Wohngebäude zu integrieren und Konsequenzen für die Wertermittlung abzulei-

[654] Zitat: Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten Risikomgmt., S.84
[655] vgl.: Urschel (2010): Risikomanagement in der Immobilienwirtschaft, S. 275
[656] Schäfer, Lützkendorf et al. (2010): ImmoWert: Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in die Wertermittlung und Risikobeurteilung von Einzelimmobilien und Gebäudebeständen

ten.[657] Der Risikobetrachtung geht eine detaillierte Trendanalyse in Bezug auf Megatrends, wie demografischer Wandel und Klimawandel, voraus. Darauf aufbauend erstellte ROHDE einen umfangreichen Katalog mit risikorelevanten und nachhaltigkeitsbezogenen Gebäudeeigenschaften und integrierte einen Teil davon in das **Risiko-Scoringverfahren** der LBBW Immobilien Management GmbH (*Innosys*).[658] Beim Scoring werden verschiedene Eigenschaftsausprägungen qualitativ bewertet, d.h. untereinander gewichtet, und durch entsprechende Normierungs- und Aggregationsregeln zusammengefasst.[659] Die Festlegung der Gewichtungen basiert bei ROHDE auf den persönlichen Einschätzungen des Autors. Der damit einhergehende subjektive Charakter verhilft den Ergebnissen zu einer Empfehlung im gutachterlichen Sinne und ist somit nicht verallgemeinerbar. Die Vorgehensweise zeigt jedoch sehr wirkungsvoll, wie die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in ein bestehendes Scoring-Verfahren mit vertretbarem Aufwand umgesetzt werden kann.[660]

Das Bewertungssystem des Bundesverbands Öffentlicher Banken (VÖB) entstand im Rahmen der Neuregelung der Eigenkapitalvorschriften für Kreditinstitute (Basel II). Daher bestand die übergeordnete Zielsetzung darin, ein standardisiertes Verfahren zu entwickeln, deren Kriterien so genau und unmissverständlich formuliert sind, dass zwei unterschiedliche Immobiliengutachter prinzipiell zum gleichen Ergebnis kommen.[661] Die **VÖB Immobilienanalyse** basiert auf einem Ratingsystem, das vom europäischen Dachverband der nationalen Immobilienbewertungsorganisationen (TEGoVA) veröffentlicht wurde.[662] Allerdings sind die darin enthaltenen Gewichtungen als Richtwerte zu verstehen, die fallspezifisch durch einen Wertgutachter anzupassen sind.[663] Um die damit einhergehenden "*Unwägbarkeiten*" zu kompensieren, wurde mit dem VÖB Verfahren ein präskriptiver Messstandard mit gewichteten Kriterien vorgelegt.[664] Das Ergebnis des Ratings ist eine Endnote zwischen 1 und 10 (vgl. Abb. 3-11), wobei die Bandbreite von 1 für *„Vermietung jederzeit und ohne Einschränkung durch herausragende Wettbewerbssituation gegeben*“ bis zu 10 für „*faktisch unvermietbar durch chancenlose Wettbewerbssituation*“ reicht.[665]

Rating	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ausprägung	exzellent	sehr gut	gut	leicht überdurchschnittlich	durchschnittlich	leicht unterdurchschnittlich	mäßig	schlecht	sehr schlecht	katastrophal

Abb. 3-11: Ratingskala der VÖB Immobilienanalyse [666]

[657] vgl.: Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten Risikomgmt., S.203-205, 215 f.
[658] vgl.: ebenda, S.193 ff., 203-205, 215 f.
[659] vgl.: Schäfer, Lützkendorf et al. (2010): ImmoWert, S. 85
[660] vgl.: Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten Risikomgmt., S.208
[661] vgl.: VÖB (Hrsg.) (2006): VÖB-Immobilienanalyse, S. 16
[662] TEGoVA: The European Group of Valuers Associations, Zusammenschluss europäischer Immobilienbewertungsverbände
[663] vgl.: Reichardt, Rottke (2010): Ökonomie vs. Ökologie, S. 148
[664] vgl.: VÖB (Hrsg.) (2006): VÖB-Immobilienanalyse, S. 16
[665] vgl.: ebenda, S. 54
[666] Quelle Abb.: VÖB (Hrsg.) (2006): VÖB-Immobilienanalyse, S.84

Um **risikorelevante DGNB/BNB Kriterien** zu identifizieren, wurden die nach VÖB zu bewertenden Gebäudeeigenschaften mit dem DGNB/BNB Bewertungssystem verglichen.[667] Die Ergebnisse zeigen eine Übereinstimmung in 13 DGNB/BNB Kriterien. Auffällig ist, dass DGNB/BNB Kriterien deutlich detailliertere Inhalte aufwiesen. Zudem wird deutlich, dass eine im Rahmen einer DGNB/BNB Bewertung erstellte Gebäudedokumentation eine gute Ausgangsbasis für die Beurteilung der Immobilienrisiken darstellt. Darüber hinaus weist das VÖB System mit einem Gesamtgewicht von ca. 68 % für Markt- und Standortkriterien einen finanzwirtschaftlichen Schwerpunkt auf, der bei einer Nachhaltigkeitsbewertung zu hinterfragen wäre. Derzeit findet eine Überarbeitung des VÖB Systems statt, um bislang unberücksichtigte Nachhaltigkeitsaspekte zu ergänzen.[668]
Viele Banken verfügen über ein eigenes Risiko-Scoring für Immobilien, die stark an der VÖB Immobilienanalyse angelehnt sind und diese i.d.R. um ein paar zusätzliche Kriterien ergänzen oder die Gewichtungen geringfügig anpassen.[669] Die **Gewichtungsfaktoren** dieser Systems sind das Ergebnis eines Diskussionsprozesses durch ein Expertengremium. Folglich weist das VÖB Instrument die gleichen bewertungstheoretischen Problemstellungen wie die dieser Arbeit zugrundeliegende Ausgangssituation auf.

Der **Economic Sustainability Indicator** ® (**ESI**) des CCRS basiert auf einem Instrument zur nachhaltigkeitsorientierten Risikobewertung, das unter wissenschaftlicher Begleitung entstand.[670] Es handelt sich um die quantitative Bewertungsmethode der **szenariobasierten Risikoanalyse**, bei der verschiedene als wahrscheinlich erachtete Eingangsparameter festgelegt und daraus resultierende monetäre Konsequenzen für die Immobilie berechnet werden.[671] In die Bewertung gehen wertbestimmende Nachhaltigkeitsaspekte in Form gewichteter Kriterien ein. Die Bewertung resultiert in ein aggregiertes Risikomaß in Form des ESI ®, der das Risiko einer Wertabweichung zwischen 0-100 % dimensioniert. Der Indikator kann für sich stehend für eine qualitative Bewertung als Rating oder zum Vergleich herangezogen werden. Darüber hinaus ist eine quantitative Bewertung durch Integration in die Berechnung des **Discounted Cash Flow** (**DCF**) angedacht (vgl. Abb. 3-12).
Der DCF ist ein ertragsorientierter Erfolgsindikator für Investitionsprojekte und setzt sich aus den diskontierten Zahlungszuflüssen und -abflüssen innerhalb einer Periode zusammen.[672] Hierbei fließt der ermittelte ESI als Objektrisiko ein, mit dem der Diskontierungszinssatz ermittelt wird.[673]

[667] vgl.: VÖB (Hrsg.) (2006): VÖB-Immobilienanalyse, S.37-44; Alle Ergebnisse sind in Anhang 4 aufgeführt.
[668] Bekanntgabe durch Thomas-A. Ziesenitz auf dem 21. Runden Tisch Nachhaltiges Bauen am 19. 11. 2013
[669] Hier ist bspw. das „Objekt- und Marktrating“ vom Verband deutscher Pfandbriefbanken e.V. zu nennen. vgl.: vdp (Hrsg.) (2005): Objekt- und Marktrating
[670] vgl.: CCRS (Hrsg.), Meins et al. (2012): ESI ® Überarbeitung, S.30-51; Meins, Wallbaum et al. (2009): Sustainability and Property Valuation, S. 21-26
[671] vgl.: Urschel (2010): Risikomanagement in der Immobilienwirtschaft, S. 245
[672] vgl.: Metzner, Erndt (2005): Moderne Instrumente des Immobiliencontrollings, S. 46
[673] vgl.: CCRS (Hrsg.) Meins, Lützkendorf et al. (2009): Economic Sustainability Indicator ESI®, S. 13

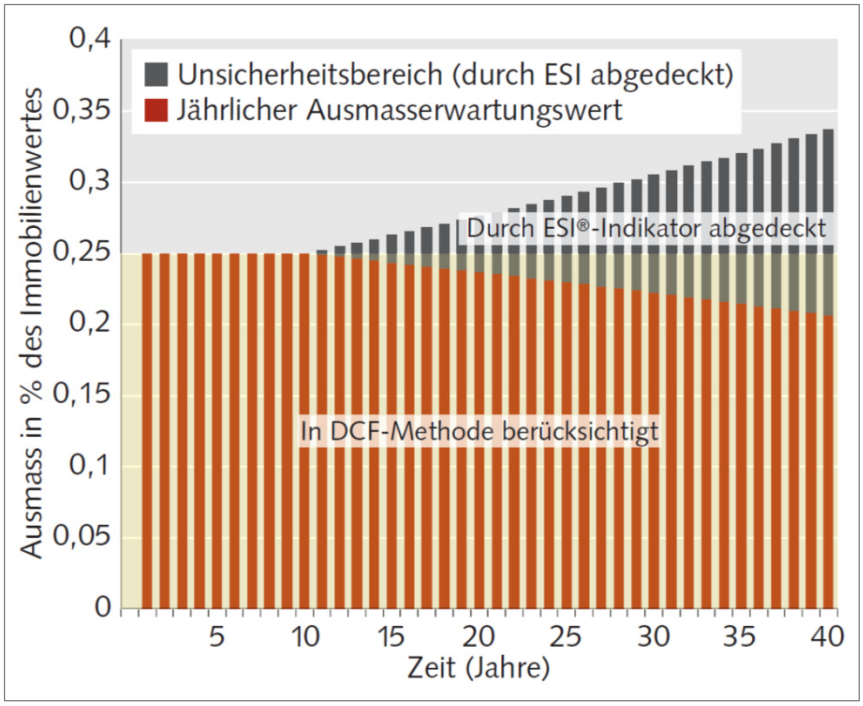


Abb. 3-12: Integration der des ESI®-Indikators in die DCF Methode [674]

Sämtliche Inhalte und Gewichtungsfaktoren des ESI Bewertungssystems basieren auf einer **standardisierten Risikobewertung**, die fundiert hergeleitet und vollständig dokumentiert wurde. Dabei wurden von ausschließlich solchen Risiken berücksichtigt, die durch den Cashflow nicht ohnehin schon abgebildet werden.[675] Die Risikobewertung setzt sich aus folgenden Schritten zusammen.[676]

1. **Trendanalyse:** Identifikation potenzieller Entwicklungen von wertbeeinflussenden Rahmenbedingungen aus Wirtschaft, Gesellschaft, Umwelt und Politik. Aussagen zu einer Trendentwicklung basieren auf Simulationen komplexer Sachverhalte, Expertenwissen, Trendfortschreibungen oder ex post Analysen.
2. **Szenarioanalyse**: Ermittlung der Bandbreite künftiger Entwicklungen durch:
   - **Minimalszenario**, das keine oder nur geringfügige Änderungen beinhaltet,
   - **Mittleres Szenario**, das eine mittlere Entwicklung eines Trends abbildet.
   - **Maximalszenario**, das maximale Änderungen charakterisiert.[677]
3. Abschätzung der Wahrscheinlichkeit mit der diese Szenarien innerhalb des Betrachtungszeitraums (Gebäudenutzungsdauer) eintreten.
4. **Risikoidentifikation**: Bestimmung nachhaltiger **Objekt- und Lagemerkmale**, für die bei Eintritt eines Szenarios ökonomische Konsequenzen, z.B. Kosten oder Ertragseinbußen/-steigerungen, entstehen.

[674] Quelle der Abb.: CCRS (Hrsg.) Meins, Lützkendorf et al. (2009): Economic Sustainability Indicator ESI®, S. 13
[675] vgl.: ebenda
[676] Das gesamte Vorgehen beruht auf CCRS (Hrsg.) Meins, Lützkendorf et al. (2009): Economic Sustainability Indicator ESI®, S. 7 ff. sowie CCRS (Hrsg.), Meins et al. (2012): ESI® Überarbeitung, S. 30 ff.
[677] vgl.: Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten Risikomgmt., S. 75 aus Schmitz, Werheim (2006): Risikomanagement, S. 74; Lehners (2010): Erfolgreiches Portfolio- und Asset Management, S. 240 f.; Viering, Liebchen, Kochendörfer (2007): Managementleistungen im Lebenszyklus, S. 27

5. **Folgenabschätzung**: Schätzung der Schadensausmaße bei Eintritt eines Szenarios in Form von Kosten oder Ertragsänderungen durch Kostenspezialisten und Wertgutachter für alle identifizierten Merkmale für
   - den Fall einer vollständigen Ausprägung des Nachhaltigkeitsmerkmals,
   - den Fall einer nicht existenten oder schlechten Ausprägung.
6. **Validierung**: Alle Angaben werden verschiedenen Praxistests, Plausibilitätsprüfungen und einer erneuten Überprüfung durch Experten unterzogen.
7. **Gewichtung**: Schließlich wird das mittlere Gewicht jedes Nachhaltigkeitsmerkmals mit Hilfe einer Monte Carlo Simulation in Abhängigkeit der mittleren Erwartungswerte zugehöriger Risiken verifiziert.

Die **Quantifizierung der Risiken** erfolgt über **Risikoerwartungswerte**, die sich in der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung einer breiten Akzeptanz erfreuen.[678] Über den Erwartungswert wird das wertverändernde Potenzial eines Nachhaltigkeitsmerkmals bzw. Attributs ausgedrückt. Der Risikoerwartungswert ist das Produkt aus dem Schadensausmaß und der Eintrittswahrscheinlichkeit des ihm zugrundeliegenden Szenarios.[679] Es gilt:

$$r_{z_e}^{-} = p_\varepsilon \cdot x_\varepsilon \tag{3.14}$$

$r_{z_e}^{-}$ Risikoerwartungswert für ein Attribut z_e

x_ε Schadensausmaß bei Schadenseintritt eines Ereignisses ε

p_ε Eintrittswahrscheinlichkeit des Ereignisses ε [0; 100%]

Dem Risikoerwartungswert $r_{z_e}^{-}$ steht der Nutzenerwartungswert einer Chance $r_{z_e}^{+}$ gegenüber, die zusammen die mögliche Streubreite der Auswirkungen ergeben. Das **Schadensausmaß** eines Risikos, auch Risikotragweite oder Risikopotenzial genannt, ergibt sich aus den finanziellen Konsequenzen bei Risikoeintritt und ist je nach Wahl der Bezugseinheit noch zu normieren. Diese Konsequenzen können in Form von **Kosten für nachträgliche Erfüllung** einer Anforderung angegeben werden. Hierbei ist kritisch anzumerken, dass tatsächliche Kosten abweichen können, wenn bspw. Maßnahmen gebündelt und in Zusammenhang mit Modernisierung durchgeführt werden. Darüber hinaus lassen sich Kosten, wie z.B. zur Nachrüstung einer wärme- und feuchteschutztechnischen Qualität, nicht verallgemeinern, da der technische und konstruktive Ausgangszustand nicht pauschalisiert werden kann. Zudem existieren neben den Maßnahmenkosten auch Folgekosten, wie z.B. Mietausfall.

Eine weitere Metrik zur Quantifizierung des Schadensausmaßes ist der Einfluss auf **Zahlungsbereitschaften** bei Miet- oder Kaufentscheidungen, die durch zielgruppenorientierte Befragung zu erheben sind. Das Nutzenkalkül ist dabei untrennbar mit den Risiko- und Wert-

[678] vgl. u.a.: Maier (1999): Risikomanagement im Immobilienwesen; Holthaus (2007): Ökonomisches Modell mit Risikobetrachtung, S. 81; Gondring (2007): Risiko Immobilie; Urschel (2010): Risikomanagement in der Immobilienwirtschaft, S. 245-275

[679] vgl.: Bamberg, Coenenberg (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, S. 92

vorstellungen verbunden.[680] Folglich ist die potenzielle Steigerung der Zahlungsbereitschaft bei sehr gut ausgeprägten Merkmalen bzw. die potenzielle Minderung der Zahlungsbereitschaft bei schlecht oder gar nicht ausgeprägten Merkmalen abzufragen. Da sich die Zahlungsbereitschaften jedoch auf die Zukunft beziehen, können keine subjektiven Präferenzen abgefragt werden. Stattdessen sind Einschätzungen von Experten zur Entwicklung der Zahlungsbereitschaften einzuholen. Hierfür kommen v.a. Immobiliengutachter, Vermieter, Asset- und Portfoliomanager sowie Investoren/Bauherren von Büroimmobilien in Frage. Die unterschiedlichen Schadensausmaße werden auf den DCF bezogen, sodass sich die konkreten Abweichungen vom geplanten Zielwert auf einer einheitlichen Skala abbilden lassen.

Die **Eintrittswahrscheinlichkeit** eines Ereignisses ε bezieht sich auf den zugrunde gelegten Betrachtungszeitraum.[681] Das Risikoausmaß ist zudem vom **Eintrittszeitpunkt** eines Szenarios abhängig, da die resultierenden ökonomischen Konsequenzen diskontiert werden. Der Betrachtungszeitraum beträgt 30 Jahre ab einem Stichtag.[682] Da der tatsächliche Eintrittszeitpunkt eines Szenarios ungewiss ist, werden verschiedene Varianten mit der **Monte Carlo Methode**[683] simuliert. Dabei wird eine große Anzahl an Varianten generiert, bei denen die Eintrittszeitpunkte der betrachteten Szenarien zufällig gewählt werden und sich dadurch unterschiedliche Risikoerwartungswerte ergeben. Diese Zufallsexperimente führen zu einer Vielzahl an Datenreihen, die statistisch ausgewertet werden.

Auf dieser Basis können schließlich die Gewichtungen berechnet werden. Hierfür wird die **Kriteriengewichtung** von der Bandbreite abgeleitet, innerhalb derer sich voraussichtlich die Vorteilhaftigkeit oder das Risiko betrachteter Merkmalsausprägungen unter den getroffenen Annahmen bewegt.[684] Dementsprechend wird die mittlere Streubreite zwischen bestmöglicher und schlechtester Auswirkung eines Attributs zur Berechnung der attributspezifischen Gewichtung herangezogen.[685] Anschließend wird das Kriteriengewicht aus den mittleren Attributgewichtungen ermittelt.

Darüber hinaus wurden die ESI ® Kriterien mit den DGNB/BNB Kriterien verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass eine **Übereinstimmung** in insgesamt 17 DGNB/BNB Kriterien besteht. Dies betrifft insbesondere technischen, soziokulturellen und standortbezogene Kriterien. Auffällig ist dabei die hohe Kompatibilität in Bezug auf inhaltliche Details und auf das Nachhaltigkeitsverständnis beider Systeme. Insgesamt werden die Nachhaltigkeitsmerkmale gemäß ESI[686] fast vollständig von den DGNB/BNB Kriterien abgebildet (vgl. Anhang 4).

680 vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 289
681 vgl.: Schneck (2010): Risikomanagement, S. 25
682 vgl.: CCRS (Hrsg.), Meins, Lützkendorf et al. (2012): ESI® Überarbeitung, S. 33
683 Die **Monte-Carlo-Methode** ist ein stochastisches Simulationsverfahren zur Lösung komplexer Probleme der Risikoaggregation, bei der quantifizierte Risiken in geplante Zielwerte, wie z.B. DCF, integriert werden. vgl.: Urschel (2010): Risikomanagement in der Immobilienwirtschaft, S. 317 f.; Holthaus (2007): Ökonomisches Modell mit Risikobetrachtung, S. 92
684 vgl.: Viering, Liebchen, Kochendörfer (2007): Managementleistungen im Lebenszyklus, S. 27
685 vgl.: CCRS (Hrsg.), Meins, Lützkendorf et al. (2009): Economic Sustainability Indicator ESI®, S. 15 ff.
686 vgl.: CCRS (Hrsg.), Meins, Lützkendorf et al. (2012): ESI® Überarbeitung, S.39-40

Bislang weist kein anderes standardisiertes Instrument zur Immobilienrisikobewertung ein derart differenziertes und fundiertes Vorgehen zur Verifizierung und Validierung von Kriteriengewichtungen auf. Zudem besteht eine hohe Kongruenz von Ausrichtung, Zielsetzung und Nachhaltigkeitsverständnis zwischen den ESI ® Kriterien und den DGNB/BNB Kriterien. Allerdings beziehen sich die Ergebnisse der ESI ® Methode auf Standardwohnimmobilien in der Schweiz.[687] Die Autoren weisen darauf hin, dass der Ansatz zwar länderunabhängig anwendbar ist, Einzelheiten jedoch an nationale Gegebenheiten angepasst werden sollten.[688] Daher besteht die Überlegung den methodischen Ansatz nach ESI ® zu adaptieren, um Risikogewichte für Büroimmobilien in Deutschland zu ermitteln.

3.3.2.4 ZUSAMMENFASSUNG UND METHODENAUSWAHL

Zusammenfassend wird festgehalten, dass der ökonomische Nutzen anhand der Zielwertindikatoren *LZK-Niveau* und *Wert- und Kostenstabilität* beurteilt wird.

Sowohl die Methode als auch zu bewertende Attribute des LZK-Niveaus werden vollständig durch das Kriterium DGNB/BNB Kriterium *ECO1.1/2.1.1 Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus* beschrieben. Dabei ist nicht der Einfluss bzw. Nutzen einzelner Gebäudeeigenschaften entscheidend, sondern das **Zusammenwirken von Erst- und Folgekosten**. Die Erfüllung der zugehörigen Schutzziele kann nicht über attributspezifische Zielerträge beschrieben werden, sondern allein über das LZK-Niveau selbst. Folglich ist eine Zielertragsmessung nicht erforderlich. Die Ermittlung des LZK-Niveaus erfolgt mit der LCC Methode und deren Beurteilung auf Basis von Benchmarks gemäß DGNB/BNB Methodenkonvention.

Der Zielwertindikator *Wert- und Kostenstabilität* wird hingegen von einer Vielzahl an Kriterien beeinflusst, deren potenzielle **Zielbeiträge über eine Risikobewertung** ermittelt werden können. Dabei werden Risiken von objektspezifischen Ausprägungen wertbestimmender Gebäudeeigenschaften unter Berücksichtigung mittel- bis langfristiger Entwicklungen abgeleitet. In der Praxis erfreuen sich qualitative Verfahren, wie das Objekt Scoring oder Rating, aufgrund ihrer praktikablen Handhabung einer breiten Akzeptanz.[689] Gleichzeitig erfüllen diese Verfahren die vielfältigen Anforderungen an Beurteilung von Immobilieninvestitionen.[690] Die Gewichtungen dieser Verfahren beruhen jedoch auf dem pragmatischen Ansatz der Schätzungen auf Basis von Mehrpersonenentscheidungen.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass klassische Instrumente der Risikobewertung bereits Nachhaltigkeitsmerkmale, wie z.B. *Umnutzungsfähigkeit bzw. Drittverwendungsfähigkeit,* beinhalten ohne diese dem Kontext Nachhaltigkeit zuzuordnen. Die tatsächliche Wertentwicklung ist von derart vielen objektspezifischen Determinanten sowie exogenen und zugleich dynamischen Mechanismen abhängig, dass eine zahlungswirksame Größe nicht exakt

[687] vgl.: CCRS (Hrsg.) Meins, Lützkendorf et al. (2009): Economic Sustainability Indicator ESI®, S. 9
[688] vgl.: ebenda, S. 19
[689] vgl.: Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten Risikomgmt., S.182
[690] vgl.: Urschel (2010): Risikomanagement in der Immobilienwirtschaft, S. 275

vorhergesagt, sondern nur im Rahmen aller zugrunde gelegten Annahmen geschätzt werden kann. Zu diesem Zweck kann die Methodologie der **ESI ® Immobilienbewertung**[691] auf Büroimmobilien des deutschen Immobilienmarkts adaptiert werden. Da hierbei davon ausgegangen wird, dass nicht standardisierbare Faktoren, wie Markt- und Standortfaktoren, in der herkömmlichen ertragsorientierten Wertermittlung bereits Berücksichtigung finden, liegt der Fokus auf zusätzlichen, wertbestimmenden Einflüssen von Nachhaltigkeitsmerkmalen.
Auf Basis des ESI Indikators kann eine quantitative Aussage darüber getroffen werden, wie stabil dieser ertragsorientierte Wert mittel- bis langfristig bleibt. Folglich stellt die **ESI ® Methode zur Risikobewertung** eine geeignete Methode dar, um attributspezifisch ökonomische Auswirkungen auf die Wert- und Kostenstabilität und daraus resultierende Zielertragsdifferenzen zu quantifizieren. Dabei wird die Gewichtung eines Kriteriums aus der mittleren **Streubreite zwischen seiner bestmöglichen und schlechtesten Auswirkung** ermittelt. Da die Auswirkungen zuvor als Kosten oder Ertragseinbußen dimensioniert wurden, handelt es sich um kardinalskalierte Zielertragsdifferenzen. Der ökonomische Nutzen ist das inhärente Potenzial eines Gebäudemerkmals in Abhängigkeit seiner Ausprägung eine Abweichung der ursprünglich angestrebten Immobilienwertentwicklung hervorzurufen.
Die Rohgewichte repräsentieren den Teil des Werteinflusses, der auf Basis makroökonomischer Zusammenhänge standardisierbar ist. Um zu beurteilen, in welchem Maße eine nachhaltige Immobilie gegenüber einer konventionellen wirtschaftlich erfolgreicher ist, sind zusätzlich mikroökonomische Parameter einzubeziehen.[692] Eine derartige Aussage kann folglich nur fallspezifisch erfolgen.

3.3.3 Ökonomische Zielwertfunktion

Ergebnis der vorangegangenen Abschnitte ist, dass der ökonomische Nutzen durch die Zielwertindikatoren LZK-Niveau (g_2) und *Wert- und Kostenstabilität* (g_3) dimensioniert wird. Da dem LZK-Niveau nur ein Kriterium zugeordnet wurde, das über Benchmarks beurteilt wird, ist keine Zielertragsmessung und somit auch keine Zielwertfunktion erforderlich.

Die *Wert- und Kostenstabilität* wird hingegen von einer Vielzahl an Kriterien beeinflusst, deren potenzielle Zielbeiträge sich mit Hilfe einer Risikobewertung nach ESI ® ermitteln lassen. Im Rahmen der hier angestrebten Risikobewertung steht jedoch nicht die entscheidungsrelevante Risikogröße im Vordergrund, sondern wie stark sich unterschiedliche DGNB/BNB Kriterien auf diese Größe auswirken. Ziel dieses Abschnitts ist es, diesen Zusammenhang in einer Zielwertfunktion $v_3(\, z_e\,)$ zu beschreiben.

[691] vgl.: CCRS Meins, Lützkendorf et al., CCRS (Hrsg.), (2012): ESI® Überarbeitung; CCRS (Hrsg.) Meins, Lützkendorf et al. (2009): Economic Sustainability Indicator ESI®
[692] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 98

3.3.3.1 ZIELERTRÄGE ZUR WERT- UND KOSTENSTABILITÄT

Ein Risiko gilt als quantifizierbar, wenn sowohl Schadensausmaß als auch Eintrittswahrscheinlichkeit des zugrundeliegenden Szenarios auf Grundlage von Erfahrungswerten abgeleitet oder auf Basis einer plausiblen Argumentation abgeschätzt werden können.[693] Liegen folglich belastbare Daten hierzu vor, kann ein attributspezifisches Risiko über seinen Erwartungswert gemäß Gleichung (3.14) quantifiziert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das so ermittelte Risikomaß nur Gültigkeit innerhalb der getroffenen Annahmen besitzt.
Da die Bedeutung eines Risikos über die Streuung innerhalb betriebswirtschaftlicher Erfolgsgrößen quantifiziert wird,[694] stellt die Streubreite der Erwartungswerte für Risiken und Chancen ein adäquates Maß zur Ermittlung der Zielertragsdifferenzen dar. Folglich basiert die Ermittlung ökonomischer Zielertragsdifferenzen auf einer **bandbreitenorientierten Gewichtung**. Die Quantifizierung der Zielerträge erfolgt auf Ebene der Attribute. Vereinfacht kann dabei der **Erwartungswert** für Risiken $r_{z_e^-}$ infolge nicht ausgeprägter und der **Erwartungswert** für Chancen $r_{z_e^+}$ infolge ausgeprägter Nachhaltigkeitsmerkmale herangezogen werden. Folglich stellt die Risikobandbreite das attributspezifische Rohgewicht dar. Dieser Zusammenhang lässt sich über folgende Zielwertfunktion beschreiben:

$$v_3(z_e) = r_{z_e^-} + r_{z_e^+} \qquad (3.15)^{695}$$

Durch Normierung des Einzelwerts mit allen attributspezifischen Risikobandbreiten wird der **attributspezifische Zielertrag** ermittelt, der die Relation zwischen Attributausprägung und Zielerreichung repräsentiert. Die kriterienspezifischen Zielerträge werden durch Zusammenfassung der attributspezifischen Zielerträge je nach Wahl des übergreifenden Gewichtungsmodells gemäß Gleichung (3.3) oder (3.8) berechnet. Damit wird gewährleistet, dass die ermittelten Gewichtungen verzerrungsfrei sind, da die Auswirkungen aller Merkmale tatsächlich gleichzeitig und ohne Überschneidungen möglich sind.[696]
Bei diesem vereinfachten Verfahren beziehen sich sämtliche Schätzungen bzgl. der Eintrittswahrscheinlichkeiten auf einen festgelegten Zeitraum, wobei keine Differenzierung hinsichtlich der Eintrittszeitpunkte vorgenommen wird. Gemäß der ESI ® Methodologie wird ein Zeitraum von 30 Jahren ab der Gegenwart gewählt.[697] Hierzu ist anzumerken, dass die Zuverlässigkeit und Aussagefähigkeit der Ergebnisse mit steigendem Zeithorizont sinkt. Zudem weisen aktuelle Trends auf eine hohe Dynamik immobilienmarktwirtschaftlicher Entwicklungen hin. In Orientierung an marktübliche Entscheidungshorizonte, wie

- Mietvertragslaufzeiten von 7 bis 10 Jahren,

[693] vgl.: Holthaus (2007): Ökonomisches Modell mit Risikobetrachtung, S. 72
[694] vgl.: Urschel (2010): Risikomanagement in der Immobilienwirtschaft, S. 247
[695] in Anlehnung an.: CCRS Meins, Lützkendorf et al., CCRS (Hrsg.), (2009): ESI®, S. 17
[696] vgl.: CCRS Meins, Lützkendorf et al., CCRS (Hrsg.), (2009): Economic Sustainability Indicator ESI®, S. 17
[697] vgl.: CCRS Meins, Lützkendorf et al., CCRS (Hrsg.), (2012): ESI® Überarbeitung, S. 33

- Zinsbindungsfristen für Immobiliendarlehen von 10 bis 15 Jahren und
- Zyklen für größere Instandhaltungsmaßnahmen von 15 bis 20 Jahren

wird für die Risikobewertung **ein mittlerer Zeithorizont von 12,83 Jahren** empfohlen.
Um den Grad der Ergebnisgenauigkeit zu steigern, können die Eintrittswahrscheinlichkeiten mit Hilfe der **Monte Carlo Methode** simuliert werden. Dies erfolgt gemäß ESI ® Methode auf Basis einer DCF Berechnung für eine Standardimmobilie. Hierbei werden die ermittelten Risikoausmaße als konkrete Abweichungen vom geplanten Zielwert quantifiziert. Anschließend können unterschiedliche Zeitpunkte für den Eintritt einzelner Szenarien *ceteris paribus* über einen festgelegten Betrachtungszeitraum simuliert werden. Durch eine sehr große Zahl zufällig generierter Eintrittszeitpunkte werden Datenreihen erzeugt, die anschließend statistisch ausgewertet werden können. Auf diese Weise lassen sich stabile Wahrscheinlichkeitsverteilungen ermitteln. Da in der Immobilienwirtschaft von einer Normalverteilung ökonomischer Erfolgsgrößen ausgegangen werden kann,[698] stellen die so ermittelten Streubreiten *„das mit Wahrscheinlichkeiten gewichtete arithmetische Mittel der möglichen Ausprägungen der Zielgröße“* [699] dar. Anders formuliert drücken die Risikostreubreiten die Wahrscheinlichkeitsverteilungen um den Erwartungswert aus. Aus diesen Streubreiten werden analog zur Zielwertfunktion aus Gleichung (3.15) attributspezifische **Rohgewichte** ermittelt.

3.3.3.2 KRITERIEN MIT AUSWIRKUNGEN AUF DIE WERT- UND KOSTENSTABILITÄT

Da im Rahmen der vorliegenden Arbeit die ökonomische Zielertragsmessung nur konzeptionell behandelt wird, erfolgt keine fundierte Trendanalyse zur Identifikation aller risikorelevanten Nachhaltigkeitsmerkmale. Zur vereinfachten Risikoidentifikation können die Ergebnisse der Kompatibilitätsprüfung der DGNB/BNB Kriterien mit vorhandenen Instrumenten zur Risikobewertung herangezogen werden (vgl. Anhang 4). Damit wird die Menge der Kriterien n_3 für den ökonomischen Zielwertindikator g_3 vollständig beschrieben, die Einzug in die Ermittlung der Zielerträge auf Basis des integrativen Ansatzes hält. Um die eigentlichen risikorelevanten Nachhaltigkeitsmerkmale des DGNB/BNB Bewertungssystems zu identifizieren, ist das Verfahren gemäß ESI ® zu durchlaufen. Die einzelnen Schritte wurden detailliert in Abschnitt 3.3.2.2 beschrieben. Zudem beschreibt RHODE eine systematische Vorgehensweise für eine detaillierte Trendanalyse, für die umfangreiche Datenanalysen erforderlich sind.[700]

Auf Basis des in den vorangegangenen Abschnitten hergeleiteten Modells zur Quantifizierung ökonomischer Zielerträge wurden die strukturellen und methodischen Voraussetzungen geschaffen, um kriterienspezifische Auswirkungen mit ökonomischen Schutzzielen zu verknüpfen und Kriteriengewichtungen abzuleiten.

[698] vgl.: Holthaus (2007): Ökonomisches Modell mit Risikobetrachtung, S. 83; Urschel (2010): Risikomanagement in der Immobilienwirtschaft, S. 252
[699] Zitat: Urschel (2010): Risikomanagement in der Immobilienwirtschaft, S. 247
[700] vgl.: Rohde (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten Risikomgmt., S. 109 ff.

3.4 MODELL ZUR QUANTIFIZIERUNG ÖKOLOGISCHER ZIELERTRÄGE

Das Ziel dieses Abschnitts ist es, das Modell zur Quantifizierung ökologischer Zielerträge theoretisch herzuleiten. Analog zum soziokulturellen und ökonomischen Modell werden dabei die ersten beiden Forschungsziele in einem rekursiven Prozess verfolgt. Ähnlich wie bei der LCC liegen auch bei der ökologischen Lebenszyklusanalyse (Ökobilanz) die Kriterienausprägungen bereits in Form von Auswirkungen vor. Hierbei werden mehrere Umweltwirkungen einbezogen, für die die Methodenkonvention der Ökobilanz eine Gewichtung vorsieht. Die hierfür zur Verfügung stehenden Methoden werden im Hinblick auf eine verallgemeinerbare Zielertragsmessung untersucht, um zu prüfen, ob auch die übrigen Kriterien mit diesen Methoden gewichtet werden können. Auf Basis der Ergebnisse wird der ökologische Nutzen konkretisiert, ein Zielwertindikator abgeleitet und Zielwertfunktionen aufgestellt.

3.4.1 ÖKOLOGISCHER NUTZEN NACHHALTIGER GEBÄUDE

In diesem Abschnitt erfolgt die Auseinandersetzung mit der Frage, welcher Nutzen bei Erfüllung ökologischer Schutzziele entsteht und wie dieser dimensioniert werden kann.
Gebäude gehören zur **Technosphäre** und sind damit ein integrativer Bestandteil der Umwelt. Die **Wechselwirkungen** zwischen Biosphäre und Technosphäre können über Stoff- und Energieströme beschrieben werden.[701] Da für den Menschen die Zweckdienlichkeit der Umwelt lange Zeit im Vordergrund stand, wurden diese Wechselwirkungen einseitig betrachtet. Dabei wurden die folgenden **Umweltfunktionen** definiert:

- **Ressourcenquelle**: Die natürliche Umwelt dient als Lieferant für erneuerbare und nicht erneuerbare Ressourcen, wie bspw. Energie, Wasser oder abiotische Ressourcen.
- **Aufnahmefähigkeit**: Die Biosphäre ist in der Lage anthropogene (Schadstoff-) Emissionen und Abfälle aufzunehmen und umzuwandeln.
- **Lebensraum**: Naturraum sichert Artenvielfalt (Biodiversität), dient als Standort für wirtschaftliche Aktivitäten und generiert darüber hinaus den Großteil des biotischen Ressourcenvorrats.[702]

Dabei werden die **Umweltmedien** Boden, Wasser und Luft übergreifend und unter Berücksichtigung mannigfaltiger Wechselwirkungen adressiert.[703] Die Gesamtheit der Umweltfunktionen wird als **Umweltkapital** definiert. Aus der Erkenntnis heraus, dass der Erhalt von Wohlstand nur mit der langfristigen **Aufrechterhaltung** dieser Umweltfunktionen einhergehen kann, leitete sich die Notwendigkeit ab, Ressourcen sowie lokale und globale Ökosysteme nur **innerhalb der Grenzen ihrer natürlichen Tragfähigkeit** oder Assimilationsfähigkeit zu nutzen. Im globalen Maßstab ist die damit verbundene Bewertungsaufgabe von derart

[701] vgl.: Lützkendorf (2000): Beiträge zur Umsetzung von Prinzipien einer Nachhaltigen Entwicklung, S.4
[702] Aufzählung vgl.: UBA (2007): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden, S.7
[703] vgl.: Ahlheim, Stephan (1996): Ökonomische Ökologie, S.21

hoher Komplexität, dass sie derzeit nur für wenige Einzelzusammenhänge, wie z.B. Erderwärmung, und in Form von szenariobasierten Schätzungen lösbar ist.

Da folglich kein normatives Konzept erstellt werden kann,[704] ist eine den Erhalt anstrebende Entwicklungsperspektive als handlungsleitendes Prinzip einzunehmen. Gemäß dem Konzept der ***sensible sustainability*** (vgl. Abschnitt 2.1.3.1) sind negative Auswirkungen, d.h. die unerwünschten Folgen für den Menschen und Umwelt, vorsorglich abzuschätzen und zu reduzieren.[705] Daraus ergeben sich die generellen Zielsetzungen der **Substanzerhaltung natürlicher Ressourcen** sowie der **Minimierung von Umwelteinwirkungen**.[706] Dies spiegelt sich auch in den ökologischen Schutzzielen des Nachhaltigen Bauens (vgl. Tab. 3-11) wider, wobei im Wesentlichen der Inanspruchnahme von natürlichen Ressourcen sowie die Emission von Schadstoffen in Ökosysteme über den Gebäudelebenszyklus zu reduzieren ist.

SCHUTZGÜTER	SCHUTZZIELE
▪ natürliche Ressourcen ▪ globale, lokale Umwelt ▪ menschliche Gesundheit [707]	▪ Schutz von natürlichen Ressourcen ▪ Schutz des Ökosystems

Tab. 3-11: Ökologische Schutzgüter und –ziele des Nachhaltigen Bauens [708]

Da mit dem Bau und Betrieb eines Gebäudes ein unvermeidbarer Eingriff in die Natur verbunden ist, kann der ökologische Nutzen eines nachhaltigen Gebäudes lediglich darin bestehen die damit verbundenen Belastungen zu vermeiden oder zu reduzieren.[709] Folglich ist die Bewertung ökologischer Aspekte an deren **potenziellem Schadensausmaß** auszurichten, was gleichermaßen für die Ermittlung von Gewichtungen zutrifft. Die zugrunde liegende Fragestellung besteht demzufolge darin, wie sich die Schäden von Umweltwirkungen in Bezug auf Ökosysteme und Ressourceninanspruchnahme messen lassen. Da ein Teil der ökologischen Kriterienausprägungen bereits in Form von Auswirkungen vorliegen, kann die Frage nach der **Dimensionierung des ökologischen Nutzens** nicht losgelöst von den Methoden zu deren Erhebung beantwortet werden. Diese werden nachfolgend eingehend erläutert.

3.4.2 ÖKOBILANZIERUNG

In diesem Abschnitt werden die Methoden zur ökologischen Bewertung nach DGNB/BNB Methodenkonventionen erläutert. Einen Schwerpunkt nimmt dabei die Ökobilanzierung mitsamt der Gewichtung ihrer Ergebnisse ein.

[704] Zitat: Wallbaum, Kellenberger et al. (2011): Nachhaltig Bauen, S. 50

[705] vgl.: VDI 3780 (2000): Technikbewertung, Begriffe und Grundlagen, Abschn. 3; Jörissen, Kopfmüller et al. (1999): Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung, S.64

[706] vgl.: Heinrichs, Michelsen (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S.169 f.; Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme, S. 12 f.; König, Kohler et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in d. Gebäudeplanung, S.8

[707] Hierbei handelt es sich um eine Ergänzung seitens des BMUB. vgl.: BMUB (2014): Ökologische Bewertung

[708] vgl.: BMVBS (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, S.24

[709] Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass sich ein ganzheitlich reduzierter Ressourcenverbrauch positiv auf das Niveau der LZK auswirkt. Dieser Effekt auf den ökonomischen Nutzen wird durch die kriterienübergreifenden Interdependenzen verursacht, die hier nicht weiter untersucht werden.

Ökobilanzierung ist eine Methode zur ökologischen Lebenszyklusanalyse von Produkten, Produktsystemen oder Dienstleistungen, die auch als ***Life Cycle Assessment*** **(LCA)** bekannt ist. Grundsätze sowie detailliertere Regeln zur Anwendung der Methode sind in der Normenreihe DIN EN ISO 14040[710] bis EN ISO 14044[711] geregelt. Ursprünglich wurde die LCA als Entscheidungshilfe für den Vergleich zweier alternativer Produktverpackungsstrategien, wie z.B. Einweg- und Mehrwegflaschen, entwickelt.[712] Inzwischen wird die LCA in unterschiedlichen Industriezeigen angewandt.

3.4.2.1 AUFBAU UND ZIELSETZUNG

Bei der LCA handelt es sich um ein systemanalytisches Verfahren zur medienübergreifenden Erfassung und Auswertung umweltrelevanter Sachverhalte.[713] Hiernach wird das Gebäude als eigenständiges System betrachtet, dass bestimmte **Inputfaktoren**, wie energetische und stoffliche Ressourcen, benötigt und während systemspezifischer Prozesse bestimmte **Outputfaktoren** verursacht, wie Abfall oder Schadstoffemissionen.[714] Diese Input- und Outputfaktoren werden über den gesamten Lebenszyklus nach dem *cradle-to-grave* Prinzip erfasst. Dies basiert auf einer Sachbilanz, die sich für die Phase der Herstellung eines Gebäudes auf reale Massen und für nachfolgende Phasen auf Szenarien bezieht. Dabei liegen die gleichen Parameter wie beim Lebenszyklusszenario der LCC (Tab. 3-8) zugrunde.
Im nächsten Schritt werden die potenziellen Umweltwirkungen der kumulierten Ressourcenverbräuche und Emissionen in einer Wirkungsbilanz abgeschätzt.[715] Die Ergebnisse werden den eingangs festgelegten **Wirkungskategorien**, wie z.B. Treibhauseffekt oder Versauerung, zugeordnet. Im Zuge der Ökobilanzierung gemäß DGNB/BNB werden insbesondere die Wirkungskategorien aus Abb. 3-13 bewertet. Dabei basiert die LCA auf dem ***Midpoint*** **Ansatz**, bei dem die relativen Wirkungen von Substanzen in einer Umweltkategorie beschrieben werden.[716] Im Gegensatz dazu werden bei ***Endpoint*** Ansätzen die direkten (Schadens-) Wirkungen bezogen auf ein Schutzgut betrachtet. Der holistische Ansatz der LCA ermöglicht es, auch die durch Stoffentnahme oder Schadstoffemission verursachten *„Problemverlagerungen an andere Orte und in andere Umweltmedien“*[717] einzubeziehen. Dadurch wird berücksichtigt, dass die Emission eines einzelnen Stoffes, beispielsweise eines Stickstoffoxides (NOx), unterschiedliche Umwelteffekte, wie z.B. Eutrophierung und Ozonbildung, auslösen kann.

[710] EN ISO 14040 (2006): Umweltmanagement, Rahmenbedingungen
[711] EN ISO 14044 (2006): Umweltmanagement, Anleitungen
[712] vgl.: Wallbaum, Kellenberger et al. (2011): Nachhaltig Bauen, S. 54
[713] vgl.: UBA (1999): Bewertung in Ökobilanzen, S. 3
[714] vgl.: EN ISO 14040 (2006): Umweltmanagement, Rahmenbedingungen, Abschn. 5.3.2
[715] vgl.: ebenda, Abschn. 5.4.1
[716] vgl.: Ströbele (2013): Grenzen des Carbon Footprint, S.338; EN ISO 14040 (2006): Umweltmanagement, Rahmenbedingungen, 2006, Abschn. 4.3
[717] Zitat: König, Kohler et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, S. 38

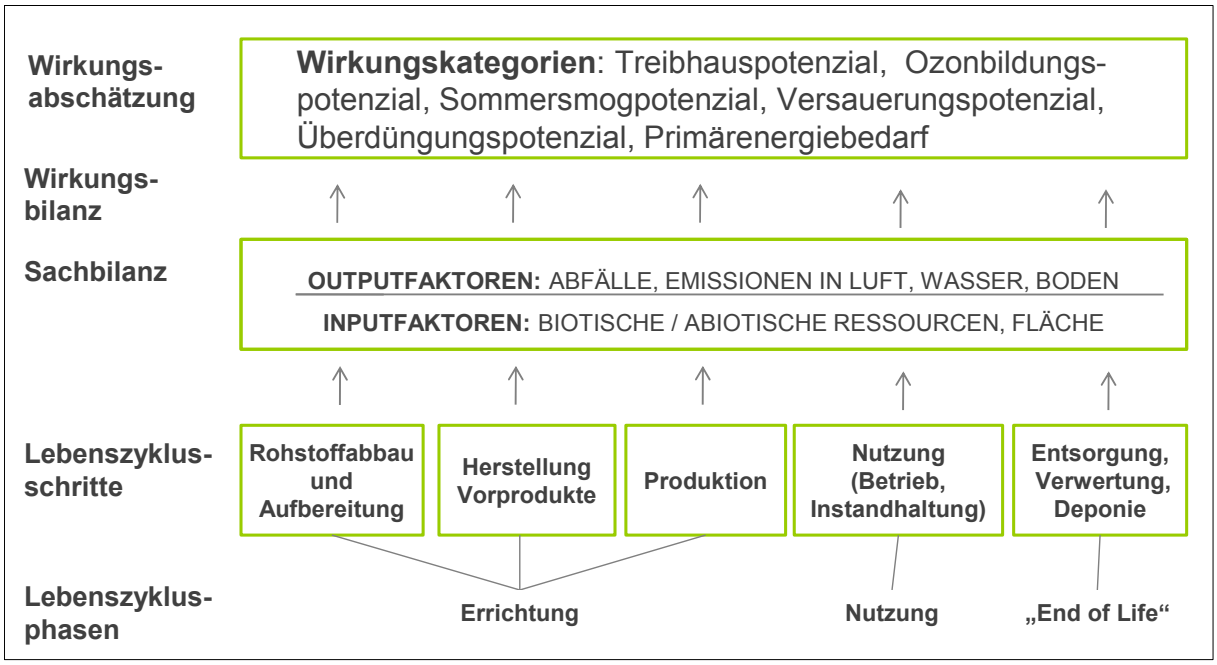


Abb. 3-13: LCA: Sachbilanz und Ermittlung der Umweltwirkungen nach EN 14040 – 14044 [718]

Transparent werden diese unterschiedlichen Umweltwirkungen durch Teilaggregation zu einem **Wirkpotenzial**. Auf Basis von Charakterisierungs- bzw. Äquivalenzfaktoren werden die potenziellen Wirkungen der bilanzierten Emissionen oder Ressourcenverbräuche einer Wirkungskategorie in Bezug zu einer Referenzsubstanz ausgedrückt. Bspw. werden alle erfassten Beiträge zur Wirkkategorie Treibhauseffekt auf das **Global Warming Potential** (GWP) umgerechnet und deren Summe als CO_2-Äquivalent in kg angegeben und überdies auf eine funktionale Einheit bezogen. Dabei wird das **Gefährdungspotenzial** der erfassten Treibhausgase (THG) auf eine äquivalente CO_2-Menge umgerechnet. So entspricht die Menge eines emittierten kg Methan hinsichtlich seines Wirkpotenzial 25 kg CO_2-Äqu., da Methan eine 25-fach stärkere Wirkung auf den Treibhauseffekt ausübt als Kohlendioxid.[719] Die Ergebnisse werden kumuliert und auf eine produktadäquate **funktionale Einheit** bezogen, wobei sich bei Gebäuden die Netto- oder Bruttogrundfläche anbietet.

Dieser Schritt gehört zur **Wirkungsabschätzung** nach DIN ISO 14040:2006, der derzeit als fortschrittlichster Ansatz zur Abbildung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge zwischen Stoff- und Energieströmen und deren potenziellen Umweltauswirkungen gilt.[720] Zu den optionalen Bestandteilen der Wirkungsabschätzung zählt u.a. die **Gewichtung** der einzelnen Wirkkategorien (vgl. Abb. 3-14). Zuvor kann durch **Normierung** der Anteil des mengenmäßig ermittelten Wirkpotenzials am Gesamtpotenzial in einem bestimmten Bezugsraum, wie z.B. das gesamte in Deutschland verursachte GPW pro Jahr, bestimmt werden.[721] Auf Basis der Methodenkonvention des UBA kann eine Priorisierung der Wirkungskategorien aufgestellt

[718] Abb. in Anlehnung an: König, Kohler et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, S. 39
[719] vgl.: UBA (2013): Best-Practice-Kostensätze, S. 5
[720] vgl.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 28
[721] vgl.: EN ISO 14044: Umweltmanagement – Ökobilanz, 2006, Abschn. 4.4.3.2.1

werden. Hierfür steht eine detaillierte Methodenkonvention zur Verfügung, nach der die Bewertung jeder Wirkungskategorie anhand der folgenden drei Aspekte erfolgt:

- ökologisches Gefährdungspotenzial der Wirkungskategorie,
- *distance to target* (Abstand zum angestrebten Umweltziel) innerhalb dieser Kategorie und
- spezifischer Beitrag zur Gesamtbelastung auf Basis der LCA.[722]

Das Ergebnis ist eine ordinale **Rangordnung** der Wirkungskategorien bezogen auf die Umweltrelevanz des Untersuchungsgegenstandes. Da bei dieser Priorisierung die Abstände zwischen den Rangnummern nicht bekannt sind, können keine kardinalskalierten Zielertragsdifferenzen abgeleitet werden. Dennoch zeigt eine Untersuchung von STRÖBELE, dass es sich um eine praktikable Methode handelt, mit der bspw. geschätzte Gewichtungen überprüf werden können.[723]

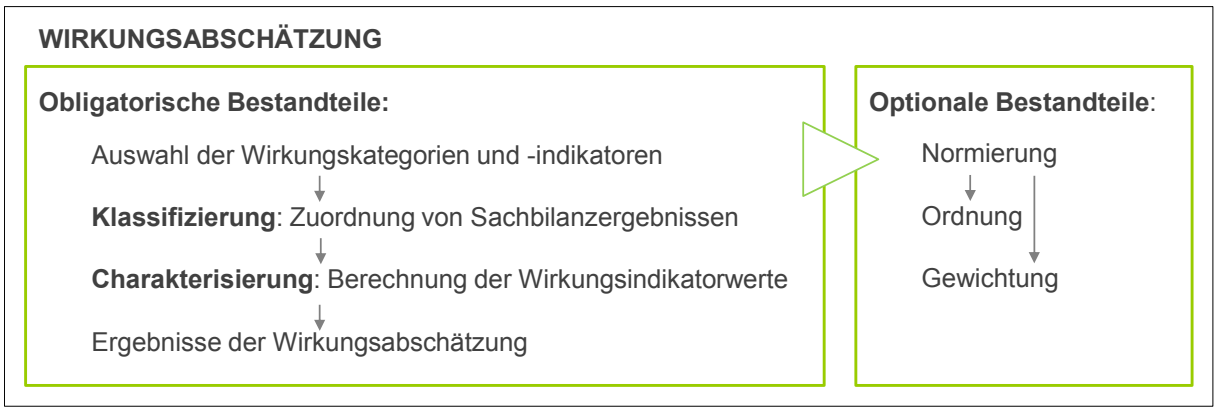


Abb. 3-14: Bestandteile einer Wirkungsabschätzung gemäß EN ISO 14040 [724]

Die (Voll-) Aggregation der Einzelbewertungen zu einem eindimensionalen Ergebnis ist erst auf Basis einer **Gewichtung** der Kategorien möglich. In der EN ISO 14044 wird davon ausgegangen, dass Gewichtungen subjektive Wertschätzungen, ausgedrückt in numerischen Faktoren, darstellen.[725] Hierzu wird angemerkt, dass **Werthaltungen** von *„verschiedenen Einzelpersonen, Organisationen und gesellschaftlichen Gruppen nicht in Ökobilanz-Studien angewendet werden, die zur Verwendung in Veröffentlichung vorgesehenen vergleichenden Aussagen bestimmt sind.“* [726] Die DGNB/BNB Gewichtungsfaktoren sind folglich nicht ISO-konform. Die SETAC forderte eine allgemeingültige Gewichtung der Wirkungskategorien, die unabhängig vom Untersuchungsgegenstand ist, unterbreitet jedoch keine konkreten Umsetzungsvorschläge.[727] Inzwischen wurden verschiedene Ansätze zur Gewichtung entwickelt, auf die im nachfolgenden Abschnitt näher eingegangen wird.

[722] vgl.: UBA (1999): Bewertung in Ökobilanzen, S. 15
[723] vgl.: Ströbele (2013): Grenzen des Carbon Footprint, S.340-342
[724] eigene Darstellung in Anlehnung an DIN EN ISO 14040 (2006): Umweltmanagement, Abschn.5.4.2
[725] vgl.: EN ISO 14044: Umweltmanagement – Ökobilanz, 2006, Abschn. 4.4.3.4.1
[726] Zitate: ebenda, Abschn. 4.4.3.4.2
[727] vgl.: UBA (1999): Bewertung in Ökobilanzen, S. 7

3.4.2.2 METHODEN ZUR GEWICHTUNG IM RAHMEN EINER WIRKUNGSABSCHÄTZUNG

Die Ergebnisse einer Wirkungsabschätzung sind „*relative Aussagen*“, die „*keine Voraussagen über Auswirkungen auf die Wirkungsendpunkte, Schwellenwertüberschreitungen, Sicherheitsspannen oder Risiken machen.*“[728] Daher wird gefordert, die Resultate einzeln und unabhängig voneinander zu interpretieren. Um die Ergebnisse jedoch hinsichtlich ihrer Wertigkeit in eine ökologische Bewertung einzubinden, ist eine Gewichtung erforderlich. Hierfür ist vorgesehen, die **relativen Beiträge** der Wirkungspotenziale einzelner Wirkkategorien (*Midpoints*) hinsichtlich ihres Schadenspotenzials in Bezug auf bestimmte Schutzgüter (*Endpoints*) einzubeziehen. Die bewertungstheoretische Problemstellung besteht dabei darin, die zuvor unabhängig von Zeit und Ort erfassten Stoff- und Energieflüsse, in eine **direkte Ursachen-Wirkbeziehung** zu bringen.[729] Zudem sind keine Aussagen zur ortsbezogenen Konzentration eines Schadstoffs möglich, die v.a. für lokale Umweltsysteme in Bezug auf Eutrophierung, Versauerung und Sommersmog relevant wären.[730]
Folglich kann eine Gewichtung der Wirkungskategorien in Ökobilanzen nur auf indirekten Wirkungsaussagen beruhen. Die UBA Methodenkonvention sieht daher vor, eine priorisierende Auswertung von Ökobilanzen auf Basis **intersystemarer Vergleiche** durchzuführen.[731] Hierbei besteht die Annahme, dass ähnliche Untersuchungssysteme zu einer ähnlichen Ergebnisverteilung innerhalb der Wirkungskategorien führen.[732] Dabei werden die Ökobilanzergebnisse gleicher Produkte, Verfahren oder Handlungsoptionen miteinander verglichen und Mittelwerte sowie Spannbreiten pro Wirkungskategorie aufgestellt. Anschließend wird den Ergebnissen **eine Wertigkeit entsprechend ihres Schadenspotenzials** zugeordnet. Unter der Voraussetzung, dass die Schadenspotenziale sämtlicher Wirkungskategorien in einer Dimension gemessen werden können, erfolgt anschließend die Gewichtung über die gemittelten Verteilungen. Dabei sollte eine repräsentative Anzahl von Ökobilanzen vorliegen, um eine aussagekräftige statistische Auswertung durchführen zu können.

Folglich resultiert die Frage nach den Bedeutungsunterschieden der ökologischen Kriterien in die Frage nach der **Dimensionierung potenzieller Umweltschäden**. Hierfür stehen folgende Methoden zur Verfügung, die nachfolgend erörtert werden:

- **schadensbasierte Wirkungsabschätzung** mit Bezug zu den Schutzgütern,
- **Methode der ökologischen Knappheit** mit Umweltbelastungspunkten sowie
- **Monetarisierung** mit externen Kosten.

Ergänzend hierzu gibt es eine Reihe von vereinfachten Methoden bzw. Wirkungsindikatoren. Hierbei wird zwischen Input-bezogenen Indikatoren, wie z.B. Materialintensität und kumulier-

[728] Zitate: EN ISO 14044: Umweltmanagement – Ökobilanz, 2006, Abschn. 5.2 e) 8)
[729] vgl.: König, Kohler et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, S. 44
[730] vgl.: ebenda
[731] vgl.: UBA (1999): Bewertung in Ökobilanzen, S. 11
[732] Ein ähnliches Prinzip wird beim Vergleich mit Benchmarks angewandt.

ter Energieaufwand, und Output-bezogenen Indikatoren, wie z.B. CO_2-Fußabdruck und ökologischer Fußabdruck, unterschieden. Zudem wurde von der Europäischen Kommission im Rahmen der Leitinitiative ‚Ressourcenschonendes Europa' *Raw Material Consumption* (RMC) als Leitindikator für Ressourceneffizienz vorgeschlagen. Der Informationsgehalt dieser Indikatoren ist leicht verständlich und daher gut kommunizierbar. Zudem ist der Erhebungsaufwand wesentlich geringer als mit o.g. Methoden. Andererseits wird nur eine geringe Anzahl an Stoffgruppen einbezogen und die starken methodischen Vereinfachungen führen zu einer reduzierten Aussagekraft. Beim RMC handelt es sich um einen Mengenindikator, mit dem keine Aussagen hinsichtlich der Wertigkeit oder Knappheit der eingesetzten Ressource möglich sind. Daher werden diese Indikatoren für die hier zugrunde liegende Fragestellung als nicht zielführend angesehen und daher nicht weiter betrachtet.

Die **schadensbasierten Schätzmethoden** basieren auf dem *eco-inicator*. Hierbei erfolgt eine Teilaggregation der Umweltwirkungen hinsichtlich ihrer Schadenpotenziale für die ökologischen Schutzgüter „Ökologische Gesundheit", „Menschliche Gesundheit" und „Ressourcen".[733] Wahlweise kann zusätzlich eine ortsabhängige Modellierung von Umweltwirkungen erfolgen, die ein lokales Schadenspotenzial aufweisen.[734] Die Ergebnisse werden als Schadensausmaß in einem räumlich und zeitlich definierten Bezugsraum angegeben, wie z.B. Anzahl der verlorenen Spezies im Raum A über eine Spanne von b Jahren. Verschiedene Schadensbilder lassen sich verknüpfen und weiter aggregieren, um Aussagen zu einer Kategorie, wie Ökosystemstabilität, zu treffen.[735] Zur Vollaggregation aller Kategorien wurden Gewichtungen durch Expertenbefragungen geschätzt.[736] Damit geht die gleiche Problemstellung einher, die dieser Arbeit zugrunde liegt.

Die **Methode der ökologischen Knappheit** ermöglicht die Gewichtung der Wirkungskategorien einer Ökobilanz auf Basis von stoff- und wirkungsbezogenen Umweltbelastungspunkten (UBP).[737] Dabei werden ebenfalls die drei o.g. ökologischen Schutzgüter adressiert. Neben der Gewichtung einzelner Wirkungen und Verbräuche ermöglicht die Methode auch Aussagen zur Gesamtbelastung des Untersuchungssystems, die zu Vergleichen herangezogen werden können. CO_2-Emissionnen weisen bspw. 310 UBP/(kg CO_2-Äqu.) auf, während der Verbrauch von Siedlungsfläche mit 220 UBP/m²a-Äqu. eingeht.[738] Grundlage der Gewichtungsfaktoren ist die von der SETAC vorgeschlagene *distance to target* Methode, die auch zur Priorisierung der Wirkungskategorien vom UBA vorgeschlagen wird.[739] Die Ermittlung der

[733] vgl.: Heijungs, Goedkoop et al. (2003): Towards a life cycle impact method, S.26
[734] Hierbei sind insbesondere die EDIP Methode aus Dänemark und die ReCiPe Methode zu nennen. vgl.: Fries (2009): Market Potential and Value, S. 43 f.; Hauschild, Potting (2004): Spatial differentiation in life cycle
[735] vgl.: Meent, Huijbregts (2005): Evaluating ecotoxicological effect factors, S. 1574 f.
[736] vgl.: Fries (2009): Market Potential and Value, S. 45
[737] vgl.: Frischknecht, Steiner et al. (2008): Ökobilanzen, S. 21
[738] vgl.: ebenda, S. 15f.
[739] vgl.: UBA (1999): Bewertung in Ökobilanzen, S. 15

UBP beruht auf den nationalen Umweltschutzzielen der Schweiz und ergibt sich aus den aktuellen und kritischen jährlichen Schadstoffflüssen, die ebenfalls auf die Schweiz bezogen sind. Einerseits überzeugt die Methode durch Praktikabilität und hat den Vorteil, dass ein Großteil der erforderlichen Daten zur Verfügung steht. Andererseits wurden „*fachliche Defizite*“ hinsichtlich der Herleitung der UBP bemängelt.[740] Zudem sind die Daten nur im nationalen Kontext der Schweiz repräsentativ und können nicht ohne weiteres in anderen Ländern verwendet werden.

Die dritte Methode zur Quantifizierung der Bedeutungsunterschiede von Umweltwirkungen basiert auf **externen Kosten.**[741] Dabei erfolgt die Bewertung der prognostizierten Schadensbilder der Umweltwirkungen durch Monetarisierung der Maßnahmen zu ihrer Vermeidung, Reduzierung oder Behebung. Charakteristisch für eine Externalität ist, dass sie nicht in die Entscheidungsgrundlage des Verursachers einbezogen wird und von der Allgemeinheit getragen werden muss. Externe Effekte sind somit von volkswirtschaftlicher Bedeutung und charakterisieren die Reduktion von Produktions- oder Konsummöglichkeiten von am Entscheidungsprozess unbeteiligten Marktteilnehmern.[742] Da externe Effekte grundsätzlich bipolarer Natur sind, können sowohl Kosten als auch Nutzen hervorgerufen werden. Überwiegen in einer Volkswirtschaft langfristig die externen Kosten, kann dies zu Marktversagen führen, woraus sich die Notwendigkeit staatlicher Intervention ableiten lässt.[743]
Mit den Methodenkonventionen des UBA liegt ein transparentes Verfahren zur Schätzung externer Kosten vor, auf dessen Basis Umweltwirkungen dimensioniert und verglichen werden können.[744] Art und Umfang der zu bewertenden Umweltschäden beruhen dabei auf umfangreichen **Wirkungspfadanalysen**, die mit naturwissenschaftlichen Methoden modelliert werden. Bedeutend im Zusammenhang mit hochbaulichen Themen sind v.a. die Ergebnisse des EU-Forschungsprojekts *ExternE*[745]*,* des BMVBS Forschungsberichts *Externe Kosten im Hochbau*[746] sowie Aktivitäten aus Österreich[747] und aus anverwandten Industriezweigen.[748]
Die Quantifizierung externer Kosten ist methodisch bedingt mit hohen Unsicherheiten verbunden, sodass in der Literatur auch von **monetärer Folgenabschätzung** gesprochen wird.[749] Dennoch herrscht unter Experten Konsens darüber, dass externe Kosten auf wissenschaftlich fundierten Methoden basieren.[750]

[740] vgl.: Gaillard (2011): Stellungnahme zur Methode der UBP
[741] In der Literatur wird mitunter der Begriff Umweltkosten synonym für externe Kosten gebraucht.
[742] vgl.: Krewitt, Schlomann (2006): Externe Kosten der Stromerzeugung aus EE, S. 1
[743] vgl.: Ströbele (2013): Grenzen des Carbon Footprint, S.339; Sturm, Vogt (2011): Umweltökonomik, S.15 f.
[744] vgl.: UBA (2012): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden, S. 14 f.
[745] Krewitt, Schlomann (2006): Externe Kosten der Stromerzeugung aus EE
[746] BMVBS (Hrsg.), Ulmer, Streck et al. (2010): Externe Kosten im Hochbau
[747] Adensam, Bruck et al. (2002): Externe Kosten im Hochbau
[748] Dahl (2010): Berücksichtigung externer Kosten bei der Ermittlung von Straßenbenutzungsgebühren
[749] vgl.: Krewitt, Schlomann (2006): Externe Kosten der Stromerzeugung aus EE, S. 1
[750] vgl. u.a.: BMVBS (Hrsg.), Ulmer, Streck et al. (2010): Externe Kosten im Hochbau, S. 38; Dahl (2010): Berücksichtigung externer Kosten bei der Ermittlung von Straßenbenutzungsgebühren, S. 116 ff.; Krewitt, Schlomann (2006): Externe Kosten der Stromerzeugung aus EE, S. 9

Dabei werden Kosten in Abhängigkeit der Schadensart ermittelt als

- Wiederherstellungs- bzw. Reparaturkosten bei **reversible Schäden**,
- Ersatz-bzw. Anpassungskosten bei **substituierbaren Umweltfunktionen** und
- Zahlungsbereitschaften der Bevölkerung zur Vermeidung von **nicht substituierbaren Umweltfunktionen** durch irreversible Schäden.[751]

Ausgehend vom maximal möglichen Schadensausmaß[752] bildet der **Erhalt von Umweltfunktionen** das wertbestimmende Moment. Auf dieser Basis wurden verschiedene Kostensätze für Umweltwirkungen vorgelegt. Eine konkrete ökologische Bewertung allein auf Basis externer Kosten durchzuführen, ist jedoch umstritten.[753] Der Grund hierfür ist, dass die Methodenkonventionen eine Reihe komplexer Fragestellungen beinhalten, die mit naturwissenschaftlichen Ansätzen derzeit nicht vollständig beantwortet werden können. Dieses Problem ist eng verbunden mit einigen charakteristischen Merkmalen der LCA. *„Die Ökobilanz dient nicht der Voraussage von absoluten oder genauen Umweltwirkungen."* [754] Vielmehr handelt es sich um relative Aussagen hinsichtlich möglicher Umweltwirkungen, die unter Unsicherheit erhoben wurden und z.T. eindeutig zukünftige Wirkungen sind.[755] Vor diesem Hintergrund sollte die **Internalisierung externer Kosten** im Rahmen einer erweiterten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung stets mit einer sorgfältigen Interpretation der Ergebnisse einhergehen. Andererseits besteht die Intention zur Verwendung der Methode der externen Kosten in dieser Arbeit nicht darin, eine exakte Kostenprognose abzugeben, sondern **ökologische Folgenabschätzungen zu dimensionieren** und anhand ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung zu gewichten.

Im Rahmen der Studie des BMVBS zum Einsatz Externer Kosten im Hochbau wurden externe Kosten für sechs Büro- und Verwaltungsgebäude über deren Lebenszyklus berechnet.[756] Ein zentrales Ergebnis der Auswertung ist, dass die mittleren externen Kosten **34,5 % der Neubaukosten** betragen und während der Nutzungsphase durchschnittlich **15 % der Betriebs- und Instandhaltungskosten** ausmachen.[757] Auffällig ist die große Spannbreite der Ergebnisse, die sich vermutlich auf die unterschiedlich ökologische Qualität der Gebäude zurückführen lässt. Der Forschungsbericht kommt zu dem Fazit, dass externe Kosten aufgrund ihrer volkswirtschaftlichen und umweltpolitischen Relevanz in das DGNB/BNB Bewertungssystem integriert werden sollten.[758]

Im konkreten Zusammenhang mit einigen DGNB/BNB Kriterien, die auf einer Ökobilanz beruhen, wurde die Methode der externen Kosten bereits zur Gewichtung von Wirkungskatego-

[751] vgl.: UBA (2012): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden, S. 20 ff.
[752] vgl.: BMVBS (Hrsg.), Ulmer, Streck et al. (2010): Externe Kosten im Hochbau, S.44
[753] vgl.: BMUB (2014): Ökologische Bewertung
[754] Zitate: EN ISO 14040 (2006): Umweltmanagement, Rahmenbedingungen, Abschn. 4.3, i)
[755] vgl.: ebenda
[756] vgl.: BMVBS (Hrsg.), Ulmer, Streck et al. (2010): Externe Kosten im Hochbau, S. 19
[757] vgl.: ebenda, S. 83
[758] vgl.: ebenda

rien angewandt. So untersuchte STRÖBELE verschiedene *Endpoint* Methoden. Dabei wurden die Methode der externen Kosten, der Carbon Footprint und die o.g. Priorisierungsmethode des UBA exemplarisch angewandt und einander gegenübergestellt.[759] Auf Basis der Auswertung einer kleinen Anzahl von Bürogebäuden gelangt er zu dem Schluss, dass externe Kosten eine hohe Aussagekraft für die Gewichtung von Wirkungskategorien besitzen.[760] Die Ergebnisse seiner Untersuchung zeigen zudem, dass **Anpassungsbedarf** hinsichtlich der Kriteriengewichtungen besteht. Aufgrund der vergleichsweise geringen Streubreiten untermauern die Ergebnisse darüber hinaus die Annahme, dass ähnliche Untersuchungssysteme zu ähnlichen Verteilungen von Ergebnissen in Wirkungskategorien führen. Um zu gesicherten Erkenntnissen zu gelangen, ist die Untersuchung jedoch auf eine breitere Datenbasis zu stellen.

Vor dem Hintergrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse kann die Methode der externen Kosten zur Gewichtung verschiedener Umweltwirkungen als hinreichend valide eingestuft werden. Damit kann zusammenfassend festgehalten werden, dass die Methode der **externen Kosten eine geeignete Methode zur Gewichtung der unterschiedlichen Wirkungskategorien** einer Ökobilanz darstellt. Um kriterienspezifische Gewichtungen abzuleiten, ist jedoch eine repräsentative Anzahl von Ökobilanzen für Bürogebäude statistisch auszuwerten. Allerdings können nicht alle ökologischen Aspekte eines Gebäudes in einer Ökobilanz erfasst werden. Zudem liegen im Zusammenhang mit ökologischen DGNB/BNB Kriterien nur Kostensätze für die o.g. sechs Wirkkategorien vor. Daher sind alternative Lösungen zu untersuchen. Ggf. können **adäquate Kostensätze** aus Forschungsprojekten anderer Industriezweige stellvertretend zum Einsatz kommen. Die nachfolgende Betrachtung der Umweltwirkungen soll hierüber Aufschluss geben.

3.4.3 UMWELTWIRKUNGEN UND ÖKONOMISCHE FOLGENABSCHÄTZUNG

In diesem Abschnitt wird dargestellt, welche Informationen für eine ökonomische Folgenabschätzung von Umweltwirkungen der DGNB/BNB Kriterien zur Verfügung stehen. Die Betrachtung beruht auf dem Wirkungspfadansatz, der zunächst ausführlich beschrieben wird. Anschließend ist für jede relevante Umweltwirkung darzustellen, mit welchem **Schadensausmaß in Abhängigkeit der Dosis-Wirkbeziehung** zu rechnen ist. Auf dieser Basis kann die geeignete Erhebungsmethode zur Abschätzung der resultierenden Kosten abgeleitet werden.

[759] vgl.: Ströbele (2013): Grenzen des Carbon Footprint, S.338 ff.
[760] vgl.: ebenda, S.340

INPUT-BEZOGENE KATEGORIEN (Einsatz von Rohstoffen)	OUTPUT-BEZOGENE KATEGORIEN (emissionsbedingte Wirkungen)
1. Abiotische Ressourcen**	4. Treibhauseffekt**
2. Biotische Ressourcen*	5. Abbau stratosphärischen Ozons**
3. Flächenverbrauch**	6. Humantoxizität*
	7. Ökotoxizität*
	8. Bildung von Photooxidantien (Sommer-Smog)**
	9. Versauerung**
	10. Eutrophierung**
	11. Geruch
	12. Lärm*
	13. Strahlung
	14. Unfälle

* wird im DGNB/BNB Bewertungssystem **indirekt** berücksichtigt

** wird im DGNB/BNB Bewertungssystem **direkt** berücksichtigt

Tab. 3-12: Wirkungskategorien nach SETAC[761]

Zur Identifikation der relevanten Umweltwirkungen in Bezug zu den DGNB/BNB Kriterien wird die Liste der *Society for Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) herangezogen (vgl. Tab. 3-12), die unter Berücksichtigung der ökologischen Schutzgüter aufgestellt wurde. Bei der sich anschließenden Analyse wird die Kategorisierung in Input- und Outputbezogene Wirkungen beibehalten.

3.4.3.1 WIRKUNGSPFADANSATZ UND MONETARISIERUNG

Der Wirkungspfadansatz (auch *Impact Pathway*) beschreibt den **Weg vom Umwelteintrag zum Schadensbild**. Dies beruht auf einer „*Kette kausaler Zusammenhänge von der Emission eines Schadstoffs über die Ausbreitung und chemische Umwandlung in den Umweltkompartimenten (zunächst vor allem in der Luft) bis hin zur Wirkung auf verschiedene „Rezeptoren" (Menschen, Ökosysteme, Landwirtschaft, Materialien, etc.)*".[762]

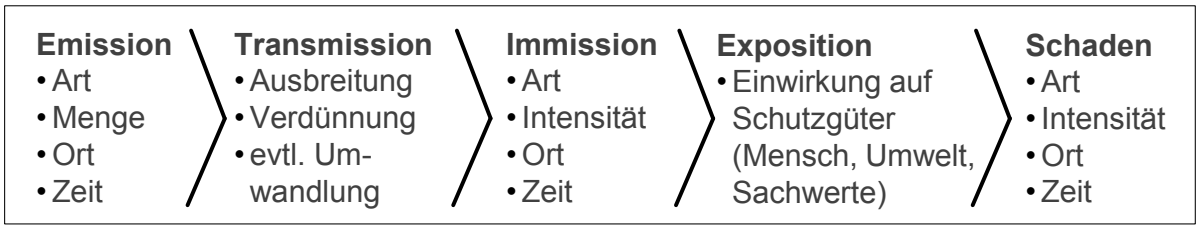


Abb. 3-15: Wirkungspfad von der Emission zum Schaden [763]

Jene Kette wurde in Abb. 3-15 exemplarisch dargestellt. Die Modellierung eines Wirkungspfades ist eine komplexe Aufgabe, bei der verschiedene wissenschaftlicher Disziplinen zu-

[761] Tabelle in Anlehnung an UBA (1999): Bewertung in Ökobilanzen, S. 6
[762] Zitat: Krewitt, Schlomann (2006): Externe Kosten der Stromerzeugung aus EE, S. 8
[763] Quelle Abb.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 22

sammenwirken. Das resultierende Schadensmaß kann anschließend monetär bewertet werden. Hierbei kommen unterschiedliche Kostenarten zum Tragen. Bei **Grenzschadenskosten** handelt es sich um zusätzliche Schadenskosten, die durch eine (marginale) Ausweitung der umweltschädigenden Aktivität um eine Einheit (z.B. Emission in kg CO_2-Äqu.) verursacht werden.[764] Darüber hinaus können externe Effekte direkte, zumeist lokale Schäden verursachen, wie Verringerung der Bodenqualität, Ernteausfälle oder Wasserverschmutzung.[765] Die dadurch entstehenden Kosten werden in Abhängigkeit der Schadensart bestimmt. Reversible Schäden werden auf Basis von **Kosten zur Bewältigung eintretender Umwelt- und Gesundheitsschäden** bewertet.[766] Hierzu zählen bspw. Ertragsverluste in der Landwirtschaft oder chronische Gesundheitsschäden. Geht mit dem Schadensbild darüber hinaus die Beeinträchtigung einer substituierbaren Umweltfunktion einher, werden ggf. weitere **Ersatz- bzw. Anpassungskosten** ermittelt.
Nicht-substituierbare Umweltfunktionen und irreversible Schäden werden anhand der Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung zur Vermeidung oder Verringerung solcher Schäden bewertet.[767] In diesem Fall wird unterstellt, dass **Maßnahmen zur Schadensminderung** getroffen und deren Kosten ermittelt werden.[768] Hierbei wird die durchaus umstrittene *willingness-to-pay* Methode verwendet, um individuelle Zahlungs- bzw. Kompensationsbereitschaften zu ermitteln.[769] Damit werden Rückschlüsse auf die gesellschaftliche Bedeutung einzelner Schäden bzw. bestimmter Umwelt-Wertverluste ermittelt und gleichzeitig monetarisiert. Jene individuellen Präferenzen auf gesellschaftlicher Ebene in Form eines Bewertungsmaßstabs abzubilden, verfolgt das Ziel, den Schaden am Ende einer Wirkkette durch die Betroffenen beurteilen zu lassen.

Ist ein Wirkungspfad aufgrund fehlender Daten nicht vollständig abbildbar, kommt der **Standard-Preis-Ansatz** zur Anwendung. Voraussetzung dabei ist, dass ein quantifizierbares **Umweltschutzziel** mit einem konkreten Zielwert definiert wurde.[770] Anschließend können auf Basis des *distance to target* Ansatzes zielgerichtete Maßnahmen zur Zielerreichung identifiziert und monetarisiert werden. Diese Kosten werden auch als **Zielerreichungskosten** bezeichnet. Ist kein geeignetes Ziel vorhanden, wird auf Basis des **Top-Down-Ansatzes** der mögliche Gesamtschaden in einer Wirkungskategorie bezogen auf einen geografischen Gültigkeitsraum monetär bewertet. Dabei handelt es sich um **Durchschnitts- oder Gesamtkosten**. Anschließend werden die externen Kosten für ein Ökobilanzergebnis über den spezifischen Anteil der Emission an der Gesamtemission berechnet.

[764] vgl.: UBA (2012): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden, S. 45
[765] vgl.: BMVBS (Hrsg.), Ulmer, Streck et al. (2010): Externe Kosten im Hochbau, S. 23
[766] vgl.: Krewitt, Schlomann (2006): Externe Kosten der Stromerzeugung aus EE, S. 16 f.
[767] vgl.: Dahl (2010): Berücksichtigung externer Kosten bei der Ermittlung v. Straßenbenutzungsgebühren, S. 28
[768] vgl.: UBA (2012): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden, S. 40
[769] vgl.: Jörissen, Kopfmüller et al. (1999): Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung, S.128 f.
[770] vgl.: UBA (2012): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden, S. 48 f.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Schätzung externer Kosten auf einer Kombination von verschiedenen methodischen Ansätzen basiert.

Über einen Gebäudelebenszyklus hinweg weisen monetäre Folgen zeitliche Divergenzen auf, sodass eine Zeitbereinigung durch Diskontierung erforderlich ist. Diesbezüglich konstatiert KELLERMANN, dass der **konventionelle Ansatz zur Diskontierung nicht nachhaltigkeitsorientiert** ist, da „*eine exponentielle Höherbewertung der Präferenzen heutiger gegenüber denen zukünftiger Generationen*“ entsteht.[771] Dies widerspricht nicht nur dem Prinzip der intergenerationellen Gerechtigkeit, sondern hat bei langfristigen Betrachtungen auch die Substitution zwischen natürlichem und künstlichem Kapital zur Folge. KELLERMANN schlägt vor, in Abhängigkeit des Zeithorizonts und der inhaltlichen Gestaltungsspielräume auf Basis des Bewertungsziels das Diskontierungsverfahren spezifischen Nachhaltigkeitsanforderungen zu unterwerfen.[772] Dementsprechend schlägt das UBA vor, bei einem Zeithorizont von 20 Jahren einen Diskontierungszinssatz von 3 % bei längeren Zeiträumen 1,5 % anzusetzen.[773] Darüber hinaus wird empfohlen, bei intergenerationellen Analysen eine Sensitivitätsrechnung mit einem Diskontierungszinssatz von 0 % Prozent durchzuführen.[774]

3.4.3.2 EMISSIONSBEDINGTE WIRKUNGEN

Im vorangegangenen Abschnitt wurden die Herangehensweisen zur monetären Abschätzung von Umweltwirkungen erörtert. Im nächsten Schritt wird untersucht, ob diese Verfahren vollständig und plausibel auf die emissionsbedingte Umweltwirkungen der DGNB/BNB Kriterien angewandt werden können. Ziel dabei ist es, die verfügbaren Informationen zu Kostensätzen zusammenzustellen und deren Aussagekraft zu beurteilen. Die Schätzung von externen Kosten wäre bereits Bestandteil einer ökologischen Zielertragsmessung, die den Umfang der vorliegenden Arbeit überdehnen würde und daher nicht durchgeführt werden kann.

Für die ökobilanzierten Umweltwirkungen liegen umfassende Wirkmechanismen von der Emissionsquelle bis zum tatsächlichen Schadenseintritt vor. Auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche wurde untersucht, welche Informationen für diese Umweltwirkungen über den Gebäudelebenszyklus im Hinblick auf eine ökonomische Folgenabschätzung zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse werden in Tab. 3-13 [775] zusammengefasst. Die Kostensätze stammen aus verschiedenen Forschungsprojekten.

[771] Zitat: Kellermann (2012): Nachhaltigkeitsorientierte Diskontierung, S. 171
[772] vgl.: ebenda, S. 180
[773] vgl.: UBA (2012): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden, S. 38
[774] vgl.: ebenda
[775] Da die Quellenangaben für die Beschreibung der Umweltwirkungen sowie für die Kostensätze identisch sind, erfolgt deren Zusammenfassung in der letzten Zeile.

Umweltwirkung und resultierende Endpoints	Ansatz zur Monetarisierung	Kosten [/ Einheit]	Hinweis zur Plausibilität
Treibhauspotenzial (GWP) als CO2-Äqu.			
Anstieg der atmosphärischen THG-Konzentration führt zu einer Veränderung des vorherrschenden Klimas. Auf regionaler bzw. nationaler Ebene ist mit einer Zunahme von Extremwetterereignissen, dem Anstieg des Meeresspiegels, der Änderung des Energiebedarfs, Einschränkungen auf die Nahrungsmittelproduktion und die Landwirtschaft, einer Änderung der Wasserverfügbarkeit, Gesundheitsschäden, weiteren Schäden an Ökosystemen und dem Verlust biologischer Vielfalt zu rechnen.	Kosten bei Schadenseintritt (Schadensgrenzkosten) und Kosten zur Schadensvermeidung (Zielerreichungskosten) zur Erreichung des 2-Grad-Ziels	**0,08 €$_{2010}$ / kg CO_2-Äqu.** für kurzfristige Schätzungen **0,26 €$_{2050}$ / kg CO_2-Äqu.** Für langfristige Schätzungen	Gemäß UBA werden mittlere Schätzwerte von 80 bzw. 260 €/ (t CO_2-Äqu.) empfohlen Sensitivitätsanalysen für die gesamte Bandbreite als sinnvoll erachtet. Diese reichen von 40 bis 120 €/(t CO_2-Äqu.) für kurzfristige und von 130 bis 390 €/(t CO_2-Äqu.) für langfristige Betrachtungen.
Ozonschichtabbaupotenzial (ODP) als Trichlorfluormethan-Äqu.			
Abbau der stratosphärischen Ozonschicht führt zu einer Verringerung des Schutzes vor UV-Strahlung. Dadurch kommt es zu erhöhten Gesundheitsschäden durch Hautkrebs.	Schätzung externer Kosten für Schadenseintritt (Grenzkosten)	**11,85 €$_{2002}$ / kg R11-Äqu.**	Unsicherheiten - z.B. beim Einbezug von Todesfällen
Ozonbildungspotenzial (POCP) als Ethen-Äqu.			
Bildung von bodennahem, troposphärischem Ozon in der Atmosphäre führt zu einer human- und ökotoxischen Verunreinigung bodennaher Luftschichten. Dadurch kommt es zu Gesundheitsbeeinträchtigung durch Lungenfunktions-und Atemstörungen sowie Augenreizungen.	Schätzung externer Kosten für Schadenseintritt (Grenzkosten)	**0,265 €$_{2002}$ / kg C_2H_4-Äqu.**	Pflanzenschäden bleiben unberücksichtigt. Kostensätze sind tendenziell zu hoch, da die Quantifizierung positiver Effekte von NO_2 Konzentrationen nicht möglich ist.

Tab. 3-13: Folgen emissionsbedingter Wirkungen auf die Umwelt und deren monetäre Bewertung

Umweltwirkung und resultierende Endpoints	Ansatz zur Monetarisierung	Kosten [/ Einheit]	Hinweis zur Plausibilität
Versauerungspotenzial (AP) als Schwefeldioxid-Äqu.			
Schwefeloxid- und Stickoxidbelastung in umliegenden Luftschichten, Böden und Gewässern können zu Luftverunreinigung führen und "sauren Regen" sowie Bodenversauerung verursachen. Dies kann zu Waldsterben (Zuwachsverluste, erhöhter Schutz und Pflege, Erlöseinbußen) und Bauwerksschäden (Farbverluste, Schädigung von Naturstein, Polymeren, Beton sowie beschleunigte Korrosion) führen.	Schätzung externer Kosten für Schadensvermeidung (Zielerreichungskosten) und Schadenskosten	**10,1 €$_{2010}$ / kg SO_2-Äqu.**	Effekte können durch atmosphärische Deposition verstärkt werden, was jedoch aus methodischen Gründen nicht berücksichtig werden kann. Zudem werden gesundheitliche Schäden infolge sauer wirkender Schadstoffe nicht einbezogen.
Eutrophierungspotenzial (EP) als Phosphat-Äqu.			
Einträge in umliegende Böden und Gewässer führt zu einer Änderung des Nährstoffhaushalts zum Erhalt des ökologischen Gleichgewichtes. Dies führt zu Fischsterben durch vermehrtes Algenwachstum. Zudem kann eine Nitratbelastung im Trinkwasser zu Gesundheitsrisiken führen.	Schätzung externer Kosten für Schadensvermeidung (Reparaturmaßnahmen)	**1,7 €$_{2007}$ / kg PO_4^{3}-Äqu.**	Kosten basieren weitgehend auf Maßnahmen zur Trinkwasseraufbereitung. Ökologische Folgekosten werden unzureichend einbezogen
Quellen: IPCC (2013); UBA (2012) S. 56 ff.; Builtjes, Banzhaf et al. (2011) S. 89; Pe International (Hg.) (2011): S. 20 ff.; IPCC (2007) S.6; König, Kohler et al. (2009) S. 45; Schwarz, Harmeling et al.(2007) S. 3, 6 19ff; Forster, Ramaswamy (2007) S. 212 ff.; MPI (Hg.), Roeckner et al. (2006)	**Quellen:** UBA (2013): Best-Practice-Kostensätze ,S. 5, 9, 11 ; BMVBS (Hg.), Ulmer, Streck et al. (2010): S. 31, 41; Maibach, Sieber et al. (2007) S. 100, Adensam, Bruck et al. (2002) S. 40f.		

Für die Aspekte „Risiken für die lokale Umwelt“ und „Umweltverträgliche Materialgewinnung“ stehen bislang keine Kostensätze zur Verfügung. **Umweltverträgliche Materialgewinnung** adressiert u.a. die Nutzung von Hölzern und Holzwerkstoffen aus nachweislich nachhaltig bewirtschafteten Flächen und darüber hinaus den Einsatz von Natursteinen, die unter menschenwürdigen Bedingungen abgebaut wurden. Das Kriterium **Risiken für die lokale Umwelt** zielt auf den Einsatz von Baustoffen ab, die keine unmittelbare Gefahr für umliegende Böden und Gewässer oder die menschliche Gesundheit bergen.

Die hierbei zu betrachtenden Umweltwirkungen lassen sich nicht als gesonderte Wirkkategorie in einer Ökobilanz erfassen. Bestenfalls werden VOC-Emissionen in der Wirkkategorie Ozonbildungspotenzial erfasst, da VOC zu atmosphärischen Reaktionen mit Stickoxiden und unter Sonneneinwirkung zur Bildung von troposphärischem Ozon beiträgt.[776] Hierfür weist das UBA einen schadstoffbezogenen *Best Practice* Kostensatz von 1.600 $€_{2010}/(t_{NMVOC})$ aus.[777] Zudem tragen Halogene zum Ozonabbau und zum Treibhauseffekt bei. Inwieweit diese Stoffe bereits in der Ökobilanz erfasst sind und ob andere Stoffe, die gemäß DGNB/BNB zu berücksichtigen wären, monetär bewertet werden können, ist auf Basis umfangreicher Untersuchungen zu klären. Dies gehört jedoch bereits zur Quantifizierung der Zielertragsdifferenzen und wird hier nicht weiter vertieft.

Mit Bezugnahme auf die SETAC Wirkungskategorien[778] und nach eingehender Prüfung der DGNB/BNB Kriterien, ist darauf hinzuweisen, dass die Auswirkungen der folgenden Kriterienausprägungen ebenfalls emissionsbedingte Umweltwirkungen hervorrufen:

- Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit des Baukörpers (TEC1.5/4.1.3)
- Rückbau- u. Demontagefreundlichkeit (TEC1.6/4.1.4)
- Baustelle / Bauprozess (PRO2.1/5.2.1)

Für die Auswirkungen dieser Kriterien stehen bislang ebenfalls keine Kostensätze zur Verfügung, sodass auch detaillierte Untersuchungen erforderlich sind.

3.4.3.3 EINSATZ VON ROHSTOFFEN

Analog zum vorhergehenden Abschnitt werden hier die verfügbaren Informationen zur monetären Bewertung der Umweltaspekte in Bezug auf Ressourceninanspruchnahme und Abfallaufkommens untersucht.

Der **Primärenergiebedarf** wird ebenfalls in einer Ökobilanz über den gesamten Gebäudelebenszyklus berechnet und in $MJ/(m^2_{NGFa}\ a)$ angegeben. Hierbei wird zwischen dem Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie PE_{ne}, dem Gesamtprimärenergiebedarf PE_{ges} und dem Anteil erneuerbarer Energie unterschieden.

[776] vgl.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 29
[777] NMVOC: Nicht Methan flüchtige organische Verbindungen vgl.: UBA (2013): Best-Practice-Kostensätze, S. 9
[778] vgl.: UBA (1999): Bewertung in Ökobilanzen, S. 6

Durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe verursachen Luftschadstoffe gesundheitliche Schäden wie Asthma, Husten oder Bronchitis sowie Schäden an Gebäuden, z.B. Fassadenverschmutzung, und tragen darüber hinaus zum Klimawandel bei.[779] Einzubeziehende Umweltschäden sind vor allem Ernteausfälle und Wasserverschmutzung. Bei der Nutzung erneuerbarer Energien werden Kosten nicht durch Umweltbelastungen hervorgerufen, sondern maßgeblich durch Bau und Betrieb der Anlagen. Für die Strom- und Wärmeerzeugung stehen Best Practice Kostensätze in Abhängigkeit von den eingesetzten Energieträgern zur Verfügung (vgl. Tab. 3-14).

Best Practice Kostensätze für die **Stromerzeugung** - in Deutschland		Best Practice Kostensätze für die **Wärmeerzeugung** - in Deutschland	
Fossile			
Braunkohle	10,8 Ct./kWh$_{el}$	Heizung Öl	3,32 Ct./kWh$_{Endenergie}$
Steinkohle	8,94 Ct./kWh$_{el}$	Heizung Gas	2,28 Ct./kWh$_{Endenergie}$
Heizöl	8,06 Ct./kWh$_{el}$	Fernwärme mit Netzverlusten	3,48 Ct./kWh$_{Endenergie}$
Erdgas	4,91 Ct./kWh$_{el}$	Stromheizung mit Netzverlusten	6,29 Ct./kWh$_{Endenergie}$
		Braunkohle (Brikett)	6,17 Ct./kWh$_{Endenergie}$
Erneuerbare			
Biomasse	3,84 Ct./kWh$_{el}$	Wärmepumpe	2,13 Ct./kWh$_{Endenergie}$
Wasserkraft	0,18 Ct./kWh$_{el}$	Biomasse	1,88 Ct./kWh$_{Endenergie}$
PV DE	1,18 Ct./kWh$_{el}$	Solar thermisch	1,1 Ct./kWh$_{Endenergie}$
Wind DE	0,26 Ct./kWh$_{el}$		
Strommix			
Strommix - mit Kernkraft	7,8 Ct./kWh$_{el}$		
Strommix - ohne Kernkraft	7 Ct./kWh$_{el}$		
Strommix - erneuerbare E	1,8 Ct./kWh$_{el}$		
Bahnstrommix	7 Ct./kWh$_{el}$		

Tab. 3-14: Kostensätze der Strom- und Wärmeerzeugung[780]

Des Weiteren wird der **Frischwasserbedarf** für Trinkwasser, Sanitäranlagen, Grünflächenbewässerung und Reinigungsprozesse bilanziert und das daraus resultierende **Abwasseraufkommen** einschließlich Regenwasser berechnet. Dabei wird nicht der gesamte Lebenszyklus sondern lediglich die Nutzungsphase eines Bürogebäudes betrachtet. Da keine Kostensätze für externe Kosten vorliegen, wird ein alternativer Ansatz vorgeschlagen. Trinkwasser ist ein kostbares ökologisches Gut mit einer Reihe an wertvollen Umweltfunktionen. Andererseits gilt Deutschland als **wasserreiches Land**, in dem die Nutzungsrate der Ressource Wasser geringer ist als deren Regenerationsrate.[781] Zudem wird mit einer anhaltenden Reduzierung der Nutzungsrate gerechnet, da bspw. durch den steigenden Anteil der Nutzung regenerativer Energien der Kühlwasserbedarf für Wärmekraftwerke abnimmt.[782] Hinzu kommt, dass *„Wasser mit Ausnahme von einigen chemischen Prozessen nicht irrever-*

[779] vgl.: BMVBS (Hrsg.), Ulmer, Streck et al. (2010): Externe Kosten im Hochbau, S. 56
[780] Quelle: UBA (2013): Best-Practice-Kostensätze, S. 29, 31
[781] Ausgehend vom gesamten, theoretisch verfügbaren Wasserdargebot (Grund- und Oberflächenwasser) bleiben 82,9 % nicht genutzt. vgl.: BMUB (2011): Statistik Trinkwasserversorgung
[782] vgl.: BMU (2011): Wasserwirtschaft in Deutschland, S. 5

sibel verbraucht wird, sondern es verdunstet […] oder wird in Form von Biomasse gebunden."[783] Gemäß der aktuellen und der prognostizierten Situation bzgl. der Trinkwasserverfügbarkeit kann davon ausgegangen werden, dass in Deutschland langfristig nicht mit einem Trinkwassermangel zu rechnen ist.

In öffentlichen Kläranlagen anfallendes Abwasser kann nahezu vollständig durch biologische Aufbereitungsprozesse mit gezielter Nährstofffelimination behandelt werden.[784] Dabei werden insbesondere der Stickstoffgehalt um bis zu 81 % (2007) sowie der Phosphorgehalt um bis zu 90 % und damit die beiden Hauptverursacher für Eutrophierung und Versauerung reduziert.[785] Dabei entstehende Kosten werden vom Verbraucher durch **Abwasserkosten** getragen. Am Standort Berlin beträgt das Schmutzwasserentgelt 2,646 €/m³ und das Niederschlagswasserentgelt 1,825 €/m³.[786] Es handelt sich dabei zwar nicht um externe Kosten, jedoch um maßnahmenbezogene Kosten zur umweltgerechten Aufbereitung. Diese Maßnahmen können als Schadensvermeidungsmaßnahmen im weiteren Sinne bezeichnet werden. Daher wird vorgeschlagen, den bundesweiten Durchschnitt dieser Kostenarten als stellvertretende Kostensätze für das Abwasseraufkommen heranzuziehen. Andererseits gibt es intensive Forschungsaktivitäten, um Ökobilanzen für Abwasserreinigung zu erstellen.[787] Sobald die Methoden anwendungsreif zur Verfügung stehen, können die Umweltwirkungen der fünf Wirkkategorien aus Tab. 3-13 ermittelt und auf dieser Basis externe Kosten für die Abwasserreinigung berechnet werden.

Das letzte DGNB/BNB Kriterium der ökologischen Qualität adressiert die Flächen- oder **Naturrauminanspruchnahme**, in m² neu versiegelte Fläche angegeben wird. In den letzten 40 Jahren hat sich der Bedarf an **Siedlungs- und Verkehrsflächen** in Deutschland nahezu verdoppelt.[788] Da hiermit ein Verlust von Lebensraum für Tiere und Pflanzen einhergeht, fordert die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung eine Senkung des Flächenverbrauchs von 120 (Stand 2003) auf 30 Hektar pro Tag bis zum Jahr 2020[789]. Im Jahr 2012 betrug der tägliche Flächenverbrauch 74 Hektar pro Tag.[790]

Es liegen keine konkreten Kostensätze für externe Kosten durch Nutzung von Naturraum für Bauflächen vor. Allerdings liegt ein alternativer Kostensatz vor, der im Rahmen eines Forschungsprojektes erhoben wurde, bei dem externe Kosten zur Ermittlung von Straßenbenutzungsgebühren ermittelt wurden.[791] Hierbei wurden Kosten der Flächenversiegelung von

[783] Zitat: Holger König et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, S. 44, 2. Abschn.
[784] vgl.: BMU (2011): Wasserwirtschaft in Deutschland, S. 5
[785] vgl.: ebenda, S. 6
[786] vgl.: Berliner Wasserbetriebe (2014): Tarife für Trinkwasser und Abwasser
[787] vgl.: Lehmann (2013): Lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsanalyse von Technologien, S. 39 f.; Remy (2012): Ökobilanzen LCA in der Abwasserbehandlung, S. 24
[788] vgl.: Ebert, Eßig et al. (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude, S. 14
[789] vgl.: UBA (2004): Hintergrundpapier: Flächenverbrauch, ein Umweltproblem mit wirtschaftlichen Folgen, S. 5
[790] vgl.: UBA (2014): Flächensparen
[791] vgl.: Dahl (2010): Berücksichtigung externer Kosten

zuvor unberührter Natur sowie von landwirtschaftlich genutzter Fläche ermittelt. Unter Einbezug der Kosten für die spätere Flächenentsiegelung, für die Wiederherstellung von Biotopen und für weitere Effekte beträgt der Kostensatz 52 €/m² neuversiegelte Fläche.[792] Ist von einer Kontaminierung des Bodens durch die Flächennutzung auszugehen, muss der Kostensatz von 62 €/m² hinzu addiert werden.[793] Entsprechend kann der externe Nutzen quantifiziert werden, wenn Baugrundstücke dekontaminiert werden (*Brownfield Development*). Daher wird vorgeschlagen, diese Kostenarten als stellvertretende Kostensätze für die Flächeninanspruchnahme heranzuziehen. Da der Baugrund für ein Bürogebäude anders als für Straßen überwiegend den innerstädtischen Raum betrifft, kann davon ausgegangen werden, dass die stellvertretenden Kostensätze zu hoch sind. Um die mit der Flächenversiegelung von Baugrund einhergehenden Umweltwirkungen zu monetarisieren, sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass für einen Großteil der Umweltwirkungen bereits Kostensätze vorliegen. Es ist im Einzelnen zu prüfen, ob sich die UBA Methodenkonvention auf die übrigen ökologischen Kriterien anwenden lässt. Dabei können auch Zielerreichungskosten sowie Gesamtkosten mit Top-Down-Ansatz einbezogen werden.

3.4.3.4 KRITISCHE WÜRDIGUNG

Kritik erfährt die Wirkungsabschätzung, da die zugrunde liegenden toxikologischen Zusammenhänge und deren dynamische Effekte zu komplex sind, um exakte Wirkungen abzuschätzen.[794] Zudem kann nicht davon ausgegangen werden, dass die monetäre Bewertung einer Wirkkategorie zwangsläufig linear zur Ausprägung anwächst.[795] Daher werden Kostensätze in Form von **Bandbreiten** angegeben und ein mittlerer Wert als zentraler Wert für die Berechnung empfohlen. Darüber hinaus wird vorgeschlagen, Sensitivitätsanalysen auf Basis der gesamten Bandbreite durchzuführen. Zudem wird zwischen kurz-, mittel- und langfristigen Kostensätzen unterschieden, um zu berücksichtigen, dass die Schadens- und die Vermeidungskosten im Zeitablauf steigen.[796]
Umweltfunktionen und –Leistungen, die weder über den Wirkungspfad noch über Zielerreichungskosten monetarisiert werden können, sind durch **Zahlungsbereitschaftsanalysen** für Naturschutzleistungen zu erheben. Dabei geben individuell Bewertende an, wie hoch die Zahlungsbereitschaft wäre, um den Verlust einer Naturleistung oder ein bestimmtes Schadensbild zu vermeiden.[797] Dem steht gegenüber, dass Naturkapitalien kollektive Güter sind, deren Schutz nicht von der der monetären Kompensationsbereitschaft einer bestimmten

[792] vgl.: Dahl (2010): Berücksichtigung externer Kosten, S. 120 ff.
[793] vgl.: ebenda
[794] vgl.: Geldermann (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion, S. 29
[795] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S. 35
[796] vgl.: UBA (2013): Best-Practice-Kostensätze, S. 5 f.
[797] vgl.: Döring, Ott et al. (2007): Eine Naturkapitaldefinition, S.4

Personengruppe abhängen darf.[798] Vor diesem Hintergrund ist ein kritischer Umgang mit Kosten (-anteilen) aus Zahlungsbereitschaften zu pflegen und wenn möglich ganz darauf zu verzichten.

Bei sehr hohen Anforderungen an die thermische Qualität der Außenhülle, verlagert sich ein Teil der in der Nutzungsphase „eingesparten" Umweltwirkungen in die Erstellungsphase.[799] Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass bei einer leichten Bauweise zwar weniger Baustoffe (bezogen auf die Masse) benötigt werden als bei einer schweren Bauweise, dass letztere allerdings im Regelfall eine längere mittlere technische Lebensdauer aufweist.[800] Bei einer Lebenszyklusanalyse, bei der nach 50 Jahren vom „end of life" ausgegangen wird und keine Berücksichtigung der ökologischen Restnutzungsdauer erfolgt, wäre einer leichten Bauweise stets der Vorzug zu gewähren. Für eine realitätsnahe und ganzheitliche Optimierung wird empfohlen, bei der LCA mehrere Nutzungszeiträume (50, 80, 100 Jahre) einzubeziehen und eine **Dominanzanalyse** zur Identifikation der stoff- und energieintensiven Lebenszyklusphasen durchzuführen.[801] Auf Basis der monetarisierten Ergebnisse können die betrachteten Planungsalternativen weiter optimiert werden.

Anders als bei den Wirkkategorien in Tab. 3-13 trifft die Annahme, dass ähnliche Untersuchungssysteme zu ähnlichen Verteilungen von Indikatorenergebnissen in Wirkungskategorien führen, für die verbrauchsabhängigen Aspekte nicht zu. Dies betrifft sämtliche Aspekte der Ressourceninanspruchnahme sowie „Risiken für die lokale Umwelt" und „Umweltverträgliche Materialgewinnung". Hierbei hängt das Schadenspotenzial maßgeblich von der Menge verbrauchter Güter oder eingesetzter Stoffe ab und kann nicht pauschalisiert werden. Unter der Voraussetzung, dass sich die Wirkungen dieser Aspekte monetarisieren lassen, bestünde eine Lösungsmöglichkeit in der **dynamischen Gewichtung**. Folglich müssten die Kriteriengewichtungen für jedes Projekt individuell berechnet werden und würden sich nach dem kriterienspezifischen Schadenspotenzial richten. Andererseits würde dies dazu führen, dass ein reduziertes Schadenspotenzial zu einer geringen Gewichtung führt, wodurch die damit verbundenen Maßnahmen nicht gewürdigt werden können. Daher muss die Pauschalisierung von interindividuellen Bedarfs- und Verbrauchswerten in Kauf genommen werden.

Die Beurteilung der Höhe der Umweltwirkungen pro Wirkungskategorie erfolgt gemäß DGNB/BNB auf Basis von **Benchmark**-Werten und damit ebenso auf pauschalisierten Vergleichswerten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine vergleichende Aussage von Umweltwirkungen zweier Produkte nur dann möglich ist, wenn funktionale Äquivalenz vorliegt. Die damit verbundenen Schwierigkeiten wurden bereits im Zusammenhang mit der LCC (vgl. Abschnitt 3.3.) sowie mit der Normierung (vgl. Abschnitt 2.4.2.3) erläutert und gelten für die LCA gleichermaßen.

[798] vgl.: Döring, Ott et al. (2007): Eine Naturkapitaldefinition, S.4
[799] vgl.: Vogdt, Kochendörfer et al. (2010): Lebenszyklusanalyse als Instrument, S. 324 f.
[800] Zeumer et al. (2009): Nachhaltiger Materialeinsatz - Graue Energie im Lebenszyklus, S. 54
[801] vgl.: König, Kohler et al. (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, S. 48

Es ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den Ergebnissen einer Ökobilanz um **potenzielle Umweltwirkungen** über einen definierten Zeitraum und unter bestimmten Annahmen handelt, die zudem stark zusammengefasst wurden. Hierbei ist auch zu beachten, dass hinsichtlich der Datenbasis noch einige Defizite in Bezug auf die Rückbau- und Entsorgungsphase existieren. Folglich existieren auch bei der Monetarisierung dieser Ergebnisse methodische Schwierigkeiten sowie Unsicherheiten. Monetäre Bewertungen von Umweltwirkungen sind daher als **Schätzungen** zu betrachten, deren Aussagekraft als solche zu interpretieren ist. Es wird konstatiert, dass bislang keine andere Methode zur Verfügung steht, mit der die verschiedenen Umweltwirkungen einheitlich dimensioniert und auf einer Kardinalskala abgebildet werden können. Im Rahmen der Erhebung von noch fehlenden Kostensätzen sollte auch eine Überprüfung und ggf. Anpassung bestehender Kostensätze vorgenommen werden. Die Unterschiede zwischen den Kostensätzen von 2007 und 2010 untermauern dies.
Insgesamt erfordert die ökologische Zielertragsmessung umfangreiche Untersuchungen zur Erhebung der noch fehlenden Kostensätze. Als eine alternative Methode zur Überprüfung der ökologischen DGNB/BNB Kriterien kann die UBA Methodenkonvention zur Priorisierung aller Umweltwirkungen verwendet werden.[802] Diese kommt einer umweltbezogenen Risikobewertung gleich. Voraussetzung für den dabei zur Anwendung kommenden *distance-to-target* Ansatz ist, dass ein Umweltziel für jede Umweltwirkungen vorhanden ist. Hierbei muss jedoch in Kauf genommen werden, dass sich die Zielertragsdifferenzen nicht auf einer Kardinalskala abbilden lassen. Folglich sind Informationsgewinn und der Aufwand bei einer vollständigen Abbildung der Kriterien gegen den Genauigkeitsverlust der Ergebnisse bei der Priorisierungsmethode abzuwägen.

3.4.4 KONKRETISIERUNG DES ÖKOLOGISCHEN NUTZENS

Nachfolgend wird der ökologische Zielwertindikator definiert und zugehörige Zielwertfunktionen aufgestellt. Zudem wird das Vorgehen der ökologischen Zielertragsmessung erläutert.

3.4.4.1 ÖKOLOGISCHER ZIELWERTINDIKATOR

Ergebnis der letzten Abschnitte ist, dass der ökologischen Nutzen eines nachhaltigen Gebäudes im Vergleich zu konventionellen auf Basis seines monetarisierten Schadenpotenzials dimensioniert werden kann. Folglich besteht der konkrete ökologische Nutzen nachhaltiger Gebäude darin, das **Schadenspotenzial** durch emissionsbedingte Umwelteinwirkungen sowie das der Ressourcennutzung zu reduzieren. Trotz der sachlogischen, räumlichen und methodischen Unterschiede zwischen **emissionsbedingten und ressourcenbezogenen Auswirkungen** lassen sich die daraus resultierenden Schäden in einer Wertdimension (externe Kosten) abbilden.

[802] Auf Basis der Methodenkonvention nach UBA (1999): Bewertung in Ökobilanzen

Folglich wird der ökologische Nutzen beider Wirkungskategorien unter dem **Zielwertindikator** g_4 **ökologisches Schadenspotenzial** subsumiert. Auf dieser Basis können Bedeutungsunterschiede der ökologischen Kriterien quantifiziert werden.

3.4.4.2 ÖKOLOGISCHE ZIELWERTFUNKTION

Die Quantifizierung der Bedeutung ökologischer Wirkungen erfolgt auf Basis ihrer monetarisierten Schadensausmaße. In diesem Abschnitt werden Zielwertfunktionen aufgestellt, um zu beschreiben, wie eine wirkungsbasierte Gewichtung ökologischer Kriterien erfolgen kann. Den Ausgangspunkt hierfür bilden die Kostensätze für externe Kosten und eine repräsentative Anzahl an Bürogebäuden bzw. deren ökologische Bewertung.

Um auf Basis der **externen Kosten eine Gewichtung der Kriterien** durchzuführen, ist nach dem Prinzip intersystemarer Vergleiche eine statistische Auswertung durchzuführen. Hierfür werden die absoluten, externen Kosten berechnet und anschließend die relativen Anteile einzelner Umweltwirkungen an den Gesamtkosten ermittelt. Da die externen Kosten auf realen Kriterienausprägungen basieren, ist die Spannweite dieser Ausprägungen bei der Berechnung der Gewichtungen einzubeziehen. Dies erfolgt in Anlehnung an STRÖBELE[803] und UBA[804] auf Basis realer Ausprägungen von Planungsalternativen. Anhand der externen Kosten aller einbezogenen Alternativen können die mittleren Anteile berechnet und hieraus Gewichtungen abgeleitet werden. Da keine Angaben zum Verlauf der Nutzenfunktion vorliegen und komparative Abweichungen schwer zu beurteilen sind, wird zusätzlich ein Approximationsverfahren zur Relevanzbeurteilung angewandt.[805] Dabei wird im Wesentlichen die **relative Spannweite** zwischen den maximalen und minimalen Werten als Korrekturfaktor einbezogen. Dabei liegt die Annahme zugrunde, dass sich der potenzielle Nutzen einer Umweltwirkung reduziert, wenn die Ergebnisse der Planungsalternativen eine kleine Spannweite aufweisen und $r_{i,min}$ einen relativ hohen Wert annimmt. Dadurch erlangen die Kriterien einen großen Nutzen, die ein großes Potenzial aufweisen (große Spannweite), das in der Praxis auch tatsächlich ausgeschöpft werden kann (nahe am Nullpunkt). Unter Einbezug der Ausprägungen aller Planungsalternativen einer Umweltwirkung r_i gilt:

$$r_i(\mathrm{a}_j)^* = \left(\frac{r_{i,\max} - r_{i,\min}}{r_{i,\max}}\right) \cdot r_i(a_j) \qquad (3.16)^{806}$$

$r_i(a_j)$ externe Kosten, die in einem Kriterium k_i mit der Ausprägung der Alternative a_j erreicht werden [€]

[803] vgl.: Ströbele (2013): Grenzen des Carbon Footprint, S. 341
[804] vgl.: UBA (1999): Bewertung in Ökobilanzen, S. 14 ff.
[805] vgl.: Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 38 f.
[806] in Anlehnung an Weber (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen, S. 39

$r_i(a_j)^*$ zur Relevanzbeurteilung korrigierte externe Kosten, die in einem Kriterium k_i mit der Ausprägung der Alternative a_j erreicht werden [€]

$r_{i,\max}$ Maximalwert der externen Kosten, die in einem Kriteriums k_i bezogen auf die Ausprägungen aller einbezogenen Alternativen a_j erreicht werden [€]

$r_{\mathrm{i,min}}$ Minimalwert der externen Kosten, die in einem Kriteriums k_i bezogen auf die Ausprägungen aller einbezogenen Alternativen a_j erreicht werden [€]

Im nächsten Schritt wird der relative Anteil der Umweltwirkung bzw. des Kriteriums an den gesamten externen Kosten einer jeden Planungsalternative ermittelt. Dabei handelt es sich um den normierten Zielertrag eines Kriteriums mit Bezug auf eine Planungsalternative a_j. Für c = 4 gilt:

$$v_4(k_i(a_j)) = \frac{r_i(a_j)^*}{\sum_{i=1}^{n_c} r_i(a_j)^*} \tag{3.17}$$

$v_4(k_i(a_j))$ Normierter Zielertrag eines Kriteriums k_i für den Zielwertindikator g_4 bezogen auf die Ausprägungen einer Alternative a_j

n_c Anzahl der zugehörigen Kriterien des Zielwertindikators g_c

Schließlich werden die normierten Zielerträge aller Planungsalternativen gemittelt so der mittlere kriterienspezifische Anteil am Zielwertindikator berechnet. Dieser entspricht dem lokalen Gewichtungsfaktor. Da die ökologischen Auswirkungen auf Kriterienebene betrachtet werden, können die lokalen Kriteriengewichtungen unabhängig von den Gleichungen (3.3) und (3.8) direkt ermittelt werden.[807] Folglich gilt für $c = 4$:

$$\hat{w}_{i,4}^* = \frac{\sum_{j=1}^{m} v_4(k_i(a_j))}{m} \tag{3.18}$$

$\hat{w}_{i,4}^*$ lokaler Gewichtungsfaktor eines Kriteriums k_i bezogen auf den Zielwertindikator g_4

Um das hier beschriebene Verfahren zu veranschaulichen, wurden die lokalen Gewichtungsfaktoren aus Gleichung (3.18) für sechs Kriterien auf Basis von sechs Bürogebäuden exemplarisch berechnet und in Tab. 3-15 zusammengefasst. Die Ergebnisse bestätigen die An-

[807] Dies gilt unter der Bedingung, dass die fünf emissionsbedingten Wirkungskategorien des DGNG Kriteriums ENV1.1 als fünf einzelne Kriterien entsprechend der BNB Kriterien 1.1.1 bis 1.1.5 berücksichtigt werden.

nahme hinsichtlich der intersystemaren Vergleiche für die hier betrachteten Umweltwirkungen. Auffällig ist, dass das Schadenspotenzial hauptsächlich vom Primärenergiebedarf, Treibhauspotenzial und Versauerungspotenzial ausgeht. Unter Einbezug weiterer Wirkungskategorien und Ressourcenverbräuche werden sich die einzelnen Werte der lokalen Kriteriengewichtungen zwar nach unten korrigieren, die bereits ermittelten prozentualen Verhältnisse bleiben jedoch erhalten.

Kostensatz	**$r_i(a_j)$ = externe Kosten pro m² NGF über 80 Jahre**										
		a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	Einheit	$r_{i,max}$	$r_{i,min}$	$\hat{w}^*_{i,4}$
Treibhauspotenzial											
0,08	$v_4(k_i(a_j))$	*24%*	*11%*	*20%*	*25%*	*25%*	*23%*				
€/(kg CO_2-Äqu.)	$r_i(a_j)$*	21,14	7,61	14,51	27,98	17,85	22,75	€/m²$_{NGF}$	38,43	10,44	21%
	$r_i(a_j)$	29,03	10,44	19,93	38,43	24,51	31,23	€/m²$_{NGF}$			
Versauerungspotential											
10,10	$v_4(k_i(a_j))$	*13%*	*16%*	*15%*	*13%*	*13%*	*13%*				
€/(kg SO_2-Äqu.)	$r_i(a_j)$*	11,03	10,65	10,94	14,34	9,76	12,89	€/m²$_{NGF}$	44,93	30,59	14%
	$r_i(a_j)$	34,55	33,38	34,29	44,93	30,59	40,38	€/m²$_{NGF}$			
Ozonbildungspotential											
0,27	$v_4(k_i(a_j))$	*0%*	*0%*	*0%*	*0%*	*0%*	*0%*				
€/(kgC_2H_4-Äqu.)	$r_i(a_j)$*	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,13	€/m²$_{NGF}$	0,27	0,14	0%
	$r_i(a_j)$	0,17	0,16	0,16	0,14	0,15	0,27	€/m²$_{NGF}$			
Ozonschichtabbaupotential											
11,85	$v_4(k_i(a_j))$	*0%*	*0%*	*0%*	*0%*	*0%*	*0%*				
€/(kg R11-Äqu.)	$r_i(a_j)$*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	€/m²$_{NGF}$	0,00	0,00	0%
	$r_i(a_j)$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	€/m²$_{NGF}$			
Überdüngungspotential											
1,70	$v_4(k_i(a_j))$	*0%*	*0%*	*0%*	*0%*	*0%*	*0%*				
€/(kg PO_4^{3-}-Äqu.)	$r_i(a_j)$*	0,11	0,11	0,10	0,13	0,09	0,13	€/m²$_{NGF}$	0,42	0,29	0%
	$r_i(a_j)$	0,36	0,33	0,32	0,42	0,29	0,40	€/m²$_{NGF}$			
Primärenergiebedarf											
0,001-0,184 €/kWh	$v_4(k_i(a_j))$	*63%*	*73%*	*64%*	*63%*	*62%*	*64%*				
	$r_i(a_j)$*	54,77	49,17	45,24	71,60	44,77	63,40	€/m²$_{NGF}$	191,08	119,48	65%
	$r_i(a_j)$	146,16	131,21	120,74	191,08	119,48	169,18	€/m²$_{NGF}$			
Gesamt											
	$\sum v_4(k_i(a_j))$	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*				
	$\sum r_i(a_j)$*	87,13	67,61	70,88	114,13	72,54	99,29	€/m²$_{NGF}$			
	$\sum r_i(a_j)$	210,28	175,53	175,45	275,00	175,01	241,47	€/m²$_{NGF}$			

Tab. 3-15: Exemplarische Ermittlung von Gewichtungen für ökologische Kriterien [808]

[808] Quelle der absoluten, externen Kosten vgl.: BMVBS (Hrsg.), Ulmer al. (2010): Externe Kosten im Hochbau

Es ist jedoch anzumerken, dass eine repräsentative Zahl von Bürogebäuden auszuwerten ist, um eine belastbare Datenbasis zu erhalten. Zuvor sind auf Basis des DGNB/BNB Kriterienkatalogs noch fehlende Kostensätze für externe Kosten in Bezug auf Bürogebäude zu ermitteln und ggf. vorhandene Kostensätze zu überprüfen. Hierfür stehen konkrete Verfahrensschritte des UBA zur Verfügung.[809] Der Bilanzrahmen sowie räumliche und zeitliche Systemgrenzen werden dabei von den DGNB/BNB Methodenkonventionen vorgegeben.

3.5 ZUSAMMENFASSUNG

Nachfolgend werden die Ergebnisse aus den vorangegangenen Abschnitten zusammengefasst und weitere Konsequenzen für die Gewichtungsmodelle abgeleitet.

3.5.1 ZIELWERTINDIKATOREN

Ein zentrales Ergebnis besteht in den Zielwertindikatoren (ZWI), auf deren Basis kriterienspezifische Zielerträge quantifiziert und Gewichtungen abgeleitet werden können. Die ZWI, deren Aussagekraft sowie zugehörige Methoden wurden in Tab. 3-16 zusammengefasst.

	Zielwert-indikator	Methode zur Zielertragsmessung	Grundlage für Gewichtungen	Aussagekraft der Zielwertindikatoren
Soziokultur	Nutzerzufriedenheit am Büroarbeitsplatz g_1	Messung von attributspezifischen Zufriedenheitswirkungen mit der KANO Methode	Spannweite zwischen positiven und negativen Zufriedenheitswirkungen	Potenzial eines Kriteriums Zufriedenheit/ Unzufriedenheit hervorzurufen
Ökonomie	Lebenszykluskosten-Niveau g_2	Messung der Kosteneffektivität mit LCC	Gewichtung des Zielwertindikators (nur ein Kriterium vorhanden)	Kosteneffektivität einer Immobilie über den Lebenszyklus (Wirkbeziehung zwischen Erst- und Folgekosten.
	Wert- und Kostenstabilität g_3	Risikobewertung und Integration in DCF Berechnung in Anlehnung an ESI ®	Streubreite der Risikoerwartungswerte	Beitrag, den ein Kriterium zur Stabilität des LZK-Niveaus und zum langfristiger Werterhalt leisten kann
Ökologie	ökologisches Schadenspotenzial g_4	Schätzung externer Kosten auf Basis von Wirkungspfadanalysen / LCA	Erwartungswerte der Schäden bzw. der Schadensreduktion	Potenzial eines Kriteriums zu Umweltschäden beizutragen

Tab. 3-16: Indikatoren und Methoden zur Zielertragsmessung

[809] vgl.: UBA (2013): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden; BMVBS (Hrsg.), Ulmer, Streck et al. (2010): Externe Kosten im Hochbau

Je nach Wahl des Gewichtungsmodells erfolgt die Zuordnung der Kriterien zu einem ZWI auf Basis ihrer Auswirkungen auf ein Schutzziel (integrativer Ansatz) oder auf Basis ihrer Zugehörigkeit zu einer DGNG/BNB Qualität (hierarchischer Ansatz).
Für die Dimensionierung eines ZWI war entscheidend, welche **Wirkung im Sinne der Zielsetzung** zu bewerten ist. So stellt bspw. das LZK-Niveau selbst das zu beurteilende Qualitätsmerkmal dar und reflektiert den Erfüllungsgrad in Bezug auf die ökonomischen Schutzziele *Minimierung der Lebenszyluskosten* sowie *Verbesserung der Wirtschaftlichkeit*. Treibhausgasemissionen können hingegen erst über ihren potenziellen Beitrag zum ökologischen ZWI bewertet werden, der als Maßstabsfaktor für die ökologischen Schutzziele dient.

Darüber hinaus wurde festgestellt, dass eine Zielertragsmessung nur sinnvoll ist, wenn sich der potenzielle Zielertrag einer Gebäudeeigenschaft prinzipiell standardisieren lässt. Für einige wenige ökologische Aspekte, wie z.B. Wasser- und Energieverbrauch, können die kriterienspezifischen Beiträge in Abhängigkeit der individuellen Gebäudeausprägung stark differieren. Daher lassen sich die potenziellen Auswirkungen nicht zuverlässig in Form eines gemittelten Werts ausdrücken.
Gemäß DIN EN 15643 sollen mit den o.g. ZWI **positive und negative Auswirkungen** erfasst werden. Der bipolare Charakter trifft auf sämtliche ZWI zu und verleiht einer Bewertung auf Basis wirkungsbasierter Gewichtungen eine erweiterte Aussagekraft. Dies ermöglicht die Identifikation der Alternative mit dem größten Nutzen hinsichtlich der **Ausschöpfung der Potenziale** zur

- Steigerung der Nutzerzufriedenheit,
- Realisierung eines vergleichsweise geringen LZK-Niveaus,
- Steigerung der Wert- und Kapitalstabilität sowie zur
- Minderung der Beiträge, die in Umweltschäden resultieren

und gleichzeitig mit dem größten Nutzen hinsichtlich der **Vermeidung von Risiken** zur:

- Minderung der Nutzerzufriedenheit,
- Realisierung eines vergleichsweise hohen LZK-Niveaus,
- Minderung der Wert- und Kapitalstabilität sowie zur
- Steigerung der Beiträge, die in Umweltschäden resultieren.

Gemäß den Modellen zur Quantifizierung der Zielerträge wird die **Spannweite** dieser positiven und negativen mittlere Zielerträge in die Berechnung der Gewichtungen einbezogen.

Auf Basis der drei Modelle zur Zielertragsmessung kann die Relevanz der DGNB/BNB Kriterien für das Zielsystem quantifiziert werden.

3.5.2 AGGREGATIONSREGELN FÜR DEN INTEGRATIVEN ANSATZ

Eine Zusammenfassung der DGNB/BNB Kriterien mit Auswirkungen auf o.g. ZWI wurde in Anhang 5 zusammengefasst. Insgesamt können bis auf einige Kriterien der Prozessqualität alle Kriterien einem oder mehreren ZWI zugeordnet werden.

Die Aggregation der einzelnen Bewertungsergebnisse basiert auf einem Modell der additiv multiplikativen Wertaggregation. Dementsprechend werden die lokalen Kriteriengewichtungen mit den Gewichtungen der oberen Hierarchieebenen multipliziert (vgl. Gleichung 3.5). Beim integrativen Ansatz bestehen diese aus den lokalen Gewichtungsfaktoren der Zielwertindikatoren $\tilde{w}_c$ und den globalen Gewichtungsfaktoren der Nachhaltigkeitssäulen $\hat{w}_s$.

Diesbezüglich wurden in den vorangegangenen Abschnitten Vorschläge entwickelt, die wie folgt zusammengefasst werden können:

Nachhaltigkeitssäule	$\hat{w}_s$	**Zielwertindikator**	g_c	$\tilde{w}_c^*$	$\tilde{w}_c = \tilde{w}_c^* \cdot \hat{w}_s$
Soziokultur	$\hat{w}_1 = 33,\overline{3}\%$	Nutzerzufriedenheit am Büroarbeitsplatz	g_1	$\tilde{w}_1^* = 100\%$	$\tilde{w}_1 = 33,\overline{3}\%$
Ökonomie	$\hat{w}_2 = 33,\overline{3}\%$	LZK-Niveau	g_2	$\tilde{w}_2^* = 33,\overline{3}\%$	$\tilde{w}_2 = 11,\overline{1}\%$
		Wert- und Kostenstabilität	g_3	$\tilde{w}_3^* = 66,\overline{6}\%$	$\tilde{w}_3 = 22,\overline{2}\%$
Ökologie	$\hat{w}_3 = 33,\overline{3}\%$	ökologisches Schadenspotenzial	g_4	$\tilde{w}_4^* = 100\%$	$\tilde{w}_4 = 33,\overline{3}\%$

Tab. 3-17: Gewichtungen der Zielwertindikatoren nach dem integrativen Ansatz

Diese kompensatorischen Beziehungen der Zielwertindikatoren untereinander können sachlogisch und plausibel begründet werden. Dennoch wird die Diskussion in einem unabhängigen Expertengremium hierbei als sinnvoll angesehen. Die Ergebnisse müssten jedoch in jedem Fall begründet werden. In diesem Rahmen sind weitere Regeln festzulegen, um das Maß der gegenseitigen Substitution zwischen den Nachhaltigkeitssäulen zu regulieren. In Anlehnung an das DGNB/BNB Bewertungssystem könnten Mindesterfüllungsgrade für die Nachhaltigkeitssäulen festgelegt und mit den Zertifizierungsstufen verknüpft werden. Dabei muss im Einzelnen überprüft werden, ob der zugrunde gelegte Maßstab äquivalent mit den Ziel-, Referenz- und Grenzwerten der Bewertungskriterien ist. Gleichwohl besteht eine Schwierigkeit darin, die Kriterien nach erfolgter Zielertragsmessung wieder den DGNB/BNB Qualitäten zuzuordnen. Unter Beibehaltung der Mindesterfüllungsgrade käme es zu Verzerrungseffekten und Allokationsproblemen. Bevor hierfür eine geeignete Lösung gefunden werden kann, sind die Gewichtungen zu verifizieren.

3.5.3 AGGREGATIONSREGELN FÜR DEN HIERARCHISCHEN ANSATZ

Beim hierarchischen Ansatz bestehen die übergeordneten Hierarchieebenen aus den Zielwertindikatoren und den Qualitäten. Die Gewichtungen wurden in Tab. 3-18 zusammengefasst. Der Nachteil des wirkungsbasierten, hierarchischen Gewichtungsmodells besteht darin, dass es nur für drei von sechs Qualitäten anwendbar ist. Die Frage, wie technische, prozessuale und standortbezogene Aspekte gewichtet werden können, bleibt hierbei ungelöst.
Im Hinblick auf die zusätzlichen **Aggregationsregeln** zur Vermeidung intradimensionaler Kompensation gelten die Mindesterfüllungsgrade für Qualitäten des DGNB/BNB Bewertungssystems (vgl. Tab. 2-13). Es ist davon auszugehen, dass konkurrierende Zielbeziehungen zwischen Kriterien bestehen, die verhindern, dass deren maximale Ausprägung gleichzeitig erreicht werden kann (z.B. *Thermischer Komfort im Sommer* und *Lebenszykluskosten*). Dadurch ist es unmöglich, einen Gesamterfüllungsgrad von 100 % zu erreichen.

DGNB/BNB Qualität	w_q	**Zielwertindikator**	g_c	$\tilde{w}_c^*$	$\tilde{w}_c = \tilde{w}_c^* \cdot w_q$
Soziokulturelle und funktionale	$w_1 = 22,5\%$	Nutzerzufriedenheit am Büroarbeitsplatz	g_1	$\tilde{w}_1^* = 100\%$	$\tilde{w}_1 = 22,5\%$
Ökonomische	$w_2 = 22,5\%$	LZK-Niveau	g_2	$\tilde{w}_2^* = 33,\overline{3}\%$	$\tilde{w}_2 = 7,5\%$
		Wert- und Kostenstabilität	g_3	$\tilde{w}_3^* = 66,\overline{6}\%$	$\tilde{w}_3 = 15\%$
Ökologische	$w_3 = 22,5\%$	ökologisch es Schadenspotenzial	g_4	$\tilde{w}_4^* = 100\%$	$\tilde{w}_4 = 22,5\%$

Tab. 3-18: Gewichtungen der Zielwertindikatoren nach dem hierarchischen Ansatz

3.5.4 FAZIT

Auf Basis des theoretisch hergeleiteten Konstrukts zur multidimensionalen Zielertragsmessung können die Kriterienauswirkungen mit dem Zielsystem verknüpft und wirkungsbasierte Gewichtungen abgeleitet werden. Das **erste Forschungsziel** ist erfüllt. Der Nutzen, der bei Erfüllung der Schutzziele des Nachhaltigen Bauens entsteht, wurde dimensioniert und in messbare Zielwertindikatoren überführt. Darüber hinaus wurden die Wirkungszusammenhänge zwischen den DGNB/BNB Kriterien bzw. deren Ausprägung und dem potenziellen Zielerträgen in Zielwertfunktionen beschrieben, womit auch das **zweite Forschungsziel** erreicht wurde. Damit wurden die Voraussetzungen geschaffen, um die **Wertsynthese an Wirkungsaussagen** und die Aussagekraft des Bewertungsergebnisses stärker an den übergeordneten Zielsetzungen der Nachhaltigkeit ausrichten.

Nachdem damit der **konzeptionelle Teil** dieser Arbeit abgeschlossen ist, erfolgt die praktische Anwendung und Erprobung eines Modells zur Zielertragsmessung. Auf Basis der Ergebnisse soll verdeutlicht werden, dass die DGNB/BNB Kriteriengewichtungen anhand von wirkungsbasierten Kriteriengewichtungen überprüft und ggf. korrigiert werden können. Dementsprechend sind die potenziellen Zielerträge durch Messung zu quantifizieren. Aufgrund des Umfangs der zu erhebenden Daten, stellt die Quantifizierung der Zielerträge für alle ZWI ein aufwändiges Unterfangen dar. Mit drei unterschiedlichen Erhebungsmethoden ist eine sehr breite Datenbasis für eine Vielzahl an Kriterien bzw. deren Attribute zu generieren. Um den Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu überdehnen, erfolgt die Quantifizierung wirkungsbasierter Zielerträge am Beispiel der soziokulturellen Zielertragsmessung.

Dem Anwender des Bewertungssystems wird unterstellt, dass er den Nutzen der Immobilie hinsichtlich der in den Schutzzielen verankerten Nachhaltigkeitsgesichtspunkte maximieren möchte. Die Nutzenvorstellungen beruhen dabei auf den Nutzeneffekten für die menschliche Gesellschaft. Auf Basis der Nutzentheorie ist der Nutzen selbst das Maß zur Befriedigung von Bedürfnissen und hängt gleichzeitig von der Menge verbrauchter Güter ab.[810] Dabei sind die zahlreichen Wechselwirkungen zwischen soziokulturellem, ökonomischen und ökologischen Nutzen zu berücksichtigen, die durch *integrale Planung* zu einem Gesamtoptimum geführt werden können.[811]

[810] vgl.: Cezanne (1997): Allgemeine Volkswirtschaftslehre, S. 82
[811] vgl.: Viering, Liebchen, Kochendörfer (2007): Managementleistungen im Lebenszyklus, S. 369

4 QUANTIFIZIERUNG SOZIOKULTURELLER ZIELERTRÄGE

Das Ziel dieses Kapitels ist es, den spezifischen Beitrag, den einzelne Kriterien zum soziokulturellen Zielwertindikator leisten können, zu quantifizieren und im Hinblick auf das dritte Forschungsziel aus den Zielertragsdifferenzen Bedeutungsunterschiede abzuleiten, mit denen die DGNB/BNB Kriteriengewichtungen überprüft werden können. Auf Basis des Modells der soziokulturellen Zielertragsmessung wird eine empirische Erhebung mit der KANO Methode durchgeführt. Hierfür wird ein **Fragebogens entwickelt,** der Untersuchungsgegenstand definiert und das Vorgehen bei der **Datenerhebung** konzeptioniert (Abschnitt 4.1). Anschließend erfolgt die **Auswertung der erhobenen Daten** und diverse Qualitätsprüfungen (Abschnitt 4.2). Für einen Teil des Untersuchungsgegenstandes existieren bereits Datensätze, die mit der KANO Methode erhoben wurden. Hierbei handelt es sich um eine Studie von 2011, deren Daten im Sinne der hier zugrunde liegenden Fragestellung mit einer **Sekundäranalyse** erneut ausgewertet werden (Abschnitt 4.3). Anschließend werden die Ergebnisse zu **Zielgewichtungen** aggregiert und mit den DGNB/BNB Gewichtungen gegenübergestellt (Abschnitt 4.4). Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung (Abschnitt 4.5).

4.1 KONZEPTION DER ERHEBUNG

In diesem Abschnitt erfolgt die Konzeptionierung der Büronutzerumfrage. Hierfür wird zunächst ein Fragebogen auf Basis der KANO Methode entwickelt, getestet und leicht modifiziert. Anschließend wird der erforderliche Umfang der Stichprobe bemessen und die Form der Datenerhebung bestimmt.

4.1.1 AUFBAU DES FRAGEBOGENS

Der Fragebogen besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen. Im **ersten Teil** werden **soziodemografische Merkmale** der Probanden abgefragt, um später auf die Aussagefähigkeit der Stichprobe schließen zu können. Hierzu zählen bspw. Merkmale wie Geschlecht, Alter sowie höchster Bildungsabschluss und Branchenzugehörigkeit. Voraussetzung für eine aussagefähige Gruppenanalyse ist die Erfassung weiterer Informationen, wie z.B. persönliche Bürosituation (z.B. Einzel-, Zweipersonen-, Großraumbüro) sowie die durchschnittliche Aufenthaltsdauer am Arbeitsplatz. Darüber hinaus werden Merkmale wie das Vorhandensein einer Allergie, Asthma oder Schwangerschaft abgefragt, da diese im Zusammenhang mit Attributausprägungen der Innenraumlufthygiene Hinweise auf eine erhöhte Sensibilität geben.
Der **zweite Teil** beinhaltet die **Präferenzmessung** für Attributsausprägungen durch Gebäudenutzer. Das Fragebogendesign richtet sich im Wesentlichen nach der KANO Fragetechnik. Dabei liegt die Annahme zugrunde, dass ein Teil der Erwartungshaltungen der Nutzer impli-

zit ist und erst durch Konfrontation mit einer entgegengesetzten Situation explizit wird. Die KANO Methode basiert auf zwei hypothetischen Fragestellungen, bei der die **funktionale Frage** auf die *ex ante* Reaktion des Probanden bei Vorhandensein des Qualitätsattributs abzielt, und die **dysfunktionale Frage** auf die *ex ante* Reaktion bei Nichtvorhandensein.[812] Es wird jedoch nicht nach pauschalen Präferenzen für Qualitätsattribute gefragt, sondern nach deren funktionalen und dysfunktionalen Ausprägungen.

4.1.1.1 THEORETISCHE VORÜBERLEGUNGEN

In der Literatur wird bezüglich der ***ex ante* formulierten Fragestellungen** häufig das Problem beschrieben, dass Nutzer Faktoren ungeachtet ihrer Erfahrungen bewerten sollen.[813] MITTAL konstatierte, dass die Häufigkeit von Erfahrungen mit spezifischen Attributen den Einfluss auf die Erwartungshaltung verändert.[814] Verschiedene empirische Untersuchungen belegen, dass es bei einer direkten Präferenzmessung vermehrt **hypothetische Präferenzen** gemessen werden, die sich von den realen signifikant unterscheiden.[815] Begründet liegt dies in der direkten Aufforderung ad hoc eine Bewertungsentscheidung zu treffen bei gleichzeitiger Nichtexistenz einer realistischen Situation.[816] Die Kritik bezieht sich auf Untersuchungen von überwiegend neuen Produktattributen. Beim hier vorliegenden Untersuchungsgegenstand können die Erfahrungen der Probanden stärker einbezogen werden. Gemäß C/D Paradigma kann der rein hypothetische Charakter der Fragestellung abgeschwächt werden, indem die **Erfahrungen der Probanden** in die KANO Methode integriert werden. Dies gelingt mit einer zusätzlichen Frage pro Attribut, mit der zunächst das Vorhandensein einer funktionalen oder dysfunktionalen Ausprägung abgefragt wird. Dementsprechend lautet bspw. die erste Frage beim Attribut Tageslicht:

Verfügt Ihr Arbeitsplatz über ausreichend Tageslicht?

○ *ja* ○ *Nein*

"ausreichend" Tageslicht bedeutet, dass an sonnigen Tagen kein künstliches Licht erforderlich ist

Im nächsten Schritt erfolgt die Bewertung dieser Situation mit der Frage:

Wie empfinden Sie diese Situation?

- ○ *Das freut mich sehr.*
- ○ *Das setze ich voraus.*
- ○ *Das ist mir egal.*
- ○ *Das nehme ich in Kauf.*
- ○ *Das stört mich sehr.*

[812] vgl.: Kano et al. (1984): Attractive and Must-be Quality, S. 24 ff.; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie, S.111
[813] vgl. u.a.: Walden (2008): Architekturpsychologie, S. 154; Richter (2009): Architekturpsychologie, S. 371
[814] vgl.: Mittal (1999): Attribute-Level Performance, Satisfaction, and Behavioral Intentions over Time
[815] vgl.: Sattler, Nitschke (2003): Ein empirischer Vergleich von Instrumenten, S. 378
[816] vgl.: Dörr (2012): Auswirkungen energetischer Maßnahmen, S. 89

Die Konfrontation mit den eigenen Erfahrungen führt hier nicht nur zu einer wesentlich stärkeren Involvierung in den Bewertungsprozess, sondern darüber hinaus zu ***a posteriori* Bewertungen**. Entsprechend soll in der darauffolgenden Frage *ceteris paribus* die entgegengesetzte, *ex ante* formulierte Situation bewertet werden. Ist die Antwort auf die Eingangsfrage „*ja*" handelt es sich um eine funktionale Ausprägung vor Ort. In diesem Fall wird mit der nächsten Frage die dysfunktionale Ausprägung abgefragt:

Wie würden Sie es finden, wenn an Ihrem Arbeitsplatz zu wenig Tageslicht zur Verfügung stünde?

- *Das würde mich sehr freuen.*
- *Das setze ich voraus.*
- *Das wäre mir egal.*
- *Das würde ich in Kauf nehmen.*
- *Das würde mich sehr stören.*

Auf diese Weise werden implizite Erwartungshaltungen explizit und der Kritikpunkt an *ex ante* artikulierten Präferenzen kann zumindest abgeschwächt werden.

4.1.1.2 UNTERSUCHUNGSGEGENSTAND

Um den Untersuchungsgegenstand für die soziokulturelle Zielertragsmessung zu definieren, sind diejenigen DGNB/BNB Kriterien zu identifizieren, die soziokulturelle Auswirkungen verursachen. Dabei handelt es sich um Kriterien, die von Büronutzern wahrgenommen werden und über Präferenzentscheidungen bewertet werden können. Da die Präferenzartikulation nicht pauschal für Kriterien, sondern für deren funktionale und dysfunktionale Attributausprägungen, ist eine differenzierte Analyse erforderlich. Folglich wurden sämtliche Kriterien auf den potenziellen Einfluss auf die Nutzerzufriedenheit untersucht. *INKA*[817] als Instrument für Nutzerbefragungen zum Komfort am Arbeitsplatz bot dabei eine inhaltliche Orientierung. Zudem sind in Anlehnung an BACKHAUS folgende **Bedingungen für Attribute** und deren Ausprägungen zu beachten:[818]

- Die Attribute müssen in Bezug auf die Erwartungshaltung der Zielgruppe relevant sein.
- Es muss Präferenzunabhängigkeit unter den Kriterien herrschen.
- Die Ausprägungen müssen realisierbar sein.
- Die Ausprägungen müssen in einer kompensatorischen Beziehung zueinander stehen.

Diese Bedingungen führen zu einem Ausschluss von K.o.-Kriterien, da diese nicht in einem **kompensatorischen Verhältnis** zu anderen Eigenschaften stehen. [819] Betreffende DGNB/BNB Kriterien können trotzdem betrachtet werden, insofern nur diejenigen Attribu-

[817] vgl.: Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012): Bewertung von Aspekten der soziokulturellen, S. 43-61
[818] Aufzählung in Anlehnung an: Backhaus (2011): Multivariate Analysemethoden, S. 456-457
[819] vgl.: Backhaus (2011): Multivariate Analysemethoden, S. 457

tausprägungen einbezogen werden, die oberhalb des Grenzwerts für die Zertifizierungshürde liegen. Somit werden kritische Sicherheitsaspekte, z.B. zum Thema Brandschutz oder Innenraumlufthygiene nicht berücksichtigt. Da diese Aspekte gesetzlich verankert sind, ist ohnehin fraglich, ob hierdurch ein zusätzlicher Nutzen geschaffen werden kann.

Hinzu kommt, dass mit steigendem **Abstraktionsniveau** der Bewertungsausgang stärker von der aktuellen Befindlichkeit abhängig ist, als von einer rational abgewogene Entscheidung.[820] Bei der Formulierung Attributausprägungen, ist darauf zu achten, die Sprache der Zielgruppe zu verwenden und deren Abstraktionsniveau zu berücksichtigen.[821] Darüber hinaus wurde festgestellt, dass ein Teil der in den Kriterien beschriebenen Eigenschaften bzw. deren Ausprägung **nicht direkt vom Nutzer bewertet** werden kann. Dies betrifft bspw. das Kriterium *Innenraumluftqalität,* bei dem ein Qualitätsattribut durch die Höhe der Innenraumluftkonzentration von freien Lösungsmitteln beschrieben ist. Für derartige Attribute waren Voruntersuchungen erforderlich, um wahrnehmbare und bewertbare Auswirkungen zu identifizieren. Anhand der nachfolgenden Untersuchung wird exemplarisch die damit einhergehende Komplexität erläutert.

Das Ergebnis der Analyse umfasst physisch wahrnehmbarer Gebäudemerkmale sowie funktionale Eigenschaften der Arbeitsumgebung. Dabei werden vorwiegend soziokulturelle und funktionale Gebäudeeigenschaften aber auch technische, prozessuale und standortbezogene Aspekte berücksichtigt. Ein Teil der identifizierten Kriterien wird bereits durch die Studie von Zimmermann und Schaule abgedeckt,[822] auf in Abschnitt 4.3 näher eingegangen wird. Die verbleibenden Kriterien bzw. deren Attributausprägungen wurden in Anhang 1 zusammengefasst. Damit umfasst der **Untersuchungsgegenstand der empirischen Erhebung** insgesamt 14 Kriterien, deren Auswirkungen sich in 70 Attributen widerspiegeln. Der gesamte **Untersuchungsgegenstand der soziokulturellen Zielertragsmessung** wird von insgesamt 20 DGNB/BNB Kriterien mit 89 Attributen definiert. Damit wird die Menge der Kriterien n_1 für den soziokulturellen Zielwertindikator g_1 vollständig beschrieben, die Einzug in die Ermittlung der Zielerträge auf Basis des integrativen Ansatzes hält.

4.1.1.3 EXEMPLARISCHE UNTERSUCHUNG SOZIOKULTURELLER AUSWIRKUNGEN

In diesem Abschnitt erfolgt eine exemplarische Untersuchung von Auswirkungen auf Gebäudenutzer infolge von zwei Attributen des DGNB/BNB Kriteriums *SOC1.2/3.1.3 Innenraumluftqualität* des und deren Ausprägung. Die Ergebnisse beruhen im Wesentlichen auf fundierten und empirischen oder sachlogisch begründeten Erkenntnissen.

Die Zielstellung der Innenraumlufthygieneaspekte im K.o.-Kriterium Innenraumluftqalität besteht darin, ein nachweislich schadstoffarmes Gebäude zu erstellen, um ernsthafte Gesund-

[820] vgl.: Richter (2009): Architekturpsychologie, S. 374, Hampicke (2003): Bewertung von Naturgütern, S.415
[821] vgl.: Zanger et al. (1998): Händlerzufriedenheit mit Telekommunikationsgroßhändlern, S. 418
[822] vgl.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 114 ff.

heitsrisiken zumindest bauseitig auszuschließen. Insbesondere durch raumbildende Oberflächen können Lösemittel in Lacken, Dicht- und Klebstoffen, Bindemittel in Holzwerkstoffen, Verfestiger in Tapeten sowie Flammschutzmittel oder Weichmacher in Bodenbelägen in die Innenraumluft emittieren.[823] Um bauseitig verursachte Schadstoffbelastung in der Innenraumluft zu ermitteln, werden Innenraumluftmessungen kurz nach Baufertigstellung vor Bezug des Gebäudes durchgeführt. Dabei werden stichprobenartige Messungen für Innenraumluftkonzentrationen von VOC (*Volatile Organic Compounds*, dt.: flüchtige organische Verbindungen) und Formaldehyd[824] durchgeführt. Bei Überschreitung eines Grenzwerts gilt das Gebäude als **hygienisch bedenklich** und eine Zertifizierung wird versagt.

Der DGNB/BNB Bewertungsmaßstab für **VOC Konzentrationen** entspricht den Maßgaben der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des UBA.[825] Diese basieren auf einem Bewertungsschema für TVOC (Total Volatile Organic Compounds),[826] das von SEIFERT[827] auf Basis empirischer Untersuchungen entwickelt wurde. In Orientierung an die dort festgelegten Bewertungsstufen beträgt der DGNB/BNB **Grenzwert** 3.000 µg TVOC / m³ Innenraumluft. Die TVOC Innenraumkonzentrationen von ≤500 µg/m³ bzw. ≤1.000 µg/m³ stellen **Ziel- bzw. Teilzielwerte** und damit Qualitätsstufen dar. Die Frage ist folglich, welche wahrnehmbaren Auswirkungen sich von diesen Qualitätsunterschieden für den Gebäudenutzer ableiten lassen. Bei der bloßen Beurteilung von TVOC-Werten besteht die Gefahr, dass kritische Einzelverbindungen übersehen werden. Daher gibt es Richtwerte (RW) für 38 Einzelstoffe, deren Konzentrationen entsprechend ihrer toxikologischen Wirkung in **RW I** und **RW II** eingeteilt werden.[828] Überschreitet ein Einzelstoff den RW II, wird die Zertifizierung ebenfalls versagt.

Der DGNB/BNB Bewertungsmaßstab für **Formaldehyde** entspricht den Orientierungswerten des Bundesgesundheitsamtes (BGA) und der WHO.[829] Der Grenzwert von 120 µg Formaldehyd / m³ Innenraumluft, wurde 1977 vom BGA infolge eines massiven Auftretens von Beschwerden in belasten Gebäuden festgelegt. Allerding ist der max. zulässige Formaldehydgehalt nicht als Raumluftkonzentration sondern in Form einer produktbezogen

[823] vgl.: UBA (2013): Umwelt- und gesundheitsgefährdende Stoffe; Hempfling, Stubenrauch (1994): Schadstoffe in Gebäuden, S. 110; BfR (2005): Inhalative Exposition des Verbrauchers gegenüber Formaldehyd

[824] Formaldehyd (chem. HCHO) gehören zur Gruppe der VVOC (Very Volatile Organic Compounds, dt.: leicht flüchtige organische Verbindungen) und emittieren in die Raumluft bei Raumtemperaturen um 20°C.

[825] vgl.: UBA (2007): Die Beurteilung der Innenraumluftkonzentrationen, S. 992-997; Horn, Jann (2006): Umwelt- und Gesundheitsanforderungen an Bauprodukte, S. 77 ff.

[826] TVOC Werte sind Summenkonzentrationen verschiedener VOC Innenraumluftkonzentrationen.

[827] vgl.: Seifert (1999): Die Beurteilung der Innenraumluftqualität, S.271 ff.

[828] Bei Überschreiten des RW II besteht Gesundheitsgefahr und damit unverzüglicher Handlungsbedarf, während RW I die Stoffkonzentration beschreibt, bei der keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Neben den Richtwerten existieren Grenzwerte, deren Unterschreitung rechtlich verbindlich ist. vgl.: UBA (2013): Gesundheit und Umwelthygiene Richtwerte. vgl.: Coutalides, Sträuli (2009): Innenraumklima, S. 178 f.; UBA (Hrsg.) (1996): Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema, S. 423 ff.

[829] BGA (1977): Bewertungsmaßstab für Formaldehyd; BGA (1984): Formaldehyd; WHO (2011): Selected pollutants; WHO (2011): WHO Leitlinien für Innenraumluftqualität, S.8

Gefahrenstoffverordnung gesetzlich verankert.[830] Dabei wird davon ausgegangen, dass bei Einhaltung der Grenzwerte eine Raumluftkonzentration von 120 µg/m³ nicht überschritten wird.[831] Der Zielwert liegt gemäß DGNB/BNB bei einer Konzentration < 60 µg/m³, bei der es nach Angaben der WHO keinen Anlass zur Besorgnis gibt. Da dennoch eine Konzentration von < 12,5 µg/m³ empfohlen wird, ist auch hier zu prüfen, welche Qualitätsunterschiede sich in Bezug auf Auswirkungen für den Gebäudenutzer existieren.

Ergebnis der Prüfung ist, dass auch innerhalb der zulässigen Konzentrationsspanne für TVOC und Formaldehyd gesundheitsrelevante Auswirkungen möglich sind (vgl. Abb. 4-1). Allergiker und Menschen mit einer Asthmaerkrankung oder besonders sensible Personengruppen, wie z.B. Senioren, Kleinkinder, schwangere Frauen, reagieren diesbezüglich empfindlicher. Folglich kann selbst bei einer Unterschreitung der DGNB/BNB Teilzielwerte eine Beeinträchtigung von Wohlbefinden der Gebäudenutzer nicht restlos ausgeschlossen werden. Erst bei Einhaltung der Zielwerte kann davon ausgegangen werden, dass den Forderungen nach Vermeidung von Schadstoffen in Innenräumen entsprochen wird.[832] Da sich Mitteleuropäer durchschnittlich 90 % ihrer Zeit in Innenräumen aufhalten,[833] nimmt die Innenraumluftqualität dieser Räume eine zentrale Rolle ein.

SOC 1.2 / 3.1.3 Innenraumluftqualität, Indikator 1: Flüchtige organische Verbindungen

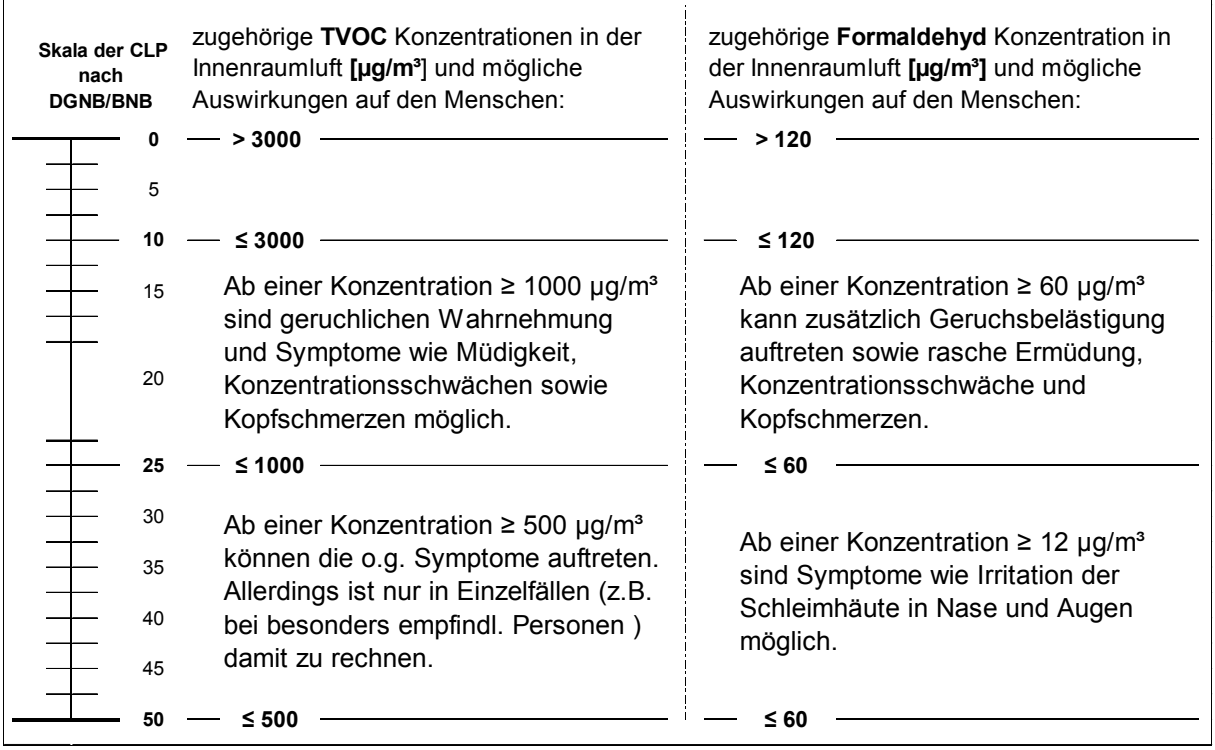


Abb. 4-1: Mögliche Auswirkungen in Abhängigkeit der Innenraumluftkonzentration von VOC und Formaldehyd [834]

[830] vgl.: Zwiener (1997): Handbuch Gebäude-Schadstoffe für Architekten, S.15 ff.
[831] vgl.: AGÖF (2013): Formaldehyd
[832] vgl.: Coutalides (Hrsg.), Sträuli (2009): Innenraumklima, S. 184
[833] vgl.: UBA (.2012): Gesundheit und Umwelthygiene Richtwerte
[834] Quelle der Abb.: eigene Darstellung. Für Auswirkungen vgl.: Seifert (1999): Die Beurteilung der Innenraumluftqualität, S.270 – 275; AGÖF (2013): Formaldehyd; AGÖF (2008): AGÖF-Orientierungswerte

Dabei ist zu berücksichtigen, dass bauseitig verursachte Belastungen zum Zeitpunkt der Messung am intensivsten sind. Die Belastungen durch VOC und Formaldehyd nimmt im Laufe der Zeit ab, wobei die **Abklingkurve** von Parametern wie Temperatur, Feuchtigkeit, Sonnenlicht und dem zusätzlichen Vorhandensein reaktiver Substanzen abhängt.[835]

Zudem ist darauf hinzuweisen, dass ein allgemeingültiger kausaler Zusammenhang zwischen einer Raumluftkonzentration und spezifischen Symptomen oder Symptomfreiheit nicht vollständig nachweisbar ist, da

- weitere Emissionsquellen v.a. mit Ausstattungsgegenständen in das Gebäude eingebracht werden,
- eine Vielzahl weiterer Ursachen, zu gleichen Symptomen führen kann,
- Symptome z.T. verzögert auftreten,
- Art und Ausmaß der Symptome sich individuell unterscheiden und
- mit Symptomverstärkung bei bereits stattgefundener Sensibilisierung zur rechnen ist.[836]

Dennoch können die in Abb. 4-1 zusammengefassten Auswirkungen in Verbindung mit bauseitig verursachten Innenraumluftkonzentrationen im Bereich zwischen Zielwert und Grenzwert stehen.[837] Auf Basis so identifizierter Auswirkungen können Präferenzmessungen durchgeführt werden.

4.1.1.4 MODIFIKATIONEN AUF BASIS VON PRETESTS

Insgesamt wurden **drei Testbefragungen** mit jeweils 22, 21 und 15 Probanden online durchgeführt. Im Rahmen den Testbefragungen wurde im letzten Teil konkret nach Verständnisproblemen und Feedback gefragt. Besonderes Augenmerk galt dabei der Motivation der Probanden, den Fragebogen zu beenden. Bei den ersten beiden Testbefragungen handelte es sich um einen reduzierten Fragebogen mit je fünf Attributen der Kriterien Innenraumluftqualität und Risiken für die lokale Umwelt. Beide Befragungen erfolgten zeitgleich und im Rahmen von zwei voneinander unabhängigen Abschlussarbeiten, die von der Autorin betreut wurden.[838] Auf Basis der Ergebnisse der ersten Testreihen, wurde das Fragebogendesign angepasst und eine dritte Testreihe mit insgesamt 66 Attributen durchgeführt. Die Ergebnisse aller Testreihen und daraus resultierende Modifizierungen des Erhebungsdesigns werden zusammengefasst erläutert.

Gemäß KANO Fragetechnik beschreibt die funktionale Ausprägung lediglich die Anwesenheit einer Eigenschaft und das zugehörige dysfunktionale Attribut deren Abwesenheit. In

[835] Dieser Prozess kann sich über ein Jahrzehnt hinziehen. Hempfling, Stubenrauch (1994): Schadstoffe, S.110 f.
[836] vgl.: Coutalides, Sträuli (2009): Innenraumklima, S. 176 f.
[837] In diesem Zusammenhang sei auf die Parallelen zum Sick-Building-Syndrom hingewiesen. Das Syndrom ist ein in der Literatur nur schwer zu spezifizierendes Symptomkomplex, bestehend aus Kopfschmerzen, Ermüdung, Konzentrationsmangel und Irritationen der Schleimhäute sowie Augen und dem daraus resultierenden Leistungsabfall. vgl.: Muschiol (2007): Begegnungsqualität in Bürogebäuden, S. 207
[838] Beide Arbeiten entstanden 2012 am Fachgebiet für Bauphysik und Baukonstruktion an der TU Berlin. Besonderer Dank gilt an dieser Stelle Sandra Dobrzynska und Amelia Lin.

diesem Sinne wäre das Vorhandensein sowohl ‚*einer individuellen Schreibtischleuchte*' als auch von ‚*Außengeräuschen bei geschlossenen Fenstern*' funktionale Qualitätsattribute, sodass stets alle fünf Antwortoptionen zur Verfügung gestellt werden. Die Auswertung der ersten beiden Testreihen zeigte, dass funktionale Attribute mit negativen Auswirkungen v.a. zur Kategorie Q (*Questionable*), R (*Reverse*) sowie I (*Indifferent*) tendieren. Für solche Attribute müsste eine neue Erhebung mit umgekehrter Fragerichtung erfolgen. Zudem wurden bei Fragen, bei denen negative Auswirkungen, wie z.B. Blendeffekte, bewertet werden sollten, die Antwortmöglichkeiten „das freut mich sehr" und „das setze ich voraus" mehrfach als *unpassend* und *verwirrend* angesehen.[839] Im Hinblick auf das Ziel, die Motivation der Probanden über die ohnehin schon umfangreiche Erhebung hinweg nicht unnötig zu strapazieren, wurden die **Antwortoptionen reduziert**. Dabei muss in Kauf genommen werden, dass die Kategorien Q und R nicht mehr klassifiziert und damit konsistente Datensätze nicht mehr herausgefiltert werden können (vgl. Abb. 4-2). Andererseits wirkt der gesamte Fragebogen dadurch klarer und verständlicher, was die **Praktikabilität der Datenerhebung** erhöht.[840]

Qualitätsattribut		Dysfunktionale Frage (negativ)				
		6 Würde mich sehr freuen.	7 Das setze ich voraus.	8 Das ist mir egal.	9 Könnte ich in Kauf nehmen.	10 Würde mich sehr stören.
Funktionale Frage (positiv)	1 Würde mich sehr freuen.	Q	A	**A**	**A**	**O**
	2 Das setze ich voraus.	R	I	**I**	**I**	**M**
	3 Das ist mir egal.	R	I	**I**	**I**	**M**
	4 Könnte ich in Kauf nehmen.	R	I	I	I	M
	5 Würde mich sehr stören.	R	R	R	R	Q

Auf Basis der Auswertung lässt sich das Attribut einer der folgenden Kategorien zuordnen:

M Must-be: Basis-/Standardmerkmal
A Attractive: Begeisterungsmerkmal
O One-dimens.: Leistungsmerkmal
I Indifferent: unerhebliches Merkmal
R Reverse: entgegengesetzte Präferenz
Q Questionable : fragwürdiges Merkmal

Abb. 4-2: Auswertungstabelle des verkürzten KANO Fragebogens [841]

Ferner wird festgelegt, dass **funktionale Qualitätsausprägungen** das physische Vorhandensein von Aspekten mit positiven Auswirkungen beschreiben, wie z.B. nutzbare Freiflächen im Außenbereich, oder das Nichtvorhandensein von Aspekten mit negativen Auswirkungen. Die Höhe der Ausprägung entspricht dabei dem Zielwert des zugehörigen

[839] Darüber hinaus führte die von ZIMMERMANN et al. eingeführte Umkehr der ersten beiden Antwortmöglichkeiten „Das freut mich sehr" und „Das setze ich voraus" (vgl. Zimmermann et al. (2011) S.43 f.) zu Kritik in beiden Testreihen. Probanden gaben von sich aus an, dass die Reihenfolge der ersten beiden Antwortmöglichkeiten als „irritierend" empfunden wurde. Folglich wird die ursprüngliche Reihenfolge gemäß KANO beibehalten.

[840] vgl.: Zanger et al. (1998): Händlerzufriedenheit mit Telekommunikationsgroßhändlern, S. 17

[841] Quelle der Abbildung: eigene Darstellung in Anlehnung an Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 118

DGNB/BNB Kriteriums bzw. der höchsten Checklistenpunktzahl eines Attributs. Die **dysfunktionale Qualitätsausprägung** beschreibt hingegen Aspekte mit negativen Auswirkungen und entspricht dabei der niedrigsten Checklistenpunktzahl eines Attributs. Damit kann sowohl das Nichtvorhandensein von positiven Ausprägungen als auch das Vorhandensein von negativen Ausprägungen, wie z.B. Blendeffekte, gemeint sein. Damit kann die Kategorie R im Rahmen einer Erhebung ohnehin nicht auftauchen. Bei K.O.-Kriterien entsprechen die dysfunktionalen Ausprägungen einen Wert oberhalb des Grenzwerts, damit eine kompensatorische Relation zu anderen Kriterien hergestellt werden kann.

Darüber hinaus gaben viele Probanden an, dass die ständig wiederkehrende Fragetechnik mit funktionalen und dysfunktionalen Fragerichtung das Gefühl einer sehr monotonen Befragung hervorruft, wodurch die Motivation, den Fragebogen bis zum Ende durchzuführen, sinkt. Um eine möglichst hohe Rücklaufquote zu erzielen, ist der **Fragebogenumfang** pro Proband zu reduzieren und die 70 Attribute daher auf zwei Fragebögen aufzuteilen (vgl. ANHANG 5). Mit dem Ziel die Monotonie weitgehend zu reduzieren, werden teilweise funktionale und dysfunktionale Ausprägungen getrennt voneinander abgefragt. Aufgrund der Vielzahl abzufragender Attribute ist es weiterhin notwendig, die Anzahl der Fragen zu reduzieren. Dies erfolgt durch Zusammenfassung kontextverwandter Attribute in einer **Bewertungsmatrix**. Überdies wurde auf Unklarheiten bzgl. einzelner Begrifflichkeiten, wie z.B. *Atrium* oder *Außenraumbezug* hingewiesen, sodass diese im Fragebogen gesondert erklärt werden. Die Ergebnisse des dritten Testlaufs geben keine weiteren Hinweise auf die Notwendigkeit einer weiteren Modifikation. Nach Durchführung der ersten Befragung gab es vermehrt die Rückmeldung, dass der Umfang der Befragung zu groß sei. Daher werden teilweise Attribute bzw. deren Ausprägungen zusammengefasst.

4.1.2 DATENERHEBUNG

In diesem Abschnitt wird der erforderliche Umfang für eine repräsentative Erhebung sowie Ablauf und Form der Befragung erläutert.

4.1.2.1 GRUNDGESAMTHEIT UND STICHPROBENUMFANG

Die Zahl aller Bürobeschäftigten in Deutschland stellt die **Grundgesamtheit** N dar, die auf 17 Mio. geschätzt wird (Stand 2009).[842] Die **Stichprobengröße** $n\ (n < N)$ stellt die mindestens erforderliche Anzahl an zu befragenden Personen dar und wird gemäß Gleichung (4.1) ermittelt. Hierfür sind im Vorfeld die qualitativen Merkmale Konfidenzniveau, Fehlergrenze und Präzisionswert festzulegen. Die Grundgesamtheit stellt ein quantitatives Merkmal dar, dass unter der Voraussetzung, dass *ceteris paribus N > 20.000*, vernachlässigt werden darf,

[842] vgl.: Sedlbauer, Bauer (2009): Globale Trends und Chancen des Klimawandels, S. 39; erschienen in Stiftung Bauwesen (Hrsg.) 2009: Brennpunkt CO2-Reduktion, S. 23-44; vgl.: gif (2009): Bürobeschäftigte und Büroflächenbestände in Deutschland, S. 1; Statistisches BA (2012): Unternehmensregister

da es keinen wesentlichen Einfluss mehr auf den ermittelten Stichprobenumfang ausübt.[843] Die Sicherheitswahrscheinlichkeit wird mit 95 % festgelegt, sodass die Irrtumswahrscheinlichkeit bzw. das Signifikanzniveau bei 5 % liegt. Als tolerierbare Stichprobenfehler f wurden 5 % festgelegt. Für die Verteilung der Antworten (p) wird sicherheitshalber die konservativste Annahme von 50 % getroffen, wodurch die benötigte Stichprobengröße am größten ist.

$$\mathrm{n}_{erf} \geq \mathrm{z}^2 \cdot \mathrm{p} \cdot \frac{1-\mathrm{p}}{f^2} \quad (4.1)^{844}$$

n_{erf}	Erforderlicher Umfang der Stichprobe
z	Sicherheitswahrscheinlichkeitsfaktor, liegt für Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95 % bei 1,96 [845]
p	Verteilung der Antworten, liegt bei 50 %
f	Fehlergrenze, liegt bei 5 %

Dementsprechend ergibt sich eine empfohlene Stichprobengröße von $\mathrm{n} \geq 384$ Personen. Neben den oben genannten Parametern bestimmt zusätzlich die Repräsentativität das Qualitätsniveau der Erhebung bzw. deren Aussagekraft in Bezug auf die Grundgesamtheit. Die Verteilung der relevanten Merkmale für die Zielgruppe der Bürobeschäftigten in der Grundgesamtheit ist jedoch nicht hinreichend bekannt. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass gemäß der Merkmale Alter, Geschlecht und Branche eine ausgeglichene Verteilung herrscht.

4.1.2.2 FORM DER DATENERHEBUNG

Mit zunehmender Zahl von Attributen steigt die Gefahr einer hohen Abbruchquote sowie einer oberflächlichen Beantwortung. Daher empfehlen einige Autoren die Durchführung in Form eines mündlichen Interviews.[846] Andere konstatieren wiederum, dass es gerade bei Onlinebefragungen zu weniger Problemen bei der Beantwortung und zu höheren Rücklaufquoten als bei Papierbögen kommt.[847] Angesichts des erforderlichen Stichprobenumfangs und dem damit verbundenen Aufwand zur Datenauswertung wird die Onlinebefragung bevorzugt. Aus dem modifizierten Erhebungsdesign geht zudem hervor, dass eine dynamische Programmierung der Fragen erforderlich ist, da die Antwortoptionen sowie die Folgefragen von der gewählten Antwort auf die Eingangsfrage abhängen sollen.

Nach Fertigstellung der Fragebögen wurde der Link zur ersten Online-Befragung bundesweit an insgesamt 181 verschiedene privatwirtschaftliche Unternehmen und 42 verschiedene öffentliche Verwaltungen geschickt. Die Auswahl der Adressaten erfolgte zufällig. Zudem

[843] vgl.: Lippe (2011): Wie groß muss meine Stichprobe sein, damit sie repräsentativ ist?, S. 5 f.
[844] vgl.: ebenda, S. 3
[845] vgl.: IFAD (2013): Sample Size
[846] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 144
[847] vgl.: Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012): Bewertung von Aspekten der soziokult. Nachhaltigkeit, S. 11; Fundin, Nilsson (2003): Using Kano's Theory of Attractive Quality to better understand Customer, S. 152 f.

wurde die Umfrage an 75 Personen aus dem privaten Netzwerk der Autorin versandt und um Weiterleitung gebeten. Der Befragungszeitraum erfolgte vom 02. April 2013 bis zum 03. September 2013. Bei der zweiten Online-Befragung wurden 64 verschiedene privatwirtschaftliche Unternehmen, 29 verschiedene öffentliche Verwaltungen sowie 69 Personen aus dem privaten Netzwerk der Autorin angeschrieben. Der zweite Befragungszeitraum erfolgte vom 16. Januar 2014 bis zum 06. März 2014.

4.2 ERGEBNISSE DER BÜRONUTZERUMFRAGE

Ziel dieses Abschnitts ist es, die gewonnen Daten beider Stichproben hinsichtlich ihrer potenziellen Zufriedenheitswirkungen zu analysieren und durchschnittliche Zielerträge für die untersuchten DGNB/BNB Kriterien abzuleiten. Zunächst werden die Daten beider Stichproben zusammengefasst und gemäß KANO klassifiziert. Anschließend wird die Güte der gewonnenen Daten geprüft, um für die Ableitung von Zielerträgen möglichst aussagekräftige Datensätze zu verwenden.

4.2.1 ANALYSE DER DATENQUALITÄT

In diesem Abschnitt wird der Erhebungsumfang in Bezug auf die Teilnehmerzahl und deren soziodemografische Zugehörigkeit zusammengefasst. Um von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit schließen zu können, ist die Repräsentativität der Daten zu überprüfen. Anschließend wird die Aussagefähigkeit der Daten anhand der wichtigsten Gütekriterien der klassischen Testtheorie analysiert, um für die darauffolgende Ableitung von Gewichtungen nur aussagekräftige Datensätze zu verwenden.

4.2.1.1 TEILNEHMER DER UMFRAGE

Eine Zusammenfassung der Teilnehmer hinsichtlich Anzahl, soziodemografische Verteilung und Standortangaben ist Abb. 4-3 zu entnehmen. Das Ausschlusskriterium wurde durch die Zielgruppenzugehörigkeit (Arbeit an einem Büroarbeitsplatz) definiert. Insgesamt wurden 1107 Fragebögen begonnen und davon 908 (82 %) abgeschlossen. Beide Umfragen erreichen die erforderliche Stichprobengröße $n \geq 384$ Personen. Um die Aussagefähigkeit der Stichprobe in Bezug auf die Grundgesamtheit zu prüfen, ist die Gegenüberstellung der prozentualen Verteilung soziodemografischer Gruppen erforderlich.

Der Anteil an weiblichen und männlichen Probanden ist in Summe annähernd gleichverteilt. Die altersspezifische Verteilung der Stichprobe entspricht prozentual in etwa der derzeitigen Altersstruktur der erwerbsfähigen Personen in Deutschland.[848] Allerdings ist der Anteil der über 60-jährigen etwas unterrepräsentiert. Hinzu kommt eine gute Durchmischung der vertretenen Branchen und einem repräsentativen Anteil der öffentlichen Hand (41,9 %) (vgl.

[848] vgl.: BMAS (2010): Bericht der Bundesregierung zur Anhebung der Regelaltersgrenze, S. 9

Anhang 6-2). Zudem gibt es Personengruppen, die als besonders sensibel gegenüber erhöhten Schadstoffkonzentrationen in der Innenraumluft gelten. Der Anteil der Probanden, der ein Asthmaleiden angab, beträgt 4 % und der Anteil der Allergiker beträgt 29 %. Beide Gruppen entsprechen in etwa dem bundesweiten Durchschnitt an Asthmaleidenden und Allergikern.[849]

	Umfrage 1	Umfrage 2
Teilnehmer	**574**	**533**
davon die Umfrage beendet	444 (77,4%)	464 (87,1%)
Ausschluss	5	2
weiblich	54,6%	50,4%
männlich	45,4%	49,6%
18-29 Jahre	33,8%	44,8%
30-45 Jahre	43,4%	41,3%
46-60 Jahre	20,0%	11,2%
> 60 Jahre	2,4%	2,7%
Einpersonenbüro	27,5%	17,1%
Zweipersonenbüro	37,1%	39,5%
Mehrpersonenbüro < 6	20,7%	24,3%
Großraumbüro/ offener Bereich	14,8%	19,1%
Umfragezeitraum von	02.04.2013	16.01.2014
bis	03.09.2013	06.03.2014
Anzahl Attribute:	66	30

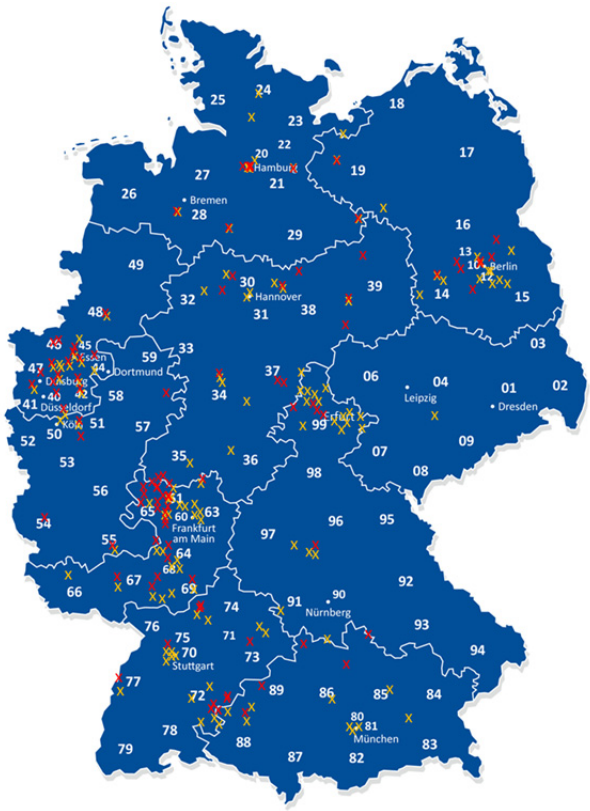


Abb. 4-3: Zusammenfassung der Teilnehmerdate bieder Büronutzerumfragen [850]

Zusammenfassend wird konstatiert, dass es sich um eine repräsentative Stichprobe handelt.

4.2.1.2 VALIDITÄT

Die Validität gibt Auskunft darüber, wie gut ein Messinstrument den zu untersuchenden Sachverhalt erfasst. Der hier zugrunde liegende Untersuchungsgegenstand bezieht sich auf die Wirkbeziehungen zwischen DGNB/BNB Kriterien und der *Nutzerzufriedenheit am Büroarbeitsplatz*. Ziel ist es, diese Wirkbeziehungen auf Basis von Nutzerpräferenzen zu quantifizieren und kardinalskalierte Zielertragsdifferenzen abzuleiten. Dabei sollen die Zielerträge das Potenzial eines Attributs zur Schaffung von Zufriedenheit bei Vorhandensein bzw. das Risiko zur Schaffung von Unzufriedenheit widerspiegeln. Die **Inhaltsvalidität** der KANO Methode hinsichtlich der Messung von Zufriedenheitswirkungen wird in einer Reihe von Studien

[849] In Deutschland leiden durchschnittlich 6,9% Bürger an Asthma, 25% an Heuschnupfen, 8,5% an Kontaktallergien sowie 5 % Hausstaubmilbenallergie. vgl.: Renz, Kaminski et al. (2008): Allergieforschung in Deutschland

[850] Quelle der Karte: Deutsche Telekom Medien GmbH, .wtv Leipziger Medien GmbH (Hrsg.): Postleitzahlensuche; Quelle der geografischen Darstellung: Schwimmer (2009): Postleitzahlen

bestätigt.[851] Hier wurden zusätzlich zur KANO Methode konventionelle Messinstrumente zur Zufriedenheitsmessung angewandt und deren Ergebnisse gegenübergestellt.

Auf Basis der bipolaren Präferenzen werden Attribute klassifiziert und anschließend zu potenziellen quantitativen Zufriedenheitswirkungen zusammengefasst. Sowohl die Kategorieklassifizierung als auch das darauf aufbauende Messinstrument basieren auf einem modellhaften Zufriedenheitskonstrukt. Um Aussagen über die **Konstruktvalidität** zu treffen, ist zunächst zu klären, ob das Messverfahren der KANO Methode geeignet ist, die theoretisch hergeleiteten Zusammenhangsvermutungen des KANO Modells mit empirisch erhobenen Messergebnissen zu überprüfen. SAUERWEIN und HÖLZING konstatieren auf Basis mehrerer Studien eine hohe Konstruktvalidität der KANO Methode.[852] Diese Aussagen können auch durch die vorliegenden Ergebnisse bestätigt werden, wie Abb. 4-4 veranschaulicht.

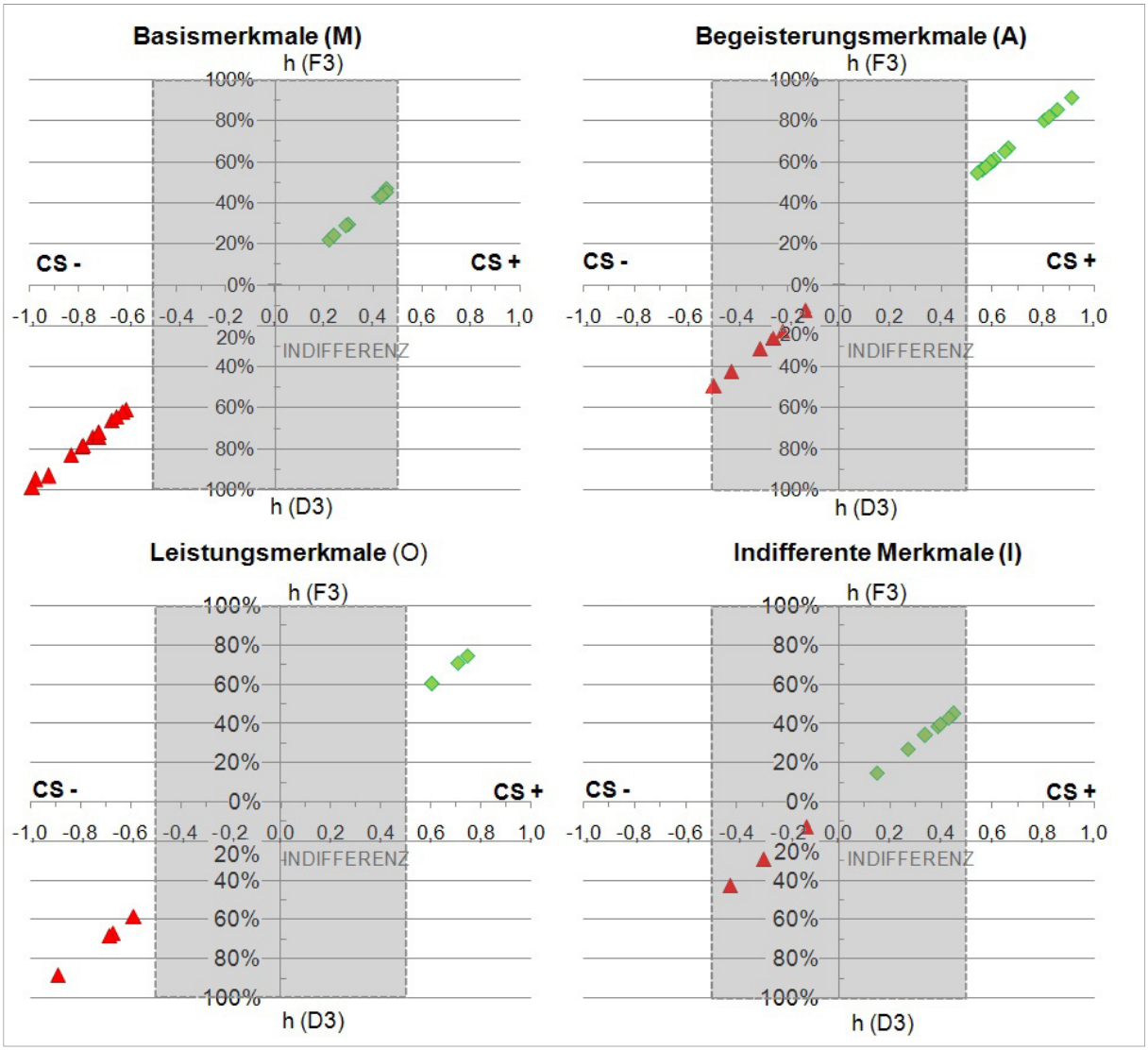


Abb. 4-4: Analyse der Konstruktvalidität des KANO Modells

[851] vgl.: Sauerwein (2000): Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit, S.144; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung , S.172

[852] vgl.: Sauerwein (2000): Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit, S.177; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung , S.178

Hier werden die spezifischen Zufriedenheitswirkungen der Attribute entsprechend ihrer Kategoriezugehörigkeit dargestellt. Dabei wurden die Häufigkeiten der jeweils stärksten Antwortmerkmale auf der Ordinate abgetragen. Hierbei werden durch *h(F3)* die relativen Häufigkeiten der Antwort „das freut mich sehr" bei funktionaler Ausprägung und durch *d(F3)* die relativen Häufigkeiten der Antwort „das stört mich sehr" bei dysfunktionaler Ausprägung beschrieben. Auf der Abszisse wird das Potenzial bei funktionaler Ausprägung Zufriedenheit zu fördern (CS^+) bzw. bei dysfunktionaler Ausprägung Unzufriedenheit hervorzurufen (CS^-) dargestellt. Werte im Bereich < 0,5 und > -0,5 gehören dem Bereich der Indifferenz an.[853] Die Grafiken zeigen deutlich, dass die Zufriedenheitswirkungen charakteristisch für die dem Attribut zugeordnete Kategorie sind. So können die Basismerkmale bspw. bei dysfunktionaler Auswirkung zu Unzufriedenheit führen, während ihre funktionale Ausprägung keinen signifikanten Einfluss auf die Zufriedenheit ausübt.
Folglich lassen sich die theoretischen Bedeutungsinhalte des dreifaktoriellen Zufriedenheitskonstrukts gemäß KANO Modell bestätigen. Zusammenfassend stellt die KANO Methode bezogen auf den hier zugrunde liegenden Untersuchungsgegenstand ein valides Messverfahren dar.

4.2.1.3 OBJEKTIVITÄT

Von einer hohen **Durchführungsobjektivität** des Messvorganges ist durch die PC-basierte Online-Erhebung auszugehen, da keine soziale Interaktion zwischen Teilnehmer und Untersuchungsleitung stattfand. Zudem war die Teilnahme an der Umfrage weitgehend zufällig. Von einer adäquaten **Auswertungsobjektivität** kann ausgegangen werden, da die Auswertungsregeln keine Freiheitsgrade zulassen. Auch der Interpretationsspielraum ist aufgrund der feststehenden Kategorien gering. Es ist jedoch anzumerken, dass für Attribute mit bimodaler Häufigkeitsverteilung eine hohe **Interpretationsobjektivität** erforderlich ist. Für den Fall, dass die Überprüfung der statistischen Signifikanz der Kategorieklassifizierung negativ ausfällt (vgl. Abschnitt 4.2.2.2), werden diese Attribute als nicht klassifizierbar eingestuft. Auf die von SAUERWEIN und BERGER vorgeschlagenen alternativen Auswertregeln[854] wird folglich verzichtet, da die dabei zur Verfügung stehenden Interpretationsmöglichkeiten auf intuitiven Entscheidungsregeln basieren. Somit kann zusammenfassend von einer hohen Objektivität des Messinstruments ausgegangen werden.

4.2.1.4 RELIABILITÄT

Die **Reliabilität** ist ein Zuverlässigkeitsmaß und gibt den Grad der formalen Genauigkeit der Messergebnisse an. Ein Messinstrument gilt als reliabel, wenn die Messwerte stabil und da-

[853] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 125
[854] vgl.: Sauerwein (2000): Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit, S. 42; Berger, Blauth et al. (1993): Kano's Methods for Understanding Customer-defined Quality, S. 13

mit reproduzierbar sind.[855] Um die Reliabilität der Stichprobe zu überprüfen, wurde die **Testhalbierungsmethode** angewandt, bei der sämtliche Datensätze in zwei gleiche Hälften geteilt werden, um anschließend pro Attribut die Korrelation zwischen beiden Hälften zu berechnen. Bei Reliabilitätskoeffizienten von r > 0,9 ist von sehr hohen internen Konsistenz der Daten auszugehen. Der Fall r < 0,80 weist auf Abweichungen hin, wobei zu prüfen ist, ob diese erklärt werden können oder ob es sich um ein Messfehler handelt. Wie Tab. 4-1 zeigt, weist die Stichprobe eine im Mittel eine hohe Datenkonsistenz auf.

TESTHALBIERUNGS- -RELIABILITÄT DER STICHPROBE	
$\bar{r}$	0,949
r_{max}	0,999
r_{min}	0,579

Tab. 4-1: Zusammenfassung der Korrelationen der Testhalbierungs-Reliabilität

Signifikante Abweichungen wurden für drei Attribute festgestellt.[856] Alle übrigen Attribute weisen eine hohe Reliabilität (r > 0,86) auf. Bei der Untersuchung von **Gruppenunterschieden** (ausführlich in Abschnitt 4.2.2.3) konnten signifikante Abweichungen der Präferenzen verschiedener Gruppen festgestellt werden. Gleichzeitig weisen die beiden Stichprobenhälften nicht die gleiche Verteilung an gruppenzugehörigen Teilnehmern auf, was einen möglichen Erklärungsansatz für die Reliabilitätsabweichungen darstellt. Da dadurch Messfehler jedoch nicht ausgeschlossen werden können, wird festgelegt, dass ausschließlich Attribute für die Ermittlung der Gewichtungen verwendet werden, die einen Reliabilitätskoeffizienten von r > 0,85 aufweisen.

Ein weiteres Maß zur Bestimmung der internen Konsistenz einer Skala bzw. der Testkonstruktion ist der **Alpha-Koeffizient nach Cronbach**. Als eine Standardmethode der Reliabilitätsmessung von nominalskalierten Umfragen gibt Cronbachs Alpha an, wie gut die angewandte Skala den zu messenden Sachverhalt bezogen auf den Untersuchungsgegenstand abbildet. Der Koeffizient wird anhand der Interkorrelation aller Items berechnet

$$\alpha = \frac{n\,\bar{r}}{1 + \bar{r}(n-1)} \qquad [1;0] \qquad (4.2)^{857}$$

n Anzahl der Items (zur Verfügung stehende Antwortoptionen) einer Skala

$\bar{r}$ Mittlere Interkorrelation der Items

Werte ab $\alpha > 0{,}7$ gelten als akzeptabel, Werte $\alpha > 0{,}8$ als gut und > 0,9 als sehr gut.[858] Auf Basis der Stichprobe wurde ein α = 0,767 ermittelt. Damit führt dieser Reliabilitätstest zu zu-

[855] vgl.: Rammstedt (2004): Zur Bestimmung der Güte, S. 15; Gabler Wirtschaftslexikon (2000) S. 2628
[856] Den niedrigsten Reliabilitätskoeffizienten erreicht das Attribut Trittschallschutz (r = 0,579), gefolgt von Luftschallschutz Decke (r = 0,6544) und Erstellung eines Nutzerhandbuches (r = 0,7869).
[857] vgl.: Rammstedt (2004): Zur Bestimmung der Güte, S. 15

friedenstellenden Ergebnissen. Zusammenfassend kann von einem von einer guten Reliabilität der Messdaten ausgegangen werden.

4.2.2 Auswertung der Stichproben

Die Daten der beiden Stichproben sind zunächst zusammenzuführen und anschließend gemeinsam auszuwerten. Hierzu gehören die Kategorieklassifizierung der Attribute sowie eine weiterführende Analyse der Präferenzstruktur und des Einflusses von Erfahrungen.

4.2.2.1 Datenanalyse nach KANO

Ausgangspunkt für die Kategorieklassifizierung bildet die Auswertung der Daten in Häufigkeitstabellen. Aus den Rohdaten werden die absoluten Häufigkeiten $H(f_i)$ und $H(d_j)$ der Antwortkombinationen ermittelt, um anschließend die **relativen Häufigkeiten $\boldsymbol{h(f_i)}$ und $\boldsymbol{h(d_j)}$** zu berechnen und in der Auswertungsmatrix zusammenzufassen.

Für diejenigen Attribute, deren Präferenzen für funktionale und dysfunktionale Ausprägungen in einer Stichprobe erhoben wurden, stellen die Antwortkombinationen **abhängige Ereignisse** dar. In diesem Fall sind die tatsächlich aufgetretenen Antwortkombinationen zu erfassen. Dadurch entfallen durchschnittlich 2,7 % der Antworten pro Attribut, da nicht jeder Proband, der eine funktionale Fragestellung auch die zugehörige dysfunktionale Fragestellung beantwortet hat. Da die individuellen Attributbewertungen für jeden Proband getrennt kalkuliert und anschließend zusammengefasst werden handelt es sich um aggregierte Präferenzen (vgl. Abschnitt 3.2.3.1 KANO Methode).[859]

Bei den Attributen, bei denen die Antworten für funktionale und dysfunktionale Ausprägungen in zwei voneinander unabhängigen Stichproben erhoben wurden, stellen die Antwortkombinationen **unabhängige Ereignisse** dar. Für diese Attribute sind erst die individuellen Attributbewertungen zu aggregieren und anschließend die Antwortkombinationen zu bilden (vgl. Abb. 4-5). Das Vorgehen basiert auf der Produktregel für statistisch voneinander unabhängige Ereignisse.[860] Sind die Ereignisse A und B voneinander unabhängig, so ist die Wahrscheinlichkeit P, dass A und B gemeinsam eintreten, gleich dem Produkt der Wahrscheinlichkeiten von A und B, insofern keine der Wahrscheinlichkeiten Null ist.[861] Nach Theorien von BERNOULLI konvergiert die Wahrscheinlichkeit $P(A)$ gegen die relative Häufigkeit $h(a)$, mit der ein Ereignis A bei *n* unabhängigen Wiederholungen eintritt.[862] Somit stellen die Häufigkeitsverteilungen $h(f_i)$ und $h(d_j)$ die wahrscheinlichkeitstheoretischen Analogien der Ereignisse F_i (Antwort bei funktionaler Ausprägung) und D_j (Antwort bei dysfunktionaler

[858] vgl.: Nunnally, Bernstein (1994): Psychometric theory, S. 245 f.
[859] vgl.: Lifka (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft, S. 58
[860] vgl.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 75
[861] vgl.: Fahrmeir, Künstler et al. (2003): Statistik, S. 312, S. 245
[862] vgl.: ebenda, S. 226

Ausprägung) dar. Dementsprechend werden die Wahrscheinlichkeit einer Antwortkombination aus dem Produkt der *bedingten* Wahrscheinlichkeiten $p(f_i)$ und $p(d_j)$ ermittelt. Anschließend erfolgt die Addition zu *unbedingten* Wahrscheinlichkeiten der Ereignismengen $\sum\ p(f_i|d_j)$ gemäß Kategoriezugehörigkeit.[863]

Eigenschaft: Ausleuchtung der Wege im Außenbereich | f: Ausleuchtung, d: keine Ausleuchtung

	funktional (f)			dysfunktional (d	
	H(f)	h(f)		H(f)	h(d)
1	87	22%	6		
2	278	70%	7		
3	30	8%	8	14	3%
4			9	89	19%
5			10	371	78%
∑	**395**	100%	∑	**474**	100%

P(f|d)		dysfunktional (d)		
		P(d_8)	P(d_9)	P(d_{10})
funktional (f)	P(f_1)	1%	4%	17%
	P(f_2)	2%	13%	55%
	P(f_3)	0%	1%	6%
			∑ =	100%

		dysfunktional (d)		
		P(d_8)	P(d_9)	P(d_{10})
funktional (f)	f_1	A = 5%		O=17%
	f_2	I = 17%		M=61%
	f_3			
			∑ =	100%

f1-freut mich sehr, f2-setze ich voraus, f3 und d8- ist mir egal, d9-nehme ich in Kauf, d10-stört mich sehr.

Abb. 4-5: Auswertungsschema für unabhängige Antwortkombinationen [864]

Das Beispiel zeigt auch, dass dadurch unterschiedliche Zahlen hinsichtlich der Summe der Befragten (n) ergeben. Es wird mit dem niedrigeren der beiden Werte weitergerechnet.

4.2.2.2 KATEGORIEKLASSIFIZIERUNG

Eine eindeutige **Kategorieklassifizierung** nach KANO ist für die Ableitung von Gewichtungen nicht zwingend erforderlich. Die Ergebnisse versprechen jedoch neue Erkenntnisse hinsichtlich der Präferenzstruktur der Probanden und können zudem zur Konsistenzprüfung angewandt werden. Wie in Abb. 4-6 dargestellt, erfolgt die Klassifizierung auf Basis der Häufigkeitsverteilung in den Kategorien und wird mit zwei Signifikanztests überprüft.

Attribute	**n**	**∑*h*(M)**	**∑*h*(O)**	**∑*h*(A)**	**∑*h*(I)**	**h_{max}**	**Fong Test**	**CAT**	**TOT**	**Kategorie-zuordnung**
Tageslicht-verfügbarkeit	398	**50,5%**	32,7%	10,1%	6,8%	M	sig.	18%	**93%**	**M**
Sichtverbindung nach außen	391	24,0%	24,8%	**36,1%**	15,1%	A	sig.	11%	**85%**	**A**
Blendfreiheit (Kunstlicht)	384	**43,2%**	31,0%	13,3%	12,5%	M	sig.	12%	**88%**	**M**
Lichtverteilung	491	24,8%	4,7%	22,4%	**48,1%**	I	sig.	23%	**51,9%**	**I**
individuelle Einzelplatzl-euchte	492	19,9%	5,7%	**39,4%**	**35,0%**	A	n.sig.	4%	**65,0%**	**n.kl.**

Abb. 4-6: Kategorieklassifizierung und Signifikanztests für Attribute des visuellen Komforts

[863] vgl.: Eisenführ, Langer et al. (2010): Rationales Entscheiden, S.26 f.
[864] Eigene Darstellung. H(f) und·H(d) spiegeln die absoluten Häufigkeiten wider

Hierbei wurden folgende Auswertungsregeln angewandt:

1. **Klassifizierung gemäß häufigster Nennung**: Liegt eine **unimodale Verteilung** der kategoriebezogenen, relativen Häufigkeiten vor oder eine bimodale Verteilung, bei der die häufigste Nennung einer Kategoriestärke > 6 % aufweist und der FONG-Test zum Ergebnis ‚*signifikant*' führt, wird dem Attribut die Kategorie mit den häufigsten Nennungen zugeordnet.
2. Liegt eine **bimodale Verteilung** der kategoriebezogenen, relativen Häufigkeiten vor bei der die häufigste Nennung einer Kategoriestärke < 6 % aufweist und der FONG-Test zum Ergebnis ‚*nicht signifikant*' führt, kann dem Attribut keine eineindeutige Kategorie zugeordnet werden.

Zur Überprüfung der Stärke der Aussagekraft einer Kategorieklassifizierung entwickelten LEE und NEWCOMB die **Category Strength (CAT)**. Hierbei werden die relativen Häufigkeiten der zweithäufigsten Nennungen wie folgt miteinander subtrahiert:

$$CAT \quad = h_{max} \; - \; h_{2.max} \qquad [0\%; 100\%] \tag{4.3}$$ [865]

Die Kategoriestärke bezieht sich stets auf die Kategorie mit den häufigsten Nennungen (h_{max}) . Auf Grundlage verschiedener empirischer Untersuchungen legten LEE und NEWCOMB fest, dass bei einer **CAT > 6 %** von einer **statistisch signifikanten Kategoriezuordnung** mit einem Konfidenzniveau von 90 % ausgegangen werden kann.[866] Attribute mit einer **CAT < 6 %** weisen gemäß der Autoren eine gemischte Kategoriezugehörigkeit auf. Des Weiteren entwickelte FONG einen Test zur Überprüfung der statistischen Signifikanz der Kategoriezugehörigkeit. Eine Kategoriezuordnung gilt als **nicht signifikant**, wenn:

$$H_{max} - H_{2.\max} \; < \; 1{,}65 \; \cdot \; \sqrt{\frac{(H_{max} + H_{2.max})(2n - H_{max} - H_{2.max})}{2n}} \tag{4.4}$$[867]

Eine ‚nicht signifikant' Charakterisierung mittels FONG-Test bedeutet ebenso wie eine Kategoriestärke < 6%, dass keine eineindeutige Kategorieklassifizierung vorgenommen werden kann. Diese Attribute, wie z.B. *individuelle Einzelplatzleuchte* in Abb. 4-6, werden als nicht klassifizierbar (n. kl.) eingestuft. Dies sagt lediglich aus, dass die **Präferenzstruktur** der befragten Büroarbeitsplatznutzer in Bezug auf dieses Attribut ein hohes Maß an interindividuellen Unterschieden aufweist. Angesichts der Tatsache, dass Zufriedenheitswirkungen von individuellen Erwartungen abhängen (CD Paradigma), sind interindividuelle Präferenzunterschiede nicht verwunderlich. Folglich kann die Zielgruppe in Gruppen mit unterschiedlichen

[865] vgl.: Lee, Newcomb (1996): Applying the Kano Methodology, S. 13 ff.
[866] vgl.: ebenda, S. 16 f.
[867] vgl.: Sauerwein (2000): Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit, S.38 ff.; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, S. 127; Berger, Blauth et al. (1993): Kano's Methods for Understanding Customer-defined Quality, S.12

Bedürfnissen aufgegliedert werden, die auf Basis einer Gruppenanalyse zu untersuchen sind. Die Mehrzahl der Attribute lässt sich einer Kategorie zuordnen, wie Tab. 4-2 zeigt.

ATTRIBUTKLASSIFIZIERUNGEN				
M	O	A	I	n. kl.
26%	7%	26%	24%	17%

Tab. 4-2: Verteilung der Kategorien der untersuchten Attribute

Eine ausführliche Zusammenfassung der Ergebnisse der Datenanalyse ist Anhang 6-3 zu entnehmen. Auf Basis der kumulierten Häufigkeiten pro Kategorie lassen sich zudem Aussagen zur **Verteilungsstruktur der Präferenzen** ableiten. Dies verdeutlicht den Informationsgehalt der Ergebnisse, der über die Kategorieklassifizierung hinaus geht und einer sorgfältigen Interpretation bedarf. Ein Großteil der Attribute weist dabei eine **heterogene Präferenzstruktur** auf, wie Abb. 4-7 exemplarisch veranschaulicht. Zudem ist zu klären, inwieweit die Heterogenität auf Gruppenunterschiede zurückgeführt werden kann.

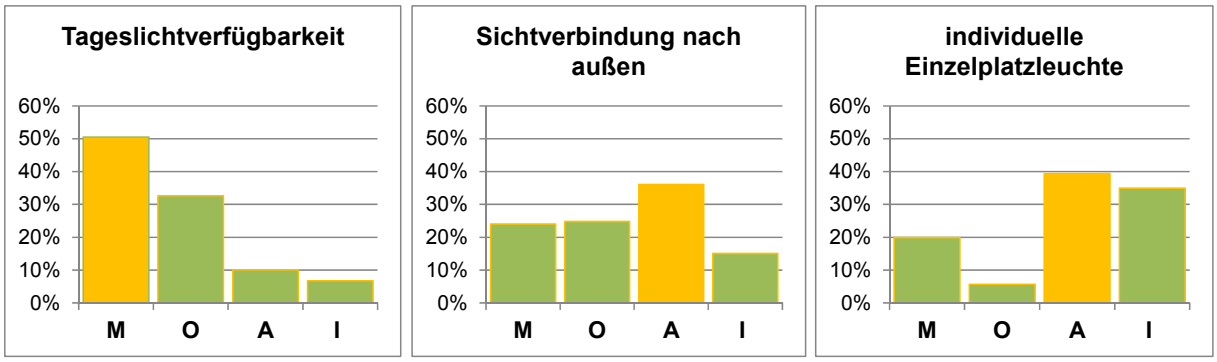


Abb. 4-7: Verteilung der Häufigkeiten für drei exemplarische Attribute des visuellen Komforts

4.2.2.3 GRUPPENUNTERSCHIEDE

Um Gruppenunterschiede zu prüfen, wird im Regelfall der **t-Test** angewandt.[868] Dabei handelt es sich um eine standardisierte Entscheidungsregel bzw. um einen **Hypothesentest**, mit dem die Signifikanz der Abweichungen zwischen empirischen Daten mehrerer Gruppen ermittelt werden kann. Dabei wird überprüft, ob die Differenz zwischen zwei Stichprobenmittelwerten unter Berücksichtigung des Standardfehlers und einem festgelegten Signifikanzniveau statistisch signifikant oder Zufall ist. Die **Nullhypothese** sagt aus, dass sich die Stichproben in Bezug auf die Eigenschaft nicht signifikant unterscheiden. Es gilt:

$$H_0\colon \bar{x} - \bar{x}_g = 0 \qquad (4.5)^{869}$$

$\bar{x}$ Mittelwert der Stichprobe

$\bar{x}_g$ Mittelwert der betrachteten Gruppe g

[868] vgl.: Rasch, Friese et al. (2010): Quantitative Methoden, S. 44
[869] vgl.: Glantz, Heinecke (1998): Biostatistik, S. 113

Allerdings können derartige parametrische Verfahren nur zur Anwendung kommen, wenn eine Normalverteilung der Daten sowie intervallskalierte Messwerte vorliegen.[870] Von einer **Normalverteilung** der Daten kann ausgegangen werden.[871] Die eigentliche Problemstellung besteht in den **nominalskalierten** Messwerten, da hieraus wesentliche Eingangsparameter, wie z.B. Mittelwert oder Varianz, nicht gebildet werden können. Das Skalenniveau ist dem qualitativen Untersuchungsgegenstand geschuldet, bei dem maximal ordinale Bewertungsskalen verwendet werden können.[872] Ordinalskalierte Messdaten können umcodiert werden, um o.g. Eingangsparameter zu bilden.[873] Problematisch dabei ist, dass die Mittelwertdifferenzen keine realen Unterschiede abbilden können.[874]

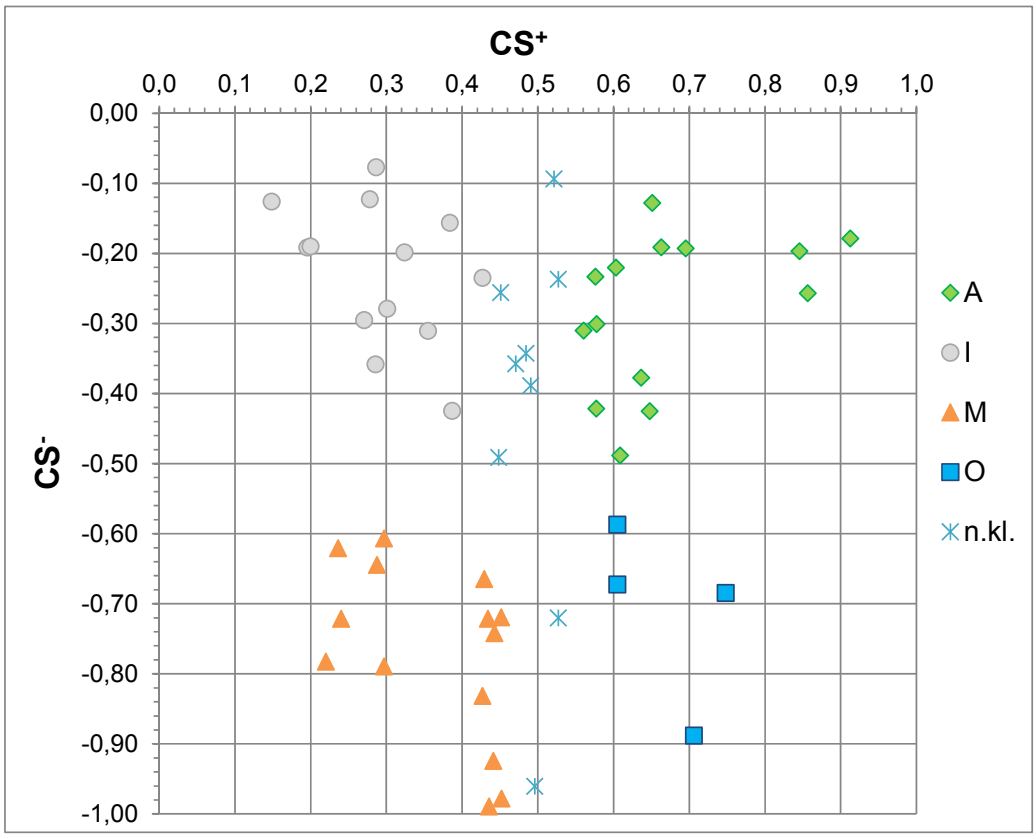


Abb. 4-8: Lage der Zufriedenheitskoeffizienten aller Attribute der Stichprobe [875]

Die nominalskalierten Messwerte der KANO Methode können jedoch nicht nach diesem Prinzip umcodiert werden, da sie sich nicht auf einer Rangfolge abbilden lassen. Der eigentliche **Informationsgehalt der Daten** wird erst durch Kombination der Messwerte evident, da sich hiermit Attribute klassifizieren und das Ausmaß der positiven und negativen Wirkungen

[870] vgl. u.a.: Fahrmeir, Künstler et al. (2003): Statistik, S. 431 ; Walden (2008): Architekturpsychologie: Schule, Hochschule und Bürogebäude, S. 164; Kühlmeyer (2001): Statistische Auswertungsmethoden, S.93 ff.
[871] vgl. u.a.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses; Schakib-Ekbatan et al. (2012): Bewertung von Aspekten d. soziokult. Nachhaltigkeit; Hölzing (2008): Die Kano-Theorie, S. 127; Muschiol (2007): Begegnungsqualität in Bürogebäuden; Walden (2008): Architekturpsychologie, S.385
[872] vgl.: u.a.: Gossauer (2008): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden; Gossauer, Wagner (2008): Nutzerzufriedenheit u. Komfort am Arbeitsplatz; Schakib-Ekbatan et al. (2012): Bewertung von Aspekten d. soziokult.
[873] vgl.: Küchler (1976): Multivariante Analyse nominalskalierter Daten, S. 253 f.
[874] vgl.: Walden (2008): Architekturpsychologie: Schule, Hochschule und Bürogebäude der Zukunft, S. 164
[875] CS^+ Werte > 0,5 gelten als bedeutend. CS^- Werte < -0,5 gelten als kritisch.

eines Attributs charakterisieren lassen. Folglich sind die Zufriedenheitskoeffizienten CS^+ und CS^- näher zu analysieren. In Abb. 4-8 sind alle untersuchten Attribute hinsichtlich der für sie ermittelten Zufriedenheitskoeffizienten (gemäß Gleichung (3.10-11)) in einem Diagramm zusammengefasst. Die Lage der Daten bestätigt die Kategoriezugehörigkeit der jeweiligen Attribute. Bei einem Zufriedenheitskoeffizient handelt es sich um einen aggregierten Durchschnittswert. Die Idee ist, für jedes Attribut die Differenz zwischen dem Zufriedenheitskoeffizient der Stichprobe und dem Zufriedenheitskoeffizient einer betrachteten Gruppe zu ermitteln und auf diese Weise die Gruppenunterschiede zu untersuchen. Nachteilig ist hierbei, dass Standardabweichungen nicht berücksichtigt werden können.

Es wird festgelegt, dass Abweichungen $\geq 0{,}1$ als signifikant eingestuft werden (entspricht je 10 % der Antworten). Dabei hat das Attribut für die Gruppe insbesondere dann eine höhere Bedeutung wenn gilt:

$$\begin{aligned} CS^- \; - \; CS_g^- \geq 0{,}1 \\ CS^+ \; - \; CS_g^+ \leq -0{,}1 \end{aligned} \tag{4.6}$$

Der Vorteil besteht darin, dass die so ermittelten **Differenzen auf Basis einer metrischen Skala** abbilden lassen, die die tatsächlichen Unterschiede widerspiegeln. Hierfür wird zunächst eine gruppenspezifische Attributklassifizierung vorgenommen, aus der sich zusätzlich Aussagen zur Abweichungen der Präferenzstruktur einer Gruppe ableiten lassen. Dabei wird analysiert, ob die **gruppenspezifische Kategorieklassifizierung** von der Stichprobe abweicht. Die Untersuchungsergebnisse werden überprüft, indem zusätzlich die Korrelation r zwischen der Antwortverteilung der Stichprobe und der Antwortverteilung einer Gruppe untersucht wird. Diese Analyse wurde für sämtliche Attribute durchgeführt (vgl. Anhang 6-4). Tab. 4-3 fasst die Ergebnisse zusammen (signifikante Abweichungen hervorgehoben).

Die Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen Probanden stellten sich als gering heraus. **Weibliche Probanden** ordnen den Aspekten der thermischen Behaglichkeit (insbesondere während der Heizperiode) und der Innenraumluftqualität eine größere Bedeutung zu. Darüber hinaus führen die dysfunktional ausprägten Aspekte der subjektiv empfundenen Sicherheit, wie z.B. keine Ausleuchtung der Wege im Außenbereich und auf Parkplätzen, bei weiblichen Probanden deutlich häufiger zu Unzufriedenheit. Im Gegensatz dazu tendierten **männliche Probanden**, v.a. in Bezug auf Sicherheitsaspekte, häufiger zu Indifferenz. Während bei den ersten beiden **Altersgruppen** eher geringe Abweichungen feststellbar sind, weist v.a. die Altersgruppe der 46-60 Jährigen eine signifikant abweichende Präferenzstruktur auf. Generell tendierte diese Gruppe dazu, Attributen aus allen Komfortbereichen eine höhere Bedeutung zuzuordnen und dabei insbesondere bei dysfunktionaler Ausprägung häufiger zu Unzufriedenheit zu neigen. Die Unterschiede dieser Gruppe in Bezug auf die

Stichprobe konnten durch niedrige Korrelationskoeffizienten, wie z.B. r = 0,494 bei Strahlungstemperaturasymmetrie in der Heizperiode, bestätigt werden.

	Geschlecht		**Alter**			**Erfahrung**		**Büroraumsituation**			
gruppeninterne Verteilung [876]	weiblich	männlich	18-29	30-45	45-60	funktional	dysfunktional	Einzel-büro	Zweipersonen-büro	Mehrpersonen-büro (<6P)	Großraum /offener Bereich
	51%	45%	37%	43%	17%	77%	23%	23%	38%	22%	16%
Anz. abweichender Kategorieklassifizierungen	2	2	1	0	2	0	6	2	1	2	**4**
$\bar{r}$	0,972	0,963	0,979	0,985	0,907	0,989	0,803	0,973	0,980	0,970	0,**883**
mittlere Abweichungen von CS^+	3,6%	4,0%	3,0%	2,2%	**5,8%**	**5,5%**	**15,2%**	4,5%	2,8%	4,1%	**6,5%**
mittlere Abweichungen von CS^-	3,3%	3,6%	3,0%	2,5%	**7,3%**	1,7%	4,8%	3,2%	2,7%	3,0%	**4,9%**

Tab. 4-3: Zusammenfassung der untersuchten Gruppenunterschiede

Die **Erfahrung** bezieht sich auf die Frage, ob das betreffende Attribut am Arbeitsplatz der Probanden eine funktionale oder dysfunktionale Ausprägung aufweist bzw. wie zufrieden/unzufrieden der Proband mit der Ausprägung vor Ort ist. Die Theorie, dass **Erwartungshaltungen der Nutzer implizit** sind und erst durch Konfrontation mit der dysfunktionalen Ausprägung explizit werden, konnte insbesondere für Minimalanforderungen bestätigt werden. Hierbei konnten signifikante Abweichungen für die Gruppe festgestellt werden, die am Arbeitsplatz eine **dysfunktionale Ausprägung** des Merkmals vorfinden oder angaben, unzufrieden zu sein. Diese Gruppe ordnet v.a. Attributen aus Komfortkriterien eine wesentlich höhere Bedeutung zu. In Bezug auf funktionale Attribute ist diese Gruppe jedoch häufiger bereit, ihre Situation zu akzeptieren und würde sich deutlich häufiger über eine funktionale Ausprägung freuen (statt diese vorauszusetzen). Zudem geht aus den Daten hervor, dass die tatsächliche dysfunktionale Ausprägung einer Eigenschaft vor Ort Probanden stärker tangiert, als eine fiktive dysfunktionale Ausprägung.

Bei Nutzern, die am Arbeitsplatz eine **funktionale Ausprägung** des Merkmals vorfinden, konnten zwei Tendenzen beobachtet werden. Bei Komfortattributen neigt diese Gruppe häufiger dazu, die funktionale Ausprägung vorauszusetzen und empfände eine dysfunktionale Ausprägung häufiger als störend, was zur Kategorie M führt. Im Gegensatz wird die funktionale Ausprägung von Attributen des Schallschutzes und solchen mit Bezug auf eine beson-

[876] Von der Stichprobe (100 %) wurden nicht alle Fragen nach soziodemografischen Merkmalen von allen Probanden beantwortet. Daher ergibt die Summe der gruppeninternen Anteile nicht immer 100 %.

dere Aufenthaltsqualität von dieser Gruppe häufiger als Indifferent beurteilt. Aufgrund des hohen Anteils an „Zufriedenen“ (75 %) fällt dieser Umstand besonders stark ins Gewicht.
Auch hinsichtlich der **Büroraumsituation** sind signifikante Abweichungen feststellbar. Dies betrifft v.a. die Probanden, deren Arbeitsplatz sich in einem Großraumbüro bzw. in einem offenen Bereich befindet. Diese Gruppe reagiert deutlich empfindlicher gegenüber dysfunktionalen Ausprägungen hinsichtlich sämtlicher Komfortaspekte. Darüber hinaus klassifiziert diese Gruppe Attribute, wie z.B. individuelle Arbeitsplatzleuchte und Sichtbezüge im Innenraum, häufiger als Begeisterungsmerkmal. Zudem neigen Nutzer eines Großraumbüros zu mehr Indifferenz gegenüber Außenlärm, welcher wiederum mehr Bedeutung für Einzelbüronutzer hat. Darüber hinaus konnte ein Zusammenhang zwischen der Büroraumsituation und der Zufriedenheit mit dem akustischem Komfort beobachtet werden (vgl. Anhang 6-4), und damit Ergebnisse anderer Untersuchungen bestätigt werden.[877]
Bei der Auswertung wurde festgestellt, dass arbeitsorganisatorisch bedingte Unterschiede zu zusätzlichen Bedürfnisunterschieden führen können. Während für Führungskräfte die akustische Privatsphäre eines Einzelbüros gewährleistet sein muss, kann ein Mitarbeiter des operativen Geschäfts nicht zwangsläufig von einer solchen Situation ausgehen. Demgemäß wird für Folgeerhebungen die Abfrage dieser Ausgangssituation empfohlen.
Insgesamt lässt sich die heterogene Präferenzstruktur plausibel erklären, da sie auf uneinheitliche Bedürfnisse der Gruppen zurückzuführen ist.[878] Zudem gibt es zahlreiche Hinweise dafür, dass Nutzer eines hochwertigen Arbeitsplatzes zu einer höheren Erwartungshaltung neigen und ihre positive Situation nicht (mehr) als solche wahrnehmen. Das bestätigt wiederum die KANO Theorie, nach der bestimmte Erwartungshaltungen implizit sind und erst bei Konfrontation mit der gegenteiligen Situation explizit werden.

4.3 SEKUNDÄRANALYSE BESTEHENDER DATENSÄTZE

Die im Abschnitt 3.2.3.1 bereits vorgestellte Studie *„Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien“* stellt eine Ausgangsbasis für die vorliegende Sekundäranalyse dar. Auf Basis der Ergebnisse der **Studie von ZIMMERMANN und SCHAULE** können die soziokulturellen Zielertragsmessungen für DGNB/BNB Kriterien komplettiert werden. Da bei der Studie nach ZIMMERMANN et al. die Zahlungsbereitschaften und nicht die Nutzerzufriedenheit im Vordergrund standen, haben Autoren die KANO Fragetechnik um Zahlungsbereitschaften erweitert und das Vorgehen zur Datenanalyse entsprechend modifiziert.[879] Nach eingehender Prüfung wurde festgestellt, dass die zur Verfügung stehenden Datensätze durch eine Sekundäranalyse erneut auszuwerten sind.

[877] vgl.: Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012): Bewertung von Aspekten der soziokult. Nachhaltigkeit, S. 17; Schittich (Hrsg.) (2011): Arbeitswelten, S. 56
[878] D.h. Personen, die zu einer Gruppe gehören, die empfindlicher gegenüber einer Auswirkung reagieren, messen dem Attribut eine höhere Bedeutung bei.
[879] vgl.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 75 ff.

4.3.1 VORGEHEN

Die Sekundäranalyse umfasst die erneute Auswertung von empirischem Datenmaterial, das unabhängig von der primär zugrunde liegenden Fragestellung erhoben wurde. Dabei werden zunächst die Parameter der Datenerhebung und deren Bezugsrahmen erläutert.

Der Untersuchungsrahmen der Studie von ZIMMERMANN et al. ist weitgehend äquivalent mit der hier zugrunde liegenden Fragestellung. Hierbei erfolgte eine Büronutzerumfrage mit der KANO Methode, wobei sich die Attribute größtenteils auf DGNB/BNB Kriterien aus der Systemvariante NBV09 beziehen. Dabei wurden zwei Fragebögen erstellt, von denen einer ausschließlich funktionale und der andere ausschließlich dysfunktionale Ausprägungen berücksichtigte.

Die Datenerhebung fand im Zeitraum vom 14. Mai bis zum 02. Juli 2010 statt und umfasst 427 Teilnehmer, die alle Altersgruppen von 18 bis 60 Jahren abdecken.[880] Obwohl der Anteil männlicher Probanden mit 79,9 % überrepräsentiert ist, kann die **soziodemografische Verteilung** der Stichprobe als zufriedenstellend eingestuft werden. Darüber hinaus erhoben die Autoren das Pendelverhalten ihrer Teilnehmer. Insgesamt nutzen 57,6 % der Teilnehmer ein Auto auf dem Weg ins Büro, 24,2 % den ÖPNV und 11 % ein Fahrrad.[881]

Die ausgewerteten Ergebnisse der Studie können nicht direkt übernommen werden, da die ursprüngliche Auswertungstabelle nach KANO sowie die Auswertungsregeln modifiziert wurden. Darüber hinaus ist anzumerken, dass die Ergebnisse einen niedrigeren Detaillierungsgrad als die eigene Studie aufweisen, da mitunter nur ein Attribut pro Kriterium abgefragt wurde. Die Datensätze liegen in Form von aggregierten Primärdaten vor, die eine Sekundäranalyse erlauben. Hierbei stehen absolute Häufigkeiten pro Antwortoption für jeweils funktionale und dysfunktionale Ausprägung von insgesamt 40 Attributen zur Verfügung.[882] Diese Datensätze wurden digitalisiert und zum Vorgehen aus 4.2.2 ausgewertet.

4.3.2 ERGEBNISSE

Die Auswertung erfolgte für 31 Attribute, die 12 DGNB/BNB Kriterien zugeordnet werden konnten. Tab. 4-4 fasst die Verteilung der Kategorien zusammen.

ATTRIBUTKLASSIFIZIERUNGEN				
M	O	A	I	n. kl.
23%	0%	16%	32%	29%

Tab. 4-4: Verteilung der Kategorien der ausgewerteten Attribute der Sekundäranalyse

[880] vgl.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 49
[881] vgl.: ebenda
[882] vgl.: ebenda, S. 114-123

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse der Sekundäranalyse ist Anhang 7 zu entnehmen. Aus den Daten geht hervor, dass die Probanden der Studie nach ZIMMERMANN et al. ebenfalls eine heterogene Präferenzstruktur aufweisen.

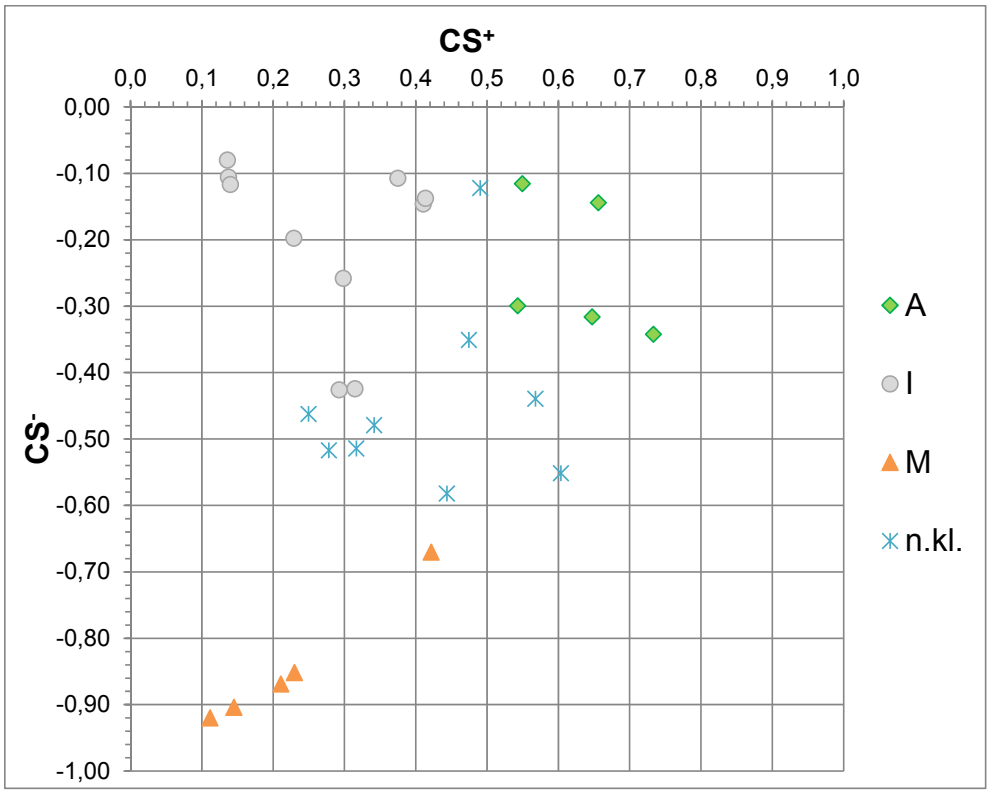


Abb. 4-9: Lage der Zufriedenheitskoeffizienten aller Attribute der Sekundäranalyse

In Abb. 4-9 sind diese untersuchten Attribute hinsichtlich ihrer Zufriedenheitskoeffizienten in einem Diagramm zusammengefasst. Erneut wird die die Kategoriezugehörigkeit der Attribute durch die Lage der Daten bestätigt.

4.3.3 Test-Retest-Reliabilität

Bei der Test-Retest-Reliabilität wird der Grad der Übereinstimmung zwischen zwei Stichproben ermittelt, die sich auf den gleichen Untersuchungsgegenstand beziehen und mit dem gleichen Messinstrument erhoben wurden. Hierfür wurde die Korrelation zwischen den Verteilungen der Antworthäufigkeiten für sechs Attribute der vorliegenden Stichprobe und der Studie von ZIMMERMANN und SCHAULE[883] betrachtet. Die Ergebnisse weisen eine mittlere Reliabilität auf (vgl. Tab. 4-5). Diese sind im Falle von r_{min} auf Messungenauigkeiten durch unterschiedliche Formulierungen der Attribute zurückzuführen sind.[884]

[883] vgl.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 114 ff.
[884] Während ZIMMERMANN und SCHAULE bspw. bei diesem Attribut nach den Präferenzen für ‚Notrufsäulen im Gebäude' fragte, wurde in der eigens durchgeführten Studie gemäß DGNB/BNB nach , technische Sicherheitseinrichtungen wie Videoüberwachung, Notrufsäulen ' gefragt.

ZUSAMMENFASSUNG TEST-RETEST-RELIABILITÄT	
Anzahl überprüfter Attribute:	7
Korrelation der Antworthäufigkeiten	
$\bar{r}$	0,83
r_{max}	0,94
r_{min}	0,65

Tab. 4-5: Zusammenfassung der Korrelationen der Test-Retest-Reliabilität

Zudem unterscheidet sich der Stichprobenumfang beider Studien. Während die Anzahl der Antworten pro Merkmalsausprägung bei ZIMMERMANN und SCHAULE zwischen 169 und 217 liegt,[885] weist die eigens durchgeführte Studie einen Umfang von 385 bis 505 Antworten pro Merkmalsausprägung auf.

4.4 Berechnung der Gewichtungsfaktoren

Das dritte Forschungsziel besteht darin, aus den kardinalskalierten Zielertragsdifferenzen Kriteriengewichtungen zu ermitteln. Dies erfolgt in diesem Abschnitt für Kriterien mit soziokulturellen Auswirkungen, indem aus den Ergebnissen der Nutzerumfrage kriterienspezifische Zielerträge berechnet werden. Mit den Ergebnissen können die Bedeutungsunterschiede der DGNB/BNB Kriterien auf Basis der erfassten Präferenzen der Büronutzer überprüft und ggf. angepasst werden.

4.4.1 Ableitung wirkungsbasierter Gewichtungen

In diesem Abschnitt wird die Quantifizierung der Gewichtungen auf Basis der Datenauswertung beschrieben. Zunächst wird der **Zielertrag der Attribute** gemäß der soziokulturellen Zielwertfunktion (Gleichung (3.13)) berechnet. Dabei beschreibt $v_1(z_e)$ die attributspezifische Spannweite zwischen der besten und der schlechtesten Auswirkung des Attributs als Konsequenz seiner zielwert- und grenzwertorientierten Ausprägung. Das kriterienspezifische Rohgewicht $v_1(k_i)$ wird aus dem Mittelwert der Zielerträge seiner Attribute berechnet und beschreibt eine spezifische **Wirkungsintensität im quantitativen Sinne**. Dabei muss in Kauf genommen werden, dass sich die Bedeutung der Nutzeneinbuße einzelner Attribute durch Nutzengewinne anderer aufhebt. Abb. 4-10 veranschaulicht dieses Vorgehen exemplarisch. Damit wird dem Postulat der **Nutzenunabhängigkeit** entsprochen, demgemäß die Priorisierung von Auswirkungen nur dann verzerrungsfrei möglich ist, wenn diese tatsächlich gleichzeitig und ohne Überschneidungen mit anderen auftreten können.[886]

[885] vgl.: Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen, S. 114 ff.
[886] vgl.: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 270

k_i SOC1.4/3.1.5 Visueller Komfort										
z_e	n	$\sum h$(M)	$\sum h$(O)	$\sum h$(A)	$\sum h$(I)	CS^+	CS^-	Kategorie	$v_1(z_e)$	$v_1(k_i) = \sum v_1(z_e)/f_i$
Tageslichtverfügbarkeit	398	**51%**	33%	10%	7%	0,43	-0,83	M	1,26	
natürliche Lichtfarben	392	9%	10%	**56%**	24%	0,66	-0,19	A	0,85	
Sichtverbindung nach außen	391	24%	25%	**36%**	15%	0,61	-0,49	A	1,10	
Sichtverbindung nach außen auch bei aktiv. Sonnenschutz	390	5%	8%	**57%**	30%	0,65	-0,13	A	0,78	**0,953**
Blendfreiheit Tageslicht	384	**43%**	31%	13%	13%	0,44	-0,74	M	1,18	
Blendfreiheit Kunstlicht	239	**41%**	31%	14%	14%	0,45	-0,72	M	1,17	
Lichtverteilung	491	25%	5%	22%	**48%**	0,27	-0,30	I	0,57	
individuelle Einzelplatzleuchte	492	20%	6%	**39%**	**35%**	0,45	-0,26	n.kl.	0,71	
f_i = 8 (Anzahl der Attribute z_e eines Kriteriums)										

Abb. 4-10: Ermittlung der kriterienspezifischen Rohgewichtung am Beispiel des visuellen Komforts

Auf diese Weise wurden Rohgewichte für 20 DGNB/BNB Kriterien berechnet. Dabei flossen die Zielerträge von insgesamt 52 Attributen der Büronutzerumfrage sowie von 19 Attributen aus der Sekundäranalyse von ZIMMERMANN und SCHAULEs Untersuchung ein. Trotz des unterschiedlichen Detaillierungsgrades der Befragung gemäß ZIMMERMANN et al. der eigenen Befragung können die Ergebnisse zusammengefasst werden. Durch die Mittelwertbildung ist nicht das Risiko eines Bandbreiteneffekts zu befürchten.

Die attributspezifischen Zielerträge in Abb. 4-10 verdeutlichen die **kriterieninternen Bedeutungsunterschiede**. Auf Basis der Ergebnisse kann die kriterieninterne Vergabe der BWP überprüft und ggf. angepasst werden, indem ein attributspezifisches Rohgewicht über alle Rohgewichte des Kriteriums normiert wird.[887] Demzufolge kann neben der Gewichtung auch die **Normierung der DGNB/BNB Kriterien** an Wirkungsaussagen ausgerichtet und damit ein wesentlicher Beitrag zur Objektivierung der Wertsynthese geleistet werden.

Darüber hinaus lässt sich eine **Rangfolge unter den Kategorien** der Attribute erkennen. Die größte Bedeutung wird den als Leistungsmerkmale (O) klassifizierten Attributen mit einem mittleren Zielertrag von 1,371 zugeordnet (min. = 1,19; max. = 1,59). Dem schließen sich Basismerkmale (M) mit einem mittleren Zielertrag von 1,13 (min. = 0,86; max. = 1,43) und Begeisterungsmerkmale (A) mit 0,95 (min. = 0,78; max. = 1,11) an. Indifferente Merkmale (I) weisen hingegen einen mittleren Zielertrag von 0,52 auf (min. = 0,27; max. = 0,81). Diese Zusammenhänge zwischen Attributwichtigkeit und Kategoriezugehörigkeit bestätigen erneut das theoretische Konstrukt des KANO Modells und konnten auch in anderen Untersuchungen festgestellt werden.[888]

[887] Für diesen Fall müssten jedoch weitere Datensätze erhoben werden, um die Attribute zu komplettieren, wie z.B. Tageslichtverfügbarkeit im Gebäude.

[888] vgl.: Hölzing (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung, 172

4.4.1.1 ANWENDUNG AUF DAS INTEGRATIVE GEWICHTUNGSMODELL

Auf Basis der kriterienspezifischen Rohgewichte können die lokalen und globalen Kriteriengewichtungen berechnet werden. Das zugrunde liegende Gewichtungsmodell gibt dabei den Bezugsrahmen und die Gewichtungen der übergeordneten Hierarchieebenen vor. Beim integrativen Ansatz sind alle Kriterien einzubeziehen, die einen Beitrag zum jeweiligen ZWI leisten. Folglich wird die **lokale Kriteriengewichtung** $\widehat{w}_{i,1}^{*}$ ermittelt, indem sein spezifisches Rohgewicht über die Summe der Rohgewichte der 20 Kriterien mit soziokulturellen Auswirkungen normiert wird. Anschließend werden durch Multiplikation mit den Gewichtungen des ZWI $\widetilde{w}_{c}^{*}$ und der Nachhaltigkeitssäule $\widehat{w}_{s}$ globale Kriteriengewichtung $\widehat{w}_{i,1}$ ermittelt.

Die Berechnungen wurden auf Basis der Gleichungen (3.3 – 3.5) durchgeführt und entsprechen den Festlegungen in Abschnitt 3.5.2. Die Ergebnisse der wirkungsbasierten Kriteriengewichtungen wurden in Anhang 8 zusammengefasst und den DGNB/BNB Gewichtungen gegenübergestellt. Dabei können signifikante Unterschiede festgestellt werden. Beim Vergleich der Gewichtungen ist zu berücksichtigen, dass sie unterschiedliche Bezugsrahmen aufweisen. Dies führt dazu, dass die Summe der wirkungsbasierten Gewichtungen 33,33 % beträgt, während die Summe der hier einbezogenen DGNB/BNB Gewichtungen 30,69 % bzw. 31,34 % ergibt. Andererseits kann auf Basis der wirkungsbasierten Kriteriengewichtungen die Überprüfung der Gewichtung der soziokulturellen und funktionalen Qualität aus Nutzersicht erfolgen. Gemäß Gleichung (3.7) wurden alle globalen Kriteriengewichtungen dieser Qualität aufsummiert und es ergibt sich eine Gewichtung von:

$$\breve{\boldsymbol{w}}_{\boldsymbol{1}} = \mathbf{25,52}\%.$$

Durch die Zulässigkeit der Wechselwirkungen kann eine Verifizierung der Gewichtungen auf Basis des integrativen Ansatzes erst abgeschlossen werden, wenn alle Zielertragsmessungen durchzugeführt wurden. Daher handelt es sich um ein vorläufiges Ergebnis.

4.4.1.2 ANWENDUNG AUF DAS HIERARCHISCHE GEWICHTUNGSMODELL

Bei der Berechnung der wirkungsbasierten Gewichtungen auf Basis des hierarchischen Ansatzes wurden nur die Kriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität einbezogen. Dementsprechend wird die lokale Kriteriengewichtung $\widehat{w}_{i}^{*}$ ermittelt, indem das Rohgewicht eines Kriteriums über die Summe der Rohgewichte aller Kriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität normiert wird. Anschließend wird durch Multiplikation mit der lokalen Gewichtungen des ZWI $\widetilde{w}_{c}^{*}$ sowie der Gewichtungen der Qualität w_{q} die globale Kriteriengewichtung $\widehat{w}_{i}$ ermittelt. Die Berechnungen werden auf Basis der Gleichungen (3.8 – 3.9) durchgeführt und entsprechen den Festlegungen in Abschnitt 3.5.3. Die Ergebnisse der wirkungsbasierten Kriteriengewichtungen wurden in Abb. 4-11 zusammengefasst und den DGNB/BNB Gewichtungen gegenübergestellt (Berechnungsergebnisse in Anhang 8).

Wie die Ergebnisse zeigen, weichen die **Bedeutungsunterschiede aus Sicht der Büronutzer** z.T. deutlich von den Experteneinschätzungen ab (min = 0,04 %; max = 1,18 %). Dabei fällt zunächst eine Höhergewichtung des akustischen Komforts auf. Des Weiteren ist zu erwähnen, dass die zielwertorientierten Ausprägungen der abgefragten Attribute mitunter deutlich über das als Standard geltende Maß hinausgehen. Dies wird insbesondere bei Kriterien wie Außenraum- oder Grundrissqualitäten sowie Fahrradkomfort[889] als überproportionales Leistungsniveau empfunden und birgt daher ein erhebliches Begeisterungspotenzial. Diese Höhergewichtungen gehen allerdings zu Lasten einiger Komfortkriterien. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass die Bedeutung des Kriteriums Sicherheit und Störfallrisiken aus Sicht der Nutzer deutlich größer ist, als die bislang verankerte. Hierbei waren insbesondere Attribute ausschlaggebend, die das Sicherheitsempfinden beeinflussen.

Es gibt verschiedene empirische Befunde, die einzelne Aspekte dieser Ergebnisse bestätigen. SCHAKIB-EKBATAN et al. postulieren eine Höhergewichtung des akustischen Komforts auf Basis der Ergebnisse mehrerer Nutzerzufriedenheitsanalysen.[890] Darüber hinaus weisen weitere Studien zum Thema Nutzerzufriedenheit ähnliche Bedeutungsunterschiede zwischen einzelnen Kriterien auf.[891]

[889] 11 % der Befragten nutzen ein Fahrrad auf dem Weg zum Büro.
[890] vgl.: Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012): Bewertung von Aspekten der soziokult. Nachhaltigkeit, S. 38
[891] vgl.: Gossauer (2008): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden, S. 74, 172

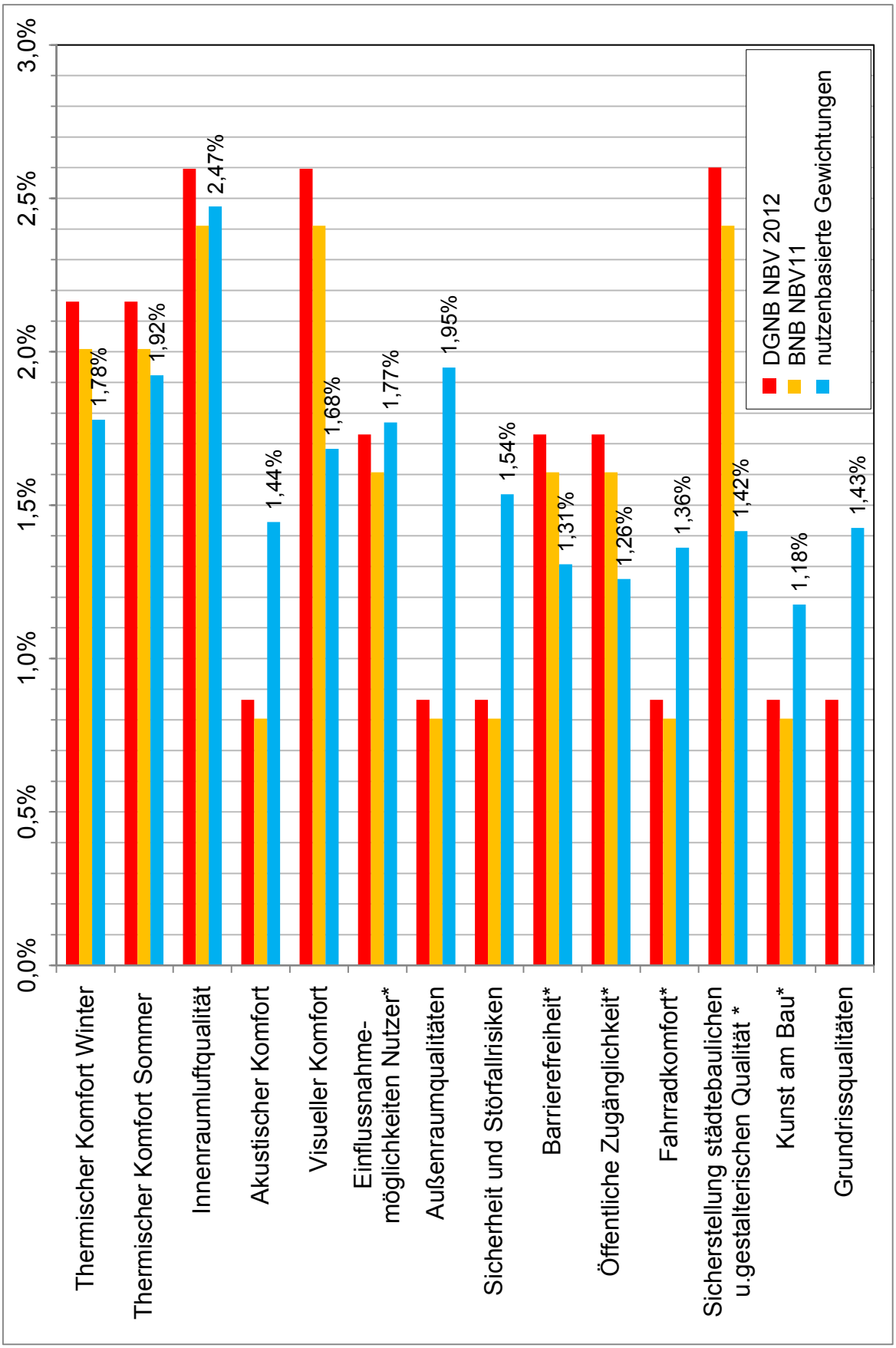


Abb. 4-11: Gegenüberstellung der Ergebnisse des hierarchischen Ansatzes mit den DGNB/BNB Gewichtungen[892]

[892] Die Datenbasis der Kriterien mit * stammen z.T. aus der Sekundäranalyse

4.4.2 DYNAMISCHE EFFEKTE

Dynamische Effekte beschreiben eine Veränderung des Erwartungsbildes in Bezug auf den allgemeinen Standard. Vor diesem Hintergrund werden in diesem Abschnitt die vorliegenden Ergebnisse in Bezug sich abzeichnende künftige Entwicklungen analysiert.

Gemäß KANO Theorie entwickeln sich die Attributkategorien im Laufe der Zeit von Begeisterungsmerkmalen zu Leistungsmerkmalen und letztlich zu Basismerkmalen.[893] Die vorangegangene Auswertung der Gruppenunterschiede in Bezug auf den **Einfluss von Erfahrung auf das Erwartungsniveau** bestätigt diese Theorie. Die bandbreitenorientierte Gewichtung über die Spannweite der Zufriedenheitskoeffizienten auf Basis von Gleichung (3.13) ist robust gegenüber diesen Änderungen. Wenn sich die Häufigkeiten im Laufe der Zeit von Begeisterungs-, über Leistungs-, hin zu Basisanforderungen verlagern, bleibt der soziokulturelle Zielertrag $v_1(z_e)$ unverändert. Erst das Hinzufügen oder die inhaltliche Anpassung von Kriterien würde zu Veränderungen der Gewichtungen führen. Infolgedessen wird hier untersucht, ob vor dem Hintergrund derzeit abzusehender Entwicklungen der Büro- und Arbeitsplatzanforderungen zusätzliche Kriterien erforderlich sein können.

In der Literatur gibt es vielfältige Ausführungen bzgl. künftiger Arbeitsplatzumgebung. Allen gemein ist die Kernaussage, dass die Bedeutung der Aufenthaltsqualität zunehmen wird und dadurch die Anforderungen an Komfort, Behaglichkeit und Funktionalität steigen.[894] Eine weitere Rolle spielt die Unterscheidung zwischen Orten für Kommunikation und solche für konzentriertes Arbeiten. Beide sind durch die räumlichen Bedingungen bestmöglich zu unterstützen. Zudem werden aufgrund der steigenden Bedeutung der Wissensökonomie folgende Trends erwartet:

- kommunikativere und teamorientierte Arbeitsformen,
- mehr Mobilität, unterstützt durch Kommunikationstechnologie
- sowie Zunahme flexibler Arbeitszeiten mit mehr Heimarbeit.[895]

Darüber hinaus wurden 2012 vom Fraunhofer IAO die Ergebnisse einer Delphi-Befragung von 136 Experten zum Thema zukünftiger Büro- und Arbeitsplatzanforderungen vorgelegt.[896] Ein Großteil der Befragten geht von einem zunehmenden Trend für Flächen mit nachhaltigen Aspekten und solchen, die ein Höchstmaß an Flexibilität für die Ausgestaltung individueller Anforderungen gewährleisten, aus.[897] Konkretisieren lassen sich derartige Aussagen vor allem anhand der der folgenden Kernthesen: [898]

- Die Förderung der Leistungsfähigkeit und des Wohlbefindens der Büroarbeiter dominiert.

[893] vgl.: Kano (2001): Life Cycle and Creation of Attractive Quality, S. 6 ff.
[894] u.a.: Voss, Löhnert et al. (2006): Bürogebäude mit Zukunft, VDI (Hrsg.) (2006): Bürogebäude der Zukunft; Schittich (Hrsg.) (2011): Arbeitswelten; Walden (2008): Architekturpsychologie: Schule, Hochschule und Bürogebäude der Zukunft
[895] vgl.: Sedelbauer: Globale Trends; erschienen in Stiftung Bauwesen (Hrsg.): Brennpunkt, S.27
[896] vgl.: Bauer, Rief et al. (2012): Arbeitswelten 4.0, S. 13
[897] vgl.: ebenda, S. 45
[898] Thesen vgl. Bauer, Rief et al. (2012): Arbeitswelten 4.0, S. 48-59

- Es wird ganzjährig ein optimales Raumklimas im Hinblick auf Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftwechsel geschaffen.
- Desk Sharing Modelle setzen sich durch, dennoch kann sich die Arbeitsumgebung tätigkeitsbezogenen und interindividuellen Bedürfnissen der Nutzer anpassen.
- Alle neuen Büro- und Verwaltungsgebäude produzieren die benötigte Energie selbst oder werden im Verbund energieneutral betrieben.

Diese Thesen werden überwiegend von der weiterführenden Literatur gestützt.[899] Darüber hinaus wird angenommen, dass ein heute hoher Komfortstandard künftig den Mindeststandard darstellen wird und dass Gebäude aufgrund der sich wandelnden Lebens- und Arbeitsweisen zusätzliche Funktionen übernehmen werden müssen.[900] Da zudem *CSR* [901] Aspekte an Bedeutung gewinnen, werden mehr Unternehmen die Erhaltung der mentalen und körperlichen Fitness und Leistungsfähigkeit ihrer Büromitarbeiter intensiv fördern und fordern (*Caring Company*) und Senioren bis weit über das offizielle Rentenalter hinaus in Büro- und Wissensarbeitsprozesse eingebunden sein.[902] In diesem Zusammenhang wird zudem erwartet, dass Bürogebäude durch besondere Gestaltungs- und Umweltschutzeigenschaften zur Identifikation der Mitarbeiter mit dem Unternehmen beitragen werden.[903]

In Bezug auf soziokulturelle, funktionale und technische Eigenschaften eines Gebäudes decken die Kriterien des DGNB/BNB Bewertungssystems die o.g. Aspekte vollständig ab und wurden folglich in die soziokulturelle Zielertragsmessung einbezogen. In Bezug auf die CSR Gesichtspunkte ist jedoch zu erwarten, dass künftig ökologische Aspekte, wie z.B. FSC zertifiziertes Parkett oder emissionsfreier Oberflächenmaterialien, einen größeren Stellenwert als bisher einnehmen werden. Während das hierarchische Gewichtungsmodell demgegenüber unempfindlich ist, würden diese Aspekte den Bezugsrahmen des integrativen Gewichtungsmodells erweitern.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass die vorgelegten wirkungsbasierten Gewichtungen weitgehend **robust gegenüber dynamischen Effekten** sind und damit auch einen Großteil künftiger Trends mit abdecken. Da sehr wahrscheinlich ökologische Aspekte des Büroinnenausbaus verstärkt eine Rolle spielen werden, kann es zu einer leichten Veränderung wirkungsbasierter Gewichtungen auf Basis des integrativen Ansatzes kommen.

[899] vgl. u.a.: Kleibrink: Die Welt der Büroarbeit, S. 11-17; Hamm, Bustow: Erfolgsfaktor Arbeitsplatz, S. 35-37, Beide Beiträge sind erschienen in Schittich (Hrsg.) (2011): Arbeitswelten.
[900] vgl.: Bauer, Rief et al. (2012): Arbeitswelten 4.0, S. 33
[901] Corporate Social Responsibility, dt.: unternehmensinterner Strategie hinsichtlich gesellschaftlicher und ökologischer Zielsetzungen
[902] vgl.: Bauer, Rief et al. (2012): Arbeitswelten 4.0, S. 48-59
[903] vgl.: ebenda 4.0, S. 33

4.5 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse zusammengefasst und Schlussfolgerungen abgeleitet. Zudem erfolgt die kritische Würdigung der KANO Methode.

4.5.1 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Auf Basis der Auswertung der Nutzerbefragung und der Sekundäranalyse wurden kriterienspezifische, kardinalskalierte Zielerträge ermittelt und wirkungsbasierte Gewichtungen abgeleitet. Dabei wird das kriterienspezifische Rohgewicht aus dem Mittelwert der Zielerträge seiner Attribute berechnet und beschreibt eine spezifische Wirkungsintensität auf die Nutzerzufriedenheit im quantitativen Sinne. Die Gegenüberstellung der Ergebnisse mit den *a priori* geschätzten Gewichtungen des DGNB/BNB Bewertungssystems verdeutlicht den **Anpassungsbedarf**. Bei insgesamt 9 von 14 Kriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität sind deutliche Abweichungen erkennbar. Damit wird das dritte Forschungsziel erreicht.
Zudem wurde der Einfluss von Erfahrungen mit spezifischen Attributen untersucht. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Positiverfahrung mit Eigenschaften heben *ex ante* das Erwartungsniveau.
- Negativerfahrungen mit Eigenschaften senken *ex ante* das Erwartungsniveau.
- Negativbewertungen üben einen stärkeren Einfluss auf die Bedeutung aus als Positivbewertungen.

Diese Unterschiede werden als **asymmetrischer Effekt** bezeichnet und bestätigen das bipolare Zufriedenheitskonstrukt der KANO Theorie. Im Umkehrschluss bedeutet dies für die Aussagekraft der Ergebnisse, dass die Verteilung der Positiv-/Negativerfahrung mit der Verteilung der Grundgesamtheit übereinstimmen sollte. Diesbezüglich kann eine Übereinstimmung mit kontextverwandten Studien festgestellt werden.[904]
Da die Ergebnisse des integrativen und hierarchischen Gewichtungsmodells auf denselben Rohgewichten und derselben Zielwertfunktion basieren, besteht ein Zusammenhang zwischen ihnen. Die **Differenz der Ergebnisse** der Gewichtungen beträgt exakt die Differenz der Prozentpunkte zwischen der berechneten Gewichtung $\breve{w}_1$ auf Basis des integrativen Ansatzes und der festgelegten Gewichtung der Qualität w_1 auf Basis des hierarchischen Ansatzes.
Gemäß den Berechnungsmodalitäten reflektiert eine wirkungsbasierte Kriteriengewichtung das mittlere kriterienspezifische Potenzial, bei zielwertorientierter Ausprägung Zufriedenheitswirkungen hervorzurufen bzw. Unzufriedenheitswirkungen zu vermeiden. Durch eine Anpassung der Gewichtungen an den so ermittelten Bedeutungsunterschieden würde eine Ausrichtung an derzeit vorherrschenden Nutzerbedürfnissen und Begeisterungspotenzialen

[904] vgl.: Schakib-Ekbatan, Wagner et al. (2012): Bewertung von Aspekten der soziokult. Nachhaltigkeit, S. 14; Schittich (Hrsg.) (2011): Arbeitswelten, S. 56; Gossauer (2008): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden, S. 117

erfolgen. Einerseits bleiben dadurch Effekte, die eine nachhaltige Entwicklung fördern könnten, wie z.B. eine steigende Anzahl an Fahrradfahrern durch eine Steigerung des Fahrradkomforts, unberücksichtigt. Andererseits lassen sich dadurch **formal rationale und objektiv begründbare Gewichtungen** ermitteln.
Zudem konnten mit der KANO Methode auch besondere Aspekte im Sinne einer soziokulturell nachhaltig gestalteten Arbeitsplatzumgebung bewertet werden. Darüber hinaus besitzen die Resultate zusätzlichen Informationsgehalt durch die Kategorieklassifizierung und die Abbildung der Präferenzstruktur. Daraus lässt sich folgern, wie stark das Maß der soziokulturellen Qualität vom Grad der **Soziodiversität** abhängt. Für eine verbesserte Akzeptanz sind die technischen und funktionalen Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass Nutzer auf ihre unterschiedlichen Bedürfnisse eingehen können.
Der soziokulturelle Nutzen eines Kriteriums besteht darin, einen spezifischen Beitrag zum ZWI *Nutzerzufriedenheit am Büroarbeitsplatz* zu leisten. Dies ist klar abzugrenzen von der Gesamtzufriedenheit eines Büronutzers, die wesentlich stärker von arbeitsorganisatorischen und ökonomischen Aspekten beeinflusst wird.[905] Hierzu gehören Aspekte wie Art und Inhalt der Tätigkeit, Gehalt, gesicherter Arbeitsplatz sowie Zusammenarbeit. Dennoch stellen räumlich-physikalische Bedürfnisse ein Teil des Gesamtkonzeptes dar, die Zufriedenheit und Produktivität steigern können. Auf Basis der vorliegenden Ergebnisse wurden plausible Aussagen abgeleitet, welchen Stellenwert die einzelnen Büroeigenschaften dabei einnehmen.

4.5.2 KRITISCHE WÜRDIGUNG DER KANO METHODE

Die KANO Methode ist gut geeignet, um einen detaillierten Blick auf die Präferenzstruktur der Befragten hinsichtlich einzelner Gebäudeeigenschaften und deren Ausprägung zu erlangen. Auf Basis der vorliegenden KANO Messwerte wurden **aussagekräftige Bedeutungsunterschiede** aus positiven und negativen Zufriedenheitswirkungen abgeleitet. Dabei konnte das bipolare Zufriedenheitskonstrukt der KANO Theorie erneut durch die Zufriedenheitskoeffizienten bestätigt werden. Wie sich dabei herausstellte, sind bestimmte Erwartungshaltungen implizit und werden erst bei Konfrontation mit der gegenteiligen Situation explizit.
Obwohl die eineindeutige **Kategorieklassifizierung** der Attribute bei der Ermittlung der Gewichtungen keine besondere Rolle spielt, stellt der damit einhergehende Informationsgehalt einen Mehrwert für das Verständnis der Präferenzstrukturen dar. Insbesondere die Unterscheidung zwischen Basis- und Begeisterungsmerkmalen sowie die Hinweise auf dynamische Prozesse erlauben Erkenntnisse über die Fragestellung der Gewichtung hinaus.
Trotz der hohen Validität des Instruments und einer sehr guten Reliabilität der erhobenen Daten handelt es sich bei den wirkungsbasierten Gewichtungen um eine **Approximation** im

[905] vgl.: Gottschalk (1983): Untersuchung zum Einfluss von Architektur auf d. Arbeitszufriedenheit im Büro, S. 125

Sinne der Zielstellung. Dieser Umstand ist jedoch hauptsächlich dem Untersuchungsgegenstand zuzuschreiben.
Der Konzeption des Fragebogens kommt eine hohe Bedeutung zu, da sich hier gemachte Fehler durch das gesamte Verfahren ziehen. Dies betrifft insbesondere die Formulierung der Attributausprägungen. Zudem sind erst durch einen **modifizierten Fragebogen,** mit dem zusätzlich die Erfahrungen bzw. die Ist-Situation abgefragt wird, zuverlässige Aussagen zu asymmetrischen Effekten möglich. Es wird angenommen, dass der veränderte Frageablauf in Kombination mit der online-basierten Datenerhebung zu einer größeren Akzeptanz unter den Teilnehmern führte. Dies bestätigen die eher geringen Abbruchquoten der beiden durchgeführten Umfragen mit 22,6 % und 12,9 %.

Darüber hinaus sollte das Skalenniveau der Antwortmöglichkeiten überdacht werden, um mehr Freiheitsgrade bei der Datenanalyse zu realisieren. Da im Gegensatz zu anderen Präferenzmessmethoden mit der KANO Methode die Wirkungsintensität im quantitativen Sinne erfasst wird, können die Ergebnisse trotzdem auf einer Kardinalskala abgebildet werden. Dennoch ist kritisch anzumerken, dass auf Basis der Messwerte keine Aussagen zur **qualitativen Wirkungsintensität** möglich sind. Durch eine Ergänzung der klassische KANO Methode um eine *self-stated-importance* Messung (vgl. Abschnitt 3.2.3.5) könnten diese Informationen gewonnen werden. Zusätzlich zu o.g. Modifikation wären dann vier Fragen für jedes Attribut zu beantworten. Dadurch wird die mögliche Anzahl abzufragender Attribute wiederum stärker eingeschränkt.

5 DISKUSSION UND AUSBLICK

Das DGNB/BNB Bewertungssystem hat sich als ein wegweisendes und impulsgebendes Instrument zur Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden etabliert. Dabei bilden die DGNB/BNB Kriterien in ihrer Gesamtheit das zugrunde liegende Anforderungs- und Zielniveau ab und wurden ursprünglich von den Schutzzielen des Nachhaltigen Bauens abgeleitet. Bei der Transformierung der quantitativen Kriterienbewertungen zu einer qualitativen Bewertungsaussage lassen sich jedoch Defizite der wissenschaftlichen Fundierung und theoretischen Herleitung konstatieren.

Die vorgelegten Ergebnisse verdeutlichen diesbezüglich die **Potenziale einer wirkungsbasierten Wertsynthese**, die vor allem darin bestehen, die Nachhaltigkeitsbewertung an zielgerichteten Wirkaussagen auszurichten. Der hierfür entwickelte Lösungsansatz beruht auf der Verknüpfung von kriterienspezifischen Auswirkungen einer Büroimmobilie mit dem zugrunde liegenden Zielsystem durch die Herstellung von quantifizierbaren Zusammenhängen. Daraus hervorgehende Strategien werden mit der wirkungsbasierten Bewertungslogik der DIN EN 15643:2010 sowie der Nutzwerttheorie begründet und orientieren sich an einem integrativen Nachhaltigkeitskonzept.[906]

Das erste Forschungsziel bestand darin, die Nutzwerte, die bei Erfüllung der Schutzziele entstehen, zu dimensionieren und in Zielwertindikatoren zu überführen. Nach eingehender Untersuchung der Wirkmechanismen und zur Verfügung stehender Methoden gelang es, insgesamt **vier Zielwertindikatoren** für drei Nachhaltigkeitssäulen aufzustellen. Dadurch werden neue bewertungstheoretische Fragen aufgeworfen, die die kompensatorischen Beziehungen der Nachhaltigkeitssäulen sowie der Zielwertindikatoren untereinander betreffen. Da hierbei keine wirkungsbasierte Lösung möglich ist, wurden Gewichtungsvorschläge erarbeitet und sachlogisch begründet. Die hierbei gewählte Strategie ist ggf. in Expertengremien zu diskutieren. Dadurch bleibt festzustellen, dass mit dem vorgelegten Konzept das Maß an subjektiven Einflüssen zwar insgesamt deutlich reduziert, jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden kann.
Ergänzend ist anzumerken, dass auf eine Gewichtung der Zielwertindikatoren verzichtet werden könnte, wenn es gelingt, den ökonomischen Nutzen eines niedrigen *LZK-Niveaus* und den der *Kosten- und Wertstabilität* auf eine Dimension zu reduzieren. Dies stellt ein komplexes Bewertungsproblem dar, für dessen Lösung weitere Forschungsaktivitäten erforderlich sind.

[906] Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung basiert bspw. auf dem integrativen Ansatz. vgl.: Bundesregierung (2012): Fortschrittsbericht 2012 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, S. 118

Zur Erreichung des zweiten Forschungsziels wurden Modelle zur Quantifizierung der Zielerträge entwickelt, mit denen die Relevanz eines Kriteriums bezogen auf einen Zielwertindikator gemessen werden kann. Hierbei wurden Zielwertfunktionen aufgestellt, die beschreiben wie sich aus dem Verhältnis zwischen kriterienspezifischen Einzelnutzen und Gesamtnutzen **Maßstabsfaktoren** zur Quantifizierung der Gewichtungen ermitteln lassen. Die Bedeutungsunterschiede der Kriterien werden dabei im Wesentlichen aus messbaren Zielertragsdifferenzen berechnet.
Ferner wurden zwei übergreifende Gewichtungsmodelle entwickelt. Auf Basis der integrativen Zielertragsmessung stellen die so ermittelten Gewichtungen direkte **Kriterien-Ziel-Relationen** in Bezug auf die Nachhaltigkeitssäulen dar. Im Gegensatz dazu bilden die Gewichtungen bei der hierarchischen Zielertragsmessung **Unterziel-Oberziel-Relationen** in Bezug auf DGNB/BNB Qualitäten ab. Beide Gewichtungsmodelle stellen eine mögliche Lösung zur wirkungsbasierten Wertsynthese dar und können überdies von anderen als den hier betrachteten DGNG/BNB Systemvarianten adaptiert werden.
Allerdings lassen sich die Kriteriengewichtungen mit dem hierarchischen Verfahren nur für drei von sechs Qualitäten überprüfen. Andererseits stellen hierbei die Resultate der Zielertragsmessung für jeden Zielwertindikator (mit Ausnahme von *LZK-Niveau*) bereits aussagekräftige und verwertbare Ergebnisse dar. Somit ließe sich eine Integration wirkungsbasierter Gewichtungen in das bestehende Bewertungssystem Stück für Stück realisieren.
Bei konsequenter Anwendung des integrativen Gewichtungsmodells auf das DGNB/BNB Bewertungssystem zeichnet sich eine **deutliche Verschiebung der Gewichtungen** ab. Insbesondere bei der Prozessqualität ist mit einem enormen Bedeutungsverlust zu rechnen, da sich die zugehörigen Kriterien nur rudimentär einem der Zielwertindikatoren zuordnen lassen (vgl. Ergebnisse in Anhang 5). Im Gegensatz dazu ist bei der Standortqualität mit einer Höhergewichtung zu rechnen, die einerseits von dem signifikanten Stellenwert ausgeht, den Büronutzer einigen Standortfaktoren beimessen. Andererseits ist diesbezüglich von einem Bedeutungszuwachs durch ökonomische Zielertragsmessung auszugehen, wobei der Fokus auf Nachhaltigkeitsmerkmalen liegt, die über konventionelle Betrachtungen ökonomischer Vorteilhaftigkeit hinausgehen. Die Kriterien der technischen Qualität werden aufgrund ihres hohen Stellenwerts für eine dauerhafte und zuverlässige Baukonstruktion v.a. in durch den Zielwertindikator der Kosten- und Wertstabilität berücksichtigt.

Das dritte Forschungsziel bestand darin, das theoretisch hergeleitete Konzept der wirkungsbasierten Wertsynthese praktisch umzusetzen. Dies erfolgte für den soziokulturellen Zielwertindikator *Nutzerzufriedenheit am Büroarbeitsplatz*. Hierfür wurde eine empirische Studie mit insgesamt 1107 Büronutzern durchgeführt und auf Basis des Modells zur soziokulturellen Zielertragsmessung Kriteriengewichtungen quantifiziert. Dies erfolgte für 19 Kriterien auf Basis des integrativen Gewichtungsmodells und für 14 Kriterien auf Basis des hierarchischen

Gewichtungsmodells. Die Ergebnisse wurden den bestehenden Kriteriengewichtungen des DGNB/BNB Bewertungsmodells gegenübergestellt. Hieraus geht u.a. hervor, dass **Anpassungsbedarf für einzelne Kriteriengewichtungen** besteht. Darüber hinaus weisen die attributspezifischen Zielerträge auf eine Anpassung der kriterieninternen Bedeutungsunterschiede hin, auf der die Vergabe von Bewertungspunkten beruht. Auf Basis des integrativen Ansatzes konnte zudem der Gewichtungsfaktor der soziokulturellen und funktionalen Qualität aus Sicht der Büronutzer überprüft und nur geringfügige Abweichungen festgestellt werden.

Um die Ergebnisse einer weiteren **Plausibilitätsprüfung** zu unterziehen, wurden die wirkungsbasierten Gewichtungen auf zwei Bürogebäude angewandt, die unter Begleitung der Autorin im Jahr 2012 nach DGNB zertifiziert wurden. Dies erfolgt für die Kriterien der der soziokulturellen und funktionalen Qualität und auf Basis des hierarchischen Ansatzes. Dabei wurden die Bewertungsergebnisse jeweils nach DGNB und nach den hier vorgelegten Ergebnissen gewichtet und aggregiert. Die Ergebnisse wurden in Anhang 9 zusammengefasst. Aufgrund der veränderten Gewichtungen können für beide Fälle signifikante Abweichungen in Bezug auf die kriterienspezifischen Zielerfüllungsbeiträge festgestellt werden (max = 0,68 %). Auffällig ist, dass sich die Ergebnisse in Bezug auf die Gesamtzielerfüllung innerhalb der Qualität nur minimal unterscheiden. Dieser exemplarische Vergleich deutet darauf hin, dass Projekte auf Basis der wirkungsbasierten Gewichtungen weder besser noch schlechter abschneiden würden, jedoch zielgerichtet bewertet werden können.
Um sämtliche DGNB/BNB Gewichtungen zu überprüfen sind **weitere Forschungsaktivitäten** erforderlich, die sich v.a. auf die Quantifizierung des ökonomischen und ökologischen Nutzens nachhaltiger Immobilien beziehen. Hierfür können die vorliegenden Modelle zur Zielertragsmessung verwendet werden. Da die ökologische Zielertragsmessung auf Basis des *ökologischen Schadenspotenzials* mit einem erheblichen Untersuchungsumfang für noch fehlende Kostensätze verbunden ist, wurde eine alternative Methode in Aussicht vorgeschlagen. Hierbei müssen jedoch ordinalskalierte Zielertragsdifferenzen in Kauf genommen werden.

Damit wurden alle drei Forschungsziele der vorliegenden Arbeit erreicht. Mit den Ergebnissen respektive Anpassungsvorschlägen kann ein Beitrag zur weiteren Objektivierung und Fundierung des DGNB/BNB Bewertungssystems geleistet werden. Der mit der Wertsynthese zwangsläufig einhergehende Informationsverlust kann auf Basis der hier entwickelten, durchgehend **wirkungsbasierten** Normierungs-, Gewichtungs- und Aggregationsregeln rekonstruiert werden. Die Tatsache, dass hierbei ein direkter Bezug zum (Schutz-) Zielsystem hergestellt werden konnte, verhilft den wirkungsbasierten Gewichtungen bzw. den daraus hervorgehenden Bewertungsergebnissen zu einer stärkeren Aussagekraft. Dabei reflektiert der Gesamterfüllungsgrad (Φ) einer Gebäudebewertung den realen Gesamtnutzen in Bezug

auf die Zielerfüllung. Dies lässt sich ebenso auf die Zertifizierungsklassen[907] übertragen. Infolgedessen lässt sich das Wertsyntheseproblem[908] zwar nicht lösen, jedoch deutlich abschwächen.

Da nachhaltige Entwicklungen selbst einen Änderungsprozess impliziert, sind Zielsysteme und Kriterienanforderungen regelmäßig zu überprüfen. Unter Berücksichtigung des gesellschaftlichen Wertewandels besteht Grund zur Annahme, dass heute als *nachhaltig* geltende Merkmale in Zukunft den Standard darstellen. Daher sind die hier untersuchten Wirkaussagen bzw. Zielertragsmessungen einem wiederkehrenden Überprüfungszyklus zu unterziehen. Hierzu ist anzumerken, dass der hierfür erforderliche Aufwand zur Datengewinnung die Flexibilität und Praktikabilität bei der Weiterentwicklung einschränkt. Hierbei sind die Aktivitäten der Europäischen Kommission (Leitinitiative ‚Ressourcenschonendes Europa') sowie die Ziele der Bundesregierung (2020) einbezogen werden.

Die wirkungsbasierten Gewichtungsmodelle stellen einen neuen und alternativen Umgang mit der Wertsynthese bei der Nachhaltigkeitsbewertung dar, der mit Bauherren und Planern sowie ggf. weiteren Beteiligten intensiv diskutiert werden sollte. Entscheidend ist dabei der Verständigungsprozess. Obwohl der hier vorgestellte Ansatz die Verknüpfung mit dem Zielsystem forciert und damit eine Rückkehr zur ursprünglichen Idee darstellt, können die sich daraus ergebenden Änderungen für das bestehende System beträchtlich sein. Andererseits führen die in dieser Arbeit entwickelten Parameter einer wirkungsbasierten Wertsynthese zu einer zielgerichteten Bewertung, sodass auch daraus hervorgehende Strategien des Nachhaltigen Bauens in zielgerichtete Maßnahmen münden. Der damit einhergehende Nutzen stellt das eigentliche Potenzial einer wirkungsbasierten Wertsynthese dar.

[907] Dies betrifft die Klassifizierung des Gebäudes im Rahmen der Zertifizierung. Hierfür stehen die Kategorien Gold bei einem Gesamterfüllungsgrad von 80 %, Silber (65 %) oder Bronze (50 %) zur Verfügung.

[908] vgl.: Zangemeister (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, S. 252

GLOSSAR

Die nachfolgenden Begriffe und Definitionen beziehen sich auf den Kontext der vorliegenden Arbeit und dienen vornehmlich der Erläuterung oder korrekten Einordnung.

Attribut	Attribute sind funktionale oder technische Gebäudeeigenschaften, die innerhalb eines DGNB/BNB Kriteriums beschrieben werden. A. stellen die eigentlichen Leistungsträger des Bewertungssystems dar, da in Abhängigkeit ihrer Ausprägung ein Nutzen geschaffen werden kann.
Auswirkung	Auswirkungen sind in Abhängigkeit der Kriterienausprägung günstige oder schädliche Konsequenzen eines Gebäudes über dessen Lebenszyklus in Bezug auf umweltbezogene, soziale und ökonomische Zielsetzungen.
Dimension	Gemeint sind ausschließlich Wertdimensionen, die ein Maß oder Ausmaß beinhalten. Folglich wird der häufig synonym verwendete Begriff der 'Nachhaltigkeitsdimension' durch 'Nachhaltigkeitssäule' ersetzt.
Nachhaltigkeitssäule	Gemäß dem Drei-Säulen-Modell gibt es eine ökonomische, eine ökologische und eine soziokulturelle Nachhaltigkeitssäule.
Nutzwert	Der Mehrwert, der mit nachhaltigen Gebäuden gegenüber konventionellen geschaffen werden kann, indem die Schutzziele des Nachhaltigen Bauens erfüllt werden.
sensible sustainability	Bezeichnet eine Art mittlere Positionierung hin zu stärkerer Nachhaltigkeit, bei der das gesellschaftliche Produktionspotenzial zu erhalten ist und Naturgüter nur unter Einschränkung substituiert werden dürfen.
Zielertrag	Kardinalskalierter Beitrag, der die Relevanz eines Kriteriums oder Attributs in Bezug auf das übergeordnete Ziel ausdrückt und der dessen Gewichtung bestimmt.
Zielertragsmessung	Quantifizierung der Relevanz des Beitrags, den die Auswirkungen eines Kriteriums auf den Nutzen ausüben, der bei Erfüllung eines oder mehrerer Schutzziele entsteht.
Zielwertfunktion	Beschreibt die Relationen zwischen kriterien- oder attributspezifischen Zielwirkungen und den gesamten Zielwirkungen eines Zielwertindikators auf deren Basis die Quantifizierung der Zielerträge erfolgt.
Zielwertindikator (ZWI)	Indikator mit dem die Zielwirkungen in Bezug auf ein oder mehrere Schutzziele gebündelt und dimensioniert werden können. Hierbei handelt es sich um einen messbaren Nutzwert.
Zielwirkung	Günstige Auswirkungen eines Gebäudes, die zur Erfüllung eines oder mehrere Schutzziele beitragen.

LITERATURVERZEICHNIS

Monographien

ACATECH (Hrsg.) (2012): Technikzukünfte. Vorausdenken - Erstellen - Bewerten. Heidelberg: Springer Verlag.

AHLHEIM, Michael, STEPHAN, Gunter (1996): Ökonomische Ökologie. Berlin [u.a.]: Springer Verlag.

BAASE, Catherine M., BADURA, Bernhard (2007): Chronische Krankheiten. Zahlen, Daten, Analysen aus allen Branchen der Wirtschaft; [betriebliche Strategien zur Gesundheitsförderung, Prävention und Wiedereingliederung]. Heidelberg: Springer Verlag.

BACKHAUS, Klaus (2011): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 13. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer Verlag.

BAHR, Matthias (1999): Kundenzufriedenheit als Strategieelement in der Bauindustrie. Berlin: Techn. Univ., Univ.-Bibliothek, Abt. Publ. (H. 12).

BAMBERG, Günter, COENENBERG, Adolf Gerhard (2004): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre. 12. Aufl. München: Vahlen.

BAUER, Wilhelm, RIEF, Stefan, KELTER, Jörg, [u.a.] (2012): Arbeitswelten 4.0. Wie wir morgen arbeiten und leben = Working environments 4.0. Stuttgart: Fraunhofer-Verlag.

BECHMANN, Arnim (1978): Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung. – Beiträge zur Wirtschaftspolitik 29. Bern, Stuttgart: P. Haupt Verlag.

BECHMANN, Gotthard (Hrsg.) (1993): Risiko und Gesellschaft. Grundlagen und Ergebnisse interdisziplinärer Risikoforschung. o.O.: Westdeutscher Verlag.

BECKMANN, Dieter (2002): Technische Systeme für Biotechnologie und Umwelt-- Biosensorik und Zellkulturtechnik. Berlin: Erich Schmidt Verlag.

BERNER, Fritz, KOCHENDÖRFER, Bernd, SCHACH, Rainer (2007): Grundlagen der Baubetriebslehre. Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag

BGA (1977): Bewertungsmaßstab für Formaldehyd in der Raumluft. BGA-Pressedienst 19/77 vom 12.10.1977. o.O.: Deutsches Bundesgesundheitsamt.

BGA (1984): Formaldehyd. Gemeinsamer Bericht des BGA, der BAU und des UBA vom 1.10.1984. o.O.: Deutsches Bundesgesundheitsamt.

BIRK, Ute (2013): ImmoRisk. Risikoabschätzung der zukünftigen Klimafolgen in der Immobilien - und Wohnungswirtschaft; ein Projekt des Forschungsprogramms EXWoSt des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) betreut vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2013. Aufl. Berlin: BMVBS

BISCHOF, Wolfgang (2003): Expositionen und gesundheitliche Beeinträchtigungen in Bürogebäuden. Ergebnisse des ProKlimA-Projektes. Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verlag

BMVBS (Hrsg.) (2011): Klimawandelgerechte Stadtentwicklung. Ursachen und Folgen des Klimawandels durch urbane Konzepte begegnen. Unter Mitarbeit von Stefan Greiving, Mark Fleischhauer, Christian Lindner, Andrea Rüdiger, Jörn Birkmann, Susanne Krings et al. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR).

BRÄNDLE, Kurt (1978): Wertanalyse, Wertsynthese, Wertmanagement im Hochbau : Anwendung bei Gebäudeanalyse und Entwurf Einfamilienhaus. Stuttgart: Inst. für Bauökonomie d. Univ. Stuttgart

BUSSE, Daniela (2012): Nachhaltigkeitsaspekte in Theorie und Praxis der Entscheidungsfindung. Perspektiven institutioneller Steuerung in der Immobilienwirtschaft. Wiesbaden: Gabler Verlag.

CARLOWITZ, Hans Carl von (1713 / 2000): Sylvicultura oeconomica. Anweisung zur wilden Baum-Zucht. Reprint der 2. Ausg. von 1732 Leipzig. Unter Mitarbeit von TU Bergakademie Freiberg und Akademische Buchhandlung. Freiberg: Kessel Verlag.

CEZANNE, Wolfgang (1997): Allgemeine Volkswirtschaftslehre. 3., überarbeitete Auflage. München: Oldenbourg Verlag.

COSTANZA, Robert, CUMBERLAND, John, DALY, Herman, [u.a.] (2001): Einführung in die Ökologische Ökonomik. Stuttgart: Lucius & Lucius Verlag.

COUTALIDES, Reto, STRÄULI, Walter (2009): Innenraumklima. Wege zu gesunden Bauten. 2. Aufl. Zürich: Werd-Verlag.

DÖRR, Carolin (2013): Auswirkungen energetischer Maßnahmen auf den Wert von Wohnbestandsimmobilien. – Bauwirtschaft und Baubetrieb 45. Berlin: Univ.-Verlag der TU Berlin

DURTH, Werner, SIGEL, Paul (2010): Baukultur. Spiegel gesellschaftlichen Wandels. 2. Aufl. Berlin: Jovis-Verlag

EBERT, Thilo, EßIG, Natalie, HAUSER, Gerd (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude. Nachhaltigkeit bewerten, internationaler Systemvergleich, Zertifizierung und Ökonomie. München: Inst. für Internat. Architektur-Dokumentation.

EEKHOFF, Johann (1981): Zu den Grundlagen der Entwicklungsplanung. Methodische und konzeptionelle Überlegungen am Beispiel der Stadtentwicklung. - Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Abhandlungen 83. Hannover: Hermann Schroedel Verlag.

EISENFÜHR, Franz, LANGER, Thomas, WEBER, Martin (2010): Rationales Entscheiden. 5. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer Verlag.

ENSTHALER, Jürgen, STRÜBBE, Kai, BOCK, Leonie (2007): Zertifizierung und Akkreditierung technischer Produkte. Ein Handlungsleitfaden für Unternehmen. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

ERTLE-STRAUB, Susanne (2003): Standortanalyse für Büroimmobilien. - Immobilienmanagement 4. Leipzig: Inst. für Immobilienmanagement.

EVERLING, Oliver, SARCHER, Walburga (2003): Rating-Lexikon. Kredit und Rating. Köln: Bank-Verlag.

FAHRMEIR, Ludwig, KÜNSTLER, Rita, PIGEOT, Iris, TUTZ, Gerhard (2003): Statistik. Der Weg zur Datenanalyse. 4. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer Verlag.

FANGER, P.O (1970): Thermal Comfort. Analysis and applications in environmental engineering. ASHRAE Transactions, vol. 80, 142-157. New York: McGraw-Hill.

FANSLAU-GÖRLITZ, Dirk (2008): Atlas Bauen im Bestand. Katalog für nachhaltige Modernisierungslösungen im Wohnungsbaubestand. Köln: Müller Verlag.

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations (2012): State of the World's Forests. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FISCHER, Robert, SCHWEHR, Peter (2009): Module für das Haus der Zukunft. Unter Mitarbeit von Jörg Lamster. Zürich, Luzern: Vdf Hochschulverlag AG.

GABLER (2000): Wirtschaftslexikon. Unter Mitarbeit von Thorsten Hadeler, Eggert Winter und Ute Arentzen. 15. Aufl., ungekürzte Wiedergabe der Orig.-Ausg. 2000. Wiesbaden: Gabler Verlag.

GASSERT, Kathrin (2003): Risikokommunikation von Unternehmen. Modelle und Strategien am Beispiel gentechnisch veränderter Lebensmittel. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag

GEISENDORF, S., GRONEMANN, S., HAMPICKE, Ulrich (1998): Die Bedeutung des Naturvermögens und der Biodiversität für eine nachhaltige Wirtschaftsweise. Möglichkeiten und Grenzen ihrer Erfassbarkeit und Wertmessung. Berlin: Erich Schmidt Verlag.

GLANTZ, Stanton A., HEINECKE, Achim (1998): Biostatistik. EinFach für die Praxis. 4. Aufl. London [u.a.]: McGraw-Hill.

GONDRING, Hanspeter (2007): Risiko Immobilie. Methoden und Techniken der Risikomessung bei Immobilieninvestitionen. München [u.a.]: Oldenbourg Verlag.

GOSSEN, Hermann (1854): Entwicklung der Gesetze des menschlichen Verkehrs und der daraus fließenden Regeln für menschliches Handeln. Braunschweig: Friedrich Vieweg und Sohn Verlag.

GOTTSCHALK, Ottomar (1983): Untersuchung zum Einfluß von Architektur auf die Arbeitszufriedenheit im Büro. Berlin: Presse- und Informationsstelle der Hochschule der Künste Berlin.

GRAUBNER, Carl-Alexander, HÜSKE, Katja (2003): Nachhaltigkeit im Bauwesen. Grundlagen - Instrumente - Beispiele. Berlin: Ernst & Sohn Verlag.

GROMER, Christian, SCHÄFER, Henry (2012): Die Bewertung von nachhaltigen Immobilien. Ein kapitalmarkttheoretischer Ansatz basierend auf dem Realoptionsgedanken. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.

GRUNWALD, Armin, KOPFMÜLLER, Jürgen (2006): Nachhaltigkeit. Frankfurt/Main, New York: Campus-Verlag.

HARTMANN, Bernd (2012): Forum Arbeitsphysiologie. - 16. Symposium Arbeitsmedizin und Arbeitswissenschaft für Nachwuchswissenschaftler. Wuppertal: Inst. ASER.

HASSLER, Uta (2011): Langfriststabilitat. Beiträge zur Langfristigen Dynamik der Gebauten. Zürich: Vdf Hochschulverlag AG.

HAUSLADEN, Gerhard (2005): ClimaDesign. Lösungen für Gebäude, die mit weniger Technik mehr können. München: Callwey Verlag.

HAUSLADEN, Gerhard, SALDANHA, Michael de, LIEDL, Petra, [u.a.] (2006): ClimaSkin. Konzepte für Gebäudehüllen, die mit weniger Energie mehr leisten. München: Callwey Verlag.

HAUSLADEN, Gerhard, TICHELMANN, Karsten, FEINWEBER, Ulla, [u.a.] (2009): Ausbau Atlas. Integrale Planung, Innenausbau, Haustechnik. München: Birkhäuser Verlag

HEGGER, Manfred, FUCHS, Matthias, STARK, Thomas [u.a.] (2008): Energie-Atlas. Nachhaltige Architektur. Basel: Birkhäuser Verlag.

HEGGER, Manfred (2009): Grüne Häuser. Einfamilienhäuser - nachhaltig, ökologisch, energieeffizient. München: Callwey Verlag.

HEINRICHS, Harald, MICHELSEN, Gerd (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.

HELBING, Kurt, MUND, Horst, REICHEL, Martin (2010): Handbuch Fabrikprojektierung. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

HEMPFLING, Reinhold, STUBENRAUCH, Steffen (1994): Schadstoffe in Gebäuden. Erkennen-Bewerten-Sanieren-Vermeiden. Taunusstein: Blottner Verlag.

HERMELINK, Andreas (2008): Ein systemtheoretisch orientierter Beitrag zur Entwicklung einer nachhaltigkeitsgerechten Technikbewertung angewandt auf den mehrgeschossigen Wohnungsbau im Niedrigstenergie-Standard. – Schriftreihe Bauwirtschaft I Forschung 11. Kassel: Kassel Univ. Press.

HERZBERG, Frederick, MAUSNER, Bernard, SNYDERMAN, Barbara (1959): The Motivation to Work. 2. Aufl: New York: Wiley-VCH.

HOLTZ, Richard Freiherr von (1998): Der Zusammenhang zwischen Mitarbeiterzufriedenheit und Kundenzufriedenheit. o.O.: FMG Verlag.

HÖLZING, Jörg A. (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung. Eine theoretische und empirische Überprüfung. Wiesbaden: Gabler Verlag.

JONAS, Hans (1979): Das Prinzip der Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. Neuauflage als Taschenbuch, 1984. o.O.: Suhrkamp.

KAISER (2005): Erfolgsfaktor Kundenzufriedenheit. Dimensionen und Messmöglichkeiten. 2. Aufl. Berlin: Erich Schmidt Verlag.

KELLER, Tilo (1996): Benchmarking. Methoden und Techniken: mit einer kritischen Analyse des theoretischen Hintergrundes. – Schriftreihe Angewandte Betriebswirtschaft 5. Chemnitz: Univation Verlag.

KELLERMANN, Jacinta (2012): Nachhaltigkeitsorientierte Diskontierung in wirtschaftlichen Ex-ante-Analysen zur Fundierung umweltrelevanter Entscheidungen. Entwicklung eines Diskontierungsmodells und beispielhafte Anwendung. – Schriftreihe Strategisches Management 140. Hamburg: Kovac Verlag.

KESSLER, Waltraud (2006): Multivariate Datenanalyse für die Pharma-, Bio- und Prozessanalytik. Ein Lehrbuch. Weinheim: Wiley-VCH.

KLOTZ, Arnold, FREY, Otto, ROSINAK, Werner (2002): Stadt und Nachhaltigkeit. Ein Diskurs. Wien: Springer Verlag.

KOCHENDÖRFER, Bernd, VIERING, Markus G., LIEBCHEN, Jens Hendrik (2004): Bau-Projekt-Management. Grundlagen und Vorgehensweisen. 2. Aufl. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden: Teubner Verlag.

KOCHENDÖRFER, Bernd (2010): Bau-Projekt-Management. Grundlagen und Vorgehensweisen. o.O.: Vieweg+Teubner Verlag.

KÖNIG, Holger, KOHLER, Niklaus, KREIßIG, Johannes [u.a.] (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung. Grundlagen, Berechnung, Planungswerkzeuge. München: Inst. für Internat. Architektur.

KRIMMLING, Jörn (2009): Erneuerbare Energien. Einsatzmöglichkeiten - Technologien - Wirtschaftlichkeit. Köln: Rudolf Müller Verlag.

KRUSCHWITZ, Lutz (2009): Investitionsrechnung. 12. Aufl. München: Oldenbourg Verlag.

KÜHLMEYER, M. (2001): Statistische Auswertungsmethoden für Ingenieure. Mit Praxisbeispielen. Berlin: Springer Verlag.

LEHNERS, Claus (2010): Erfolgreiches Portfolio- und Asset Management für Immobilienunternehmen. Die 8 Werthebel. Wiesbaden: IZ Immobilien Zeitung Verag.

LENZ, Bernhard, SCHREIBER, Jürgen, STARK, Thomas (2010): Nachhaltige Gebäudetechnik. Grundlagen, Systeme, Konzepte. München: Inst. für Internat. Architektur.

LIFKA, Stephan (2009): Entscheidungsanalysen in der Immobilienwirtschaft. – Wirtschaft & Raum 18. München: Utz, VVF.

LINDLOFF, Karsten, SCHNEIDER, Lothar (2001): Handbuch nachhaltige regionale Entwicklung. Kooperations- und Vernetzungsprozesse in Region, Landkreis, Stadt und Gemeinde. Dortmund: Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur.

MAIER, K. M. (1999): Risikomanagement im Immobilienwesen. Leitfaden für Theorie und Praxis. Frankfurt am Main: Knapp Verlag.

MANNEK, Wilfried (2005): Profi-Handbuch Wertermittlung von Immobilien. Vergleichswert, Ertragswert, Sachwert ; Hilfen für Kauf, Verkauf, Erbfolge und Steuer ; Gutachten kontrollieren und professionell erstellen. 3. Aufl. Regensburg, Berlin: Walhalla-Fachverlag.

MANTEL, Kurt (1976): Forstliche Persönlichkeiten und ihre Schriften vom Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert. Hannover: Schaper Verlag.

MATZLER, Kurt (1997): Kundenzufriedenheit und Involvement. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verlag, Gabler Verlag.

MEADOWS, Dennis L., MEADOWS, Donella H., ZAHN, Erich [u.a.] (1972): Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart: DVA.

MEADOWS, Donella H., BOSSEL, Hartmut, HECK, Hans-Dieter [u.a.] (1992): Die neuen Grenzen des Wachstums. Die Lage der Menschheit: Bedrohung und Zukunftschancen. aus dem engl. Beyond the limits - confronting Global Collapse, envisioning a Sustainable Future. 3. Aufl. Stuttgart: DVA.

MEADOWS, Donella H., RANDERS, Jørgen, MEADOWS, Dennis L. (2009): Grenzen des Wachstums: das 30-Jahre-Update. Signal zum Kurswechsel. aus dem engl.: Limits to Growth: The 30-year Update. 3. Aufl. Stuttgart: Hirzel Verlag.

METZNER, Steffen, ERNDT, Antje (2005): Moderne Instrumente des Immobiliencontrollings. DCF-Bewertung und Kennzahlensysteme im Immobiliencontrolling. 2. Aufl. Sternenfels: Wissenschaft u. Praxis.

MEYER, Christoph, OPPERMANN, Jens, WIMMER, Andreas (2004): Behaglichkeitsatlas. Bewertung und Anordnung von Heizflächen und Lüftungselementen hinsichtlich Raumklima und thermischer Behaglichkeit. Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verlag.

MEYERHOFF, Jürgen (1998): Ökonomische Bewertung ökologischer Leistungen. Stand der Diskussion und mögliche Bedeutung für das BMBF-Programm "Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe". - Schriftenreihe des IÖW 136/98. Berlin: IÖW.

MOXTER, Adolf (1990): Grundsätze ordnungsgemäßer Unternehmensbewertung. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler Verlag.

MUSCHIOL, Roman (2007): Begegnungsqualität in Bürogebäuden. Ergebnisse einer empirischen Studie. Aachen: Shaker (Bd. 5).

NEUMANN, Günter (2009): Supply Chain Management für die Immobilienwirtschaft. Unternehmensübergreifendes Management von Wertschöpfungsketten zur Optimierung von Immobilienbeständen. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller.

NUNNALLY, Jum C., BERNSTEIN, Ira H. (1994): Psychometric theory. 3. Aufl. New York: McGraw-Hill.

OECD (2010): Organisation for Economic Cooperation and Development; IEA: International Energy Agency: World energy outlook 2010. Paris: International Energy Agency.

OLFERT, Klaus, REICHEL, Christopher (2009): Investition. - Kompendium der praktischen Betriebswirtschaft. 11. Aufl. Ludwigshafen (Rhein): Kiehl Verlag.

PELZETER, Andrea (2006): Lebenszykluskosten von Immobilien. Einfluss von Lage, Gestaltung und Umwelt. Köln: Müller Verlag.

PREUSS, Norbert, SCHÖNE, Lars Bernhard (2010): Real Estate und Facility Management. Aus Sicht der Consultingpraxis. 3. Aufl. Heidelberg, New York: Springer Verlag.

PRIDDAT, Birger P. (1988): Ökonomie und/oder Ökologie. Zur Abschätzung ökonomischer Reichweiten ökologischer Ideen. – Schriftreihe des IÖW 11. Berlin: IÖW.

RAMMSTEDT, Otthein (1992): Historisches Wörterbuch der Philosophie. Unter Mitarbeit von Joachim Ritter. Basel: Schwabe Verlag.

RASCH, Björn, FRIESE, Malte, HOFMANN, Wilhelm J. [u.a.] (2010): Quantitative Methoden. 3. Aufl. Heidelberg: Springer Verlag.

RECKTENWALD, Horst Claus, KRELLE, Wilhelm (1988): Gossens Gesetze - Leitmuster moderner Nutzentheorie. - Abhandlungen der Geistes- und Sozialwissenschaftlichen Klasse / Akademie der Wissenschaften und der Literatur 10. Stuttgart: Steiner-Verlag.

REICHARDT, Alexander, ROTTKE, Nico (2010): Ökonomie vs. Ökologie. Nachhaltigkeit in der Immobilienwirtschaft. Nachhaltigkeit in der Immobilienwirtschaft: Eine empirische Untersuchung des deutschen Marktes. Köln: Immobilien Manager Verlag.

REISBECK, Tilman, SCHNE, Lars Bernhard (2006): Immobilien-Benchmarking. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

RENZ, Harald, KAMINSKI, Agnes, PFEFFERLE, Petra Ina (2008): Allergieforschung in Deutschland. Ein Atlas mit Bestandsaufnahme, Defizit- und Bedarfsanalyse. Marburg: DGAKI Verlag.

RICHTER, Peter G. (2009): Architekturpsychologie. Eine Einführung. Lengerich: Pabst Science Publishers.

Richter, Wolfgang, Ender, Thomas, Hartmann, Thomas [u.a.] (2003): Einfluss des Nutzerverhaltens auf den Energieverbrauch in Niedrigenergie- und Passivhäusern. Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verlag.

Saaty, Thomas L. (1990): The analytic hierarchy process. Planning, priority setting, resource allocation. 2. Aufl. Pittsburgh: RWS Publications.

SAATY, Thomas L. (2005): Theory and Applications of the Analytic Network Process. Decision making with benefits, opportunities, costs, and risks. 3. Aufl. Pittsburgh: RWS Publications.

SAUERWEIN, Elmar (2000): Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit. Reliabilität und Validität einer Methode zur Klassifizierung von Produkteigenschaften. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verlag, Gabler Verlag.

SCHÄFER, Henry, LÜTZKENDORF, Thomas, GROMER, Christian [u.a.] (2010): ImmoWert. Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in die Wertermittlung und Risikobeurteilung von Einzelimmobilien und Gebäudebeständen. Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verlag.

SCHAKIB-EKBATAN, Karin, WAGNER, Andreas, LÜTZKENDORF, Thomas (2012): Bewertung von Aspekten der soziokulturellen Nachhaltigkeit im laufenden Gebäudebetrieb auf Basis von Nutzerbefragungen. Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verlag.

SCHITTICH, Christian (2011): Arbeitswelten. Raumkonzepte, Mobilität, Kommunikation. Berlin: De Gruyter Verlag.

SCHLICK, Christopher (2010): Arbeitswissenschaft. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

SCHMITDT-BLEEK, F. (1998): Das MIPS-Konzept. München: Droemersche Verlagsanstalt.

SCHMITZ, Thorsten, WERHEIM, Michael (2006): Risikomanagement. Grundlagen, Theorie, Praxis. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.

SCHNECK, Ottmar (2010): Risikomanagement. Grundlagen, Instrumente, Fallbeispiele. Weinheim: Wiley-VCH.

SCHOLLES, Frank (2001): Die Nutzwertanalyse und ihre Weiterentwicklung. in FÜRST, Dietrich, SCHOLLES, Frank: Handbuch. Theorien + Methoden der Raum- und Umweltplanung. Dortmund: Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur.

SCHÜTZE, Roland (1992): Kundenzufriedenheit. After-Sales-Marketing auf industriellen Märkten. – Neue betriebswirtschaftliche Forschung 91. Wiesbaden: Gabler Verlag.

SCHWARZ, Jürgen; SANDOVAL-WONG, Jesus Alfredo (2012): Ein risikobasiertes Entscheidungsfindungsberechnungssystem zur Unterstützung von Projektmanagement/-controlling – Forschungsinitiative Zukunft Bau 2796. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

SEIFERT, B. (1999): Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert). o.O.: Springer Verlag.

SEMMERS, N., UDRICHS, I. (1995): Bedeutung und Wirkung von Arbeit. Lehrbuch Organisationspsychologie. Bern: Huber Verlag.

SERAGELDIN, Ismail, STEER, Andrew D., CERNEA, Michael M. (1994): Making Development Sustainable. From Concepts to Action. o.O.: World Bank Publications.

SIEBERT, Johannes (2009): Modellierung komplementärer Interaktionen. Konzeption eines innovativen Ansatzes in der multiattributiven Nutzentheorie. – Schriftreihe Produktionswirtschaft und Industriebetriebslehre 20. Lohmar, Köln: Eul Verlag.

STURM, Bodo, VOGT, Carsten (2011): Umweltökonomik. Eine anwendungsorientierte Einführung. Berlin Heidelberg: Physica-Verlag.

TROMMSDORFF, Volker (Hrsg), ZANGER, Cornelia, BAIER, Gundolf (1998): Händlerzufriedenheit mit Telekommunikationsgroßhändlern. Eine empirische Untersuchung zum Methodenvergleich zwischen Conjoint-Analyse und Kano-Modell. Wiesbaden: Gabler Verlag.

ULICH, Eberhard (2011): Arbeitspsychologie. 7. Aufl. Zürich: vdf, Hochschulverl. an der ETH.

URSCHEL, Oliver (2010, 2010): Risikomanagement in der Immobilienwirtschaft. Ein Beitrag zur Verbesserung der Risikoanalyse und -bewertung. - Karlsruher Schriften zur Bau-, Wohnungs- und Immobilienwirtschaft 4. Karlsruhe: KIT Scientific Publ.

VIERING, Markus G., LIEBCHEN, Jens H., KOCHENDÖRFER, Bernd (Hrsg). (2007): Managementleistungen im Lebenszyklus von Immobilien. Wiesbaden: Teubner Verlag.

VOEGELE, Arno A., SOMMER, Lutz (2012): Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung für Ingenieure: Kostenmanagement im Engineering. o.O.: Carl Hanser Verlag.

VOGDT, Frank Ullrich (2003): Nachhaltigkeit des Bauens. – Lebenszyklusbetrachtung baulicher Anlagen. Berlin: BDB Jahrbuch 2003.

VÖLKER, Conrad (2012): Entwicklung und messtechnische Validierung der Kopplung von CFD-Simulation mit einem thermophysiologischen Modell zur Bestimmung der thermischen Behaglichkeit. Weimar: Verlag der Bauhaus-Univ. Weimar.

VOSS, Karsten, LÖHNERT, Günther, HERKEL, Sebastian 8 [u.a.] (2006): Bürogebäude mit Zukunft. - Konzepte, Analysen, Erfahrungen. 2. Aufl. Berlin: Solarpraxis Verlag.

WACKERNAGEL, M., REES, W. (1997): Unser ökologischer Fußabdruck. Basel: Birkhäuser-Verlag.

WAGENER, Martin (1983): Kardinalität in der Nutzentheorie. - Mathematical systems in economics 81. Königstein/Ts: Verlagsgruppe Athenäum, Hain, Hanstein.

WAGNER, Andreas, SCHAKIB-EKBATAN, Karin (2010): Nutzerzufriedenheit als ein Indikator für die Beschreibung und Beurteilung der sozialen Dimension der Nachhaltigkeit. Abschlussbericht. - Forschungsinitiative Zukunft Bau 2758. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

WAGNER, Hermann-Jose, BORSCH, Peter (1998): Energie und Umweltbelastung. 2. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer Verlag.

WAIBEL, M. (2010): Bewertung von Green Buildings. Wie Nachhaltigkeitszertifikate die Integration des Green Values in die Immobilienbewertung ermöglichen. o.O: Diplomica Verlag.

WALDEN, Rotraut (2008): Architekturpsychologie: Schule, Hochschule und Bürogebäude der Zukunft. Lengerich: Pabst Science Publishers.

WALLBAUM, Holger, KELLENBERGER, Samuel, KYTZIA, Susanne (2011): Nachhaltig Bauen. Lebenszyklus, Systeme, Szenarien, Verantwortung. Zürich: Vdf Hochschulverlag.

WALTJEN, Tobias, POKORNY, Walter, ZELGER, Thomas [u.a.] (2008): Passivhaus-Bauteilkatalog. Ökologisch bewertete Konstruktionen. 2. Aufl. Wien, New York: Springer Verlag.

WARGOCKI, Pawel, SEPPÄNEN, Olli, ANDERSSON, Johnny (2006): Indoor climate and productivity in offices. How to integrate productivity in life-cycle cost analysis of building services. Brüssel: Rehva.

WEBER, Karl (1993): Mehrkriterielle Entscheidungen. München, Wien: Oldenbourg Verlag.

WHO (2011): Selected pollutants. - WHO guidelines for indoor air quality. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

WICKE, Lutz (1991): Umweltökonomie. Eine praxisorientierte Einführung. Unter Mitarbeit von Wilfried Franke. 3. Aufl. München: Vahlen Verlag

WILLEMS, Wolfgang, DINTER, Simone, SCHILD, Kai (2006): Vieweg Handbuch Bauphysik Teil 1. o.O.: Vieweg Verlag.

WÖHE, Günter, DÖRING, Ulrich (2008): Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 23. Aufl. München: Vahlen Verlag

ZANGEMEISTER, Christof (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik. E. Methodik zur multidimensionalen Bewertung u. Ausw. von Projektalternativen. 4. Aufl. Hamburg: Zangemeister.

ZANGEMEISTER, Christof (1993): Erweiterte Wirtschaftlichkeits-Analyse (EWA). Grundlagen und Leitfaden für ein "23-Stufen-Verfahren" zur Arbeitssystembewertung. - Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz 676. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.

ZANGEMEISTER, Christof, NOLTING, Hans-Dieter (1997): Kosten-Wirksamkeits-Analyse im Arbeits- und Gesundheitsschutz. Einführung und Leitfaden für die betriebliche Praxis. - Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin : […], Sonderschrift 44. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.

ZERBST, Ekkehard W. (1987): Bionik. biolog. Funktionsprinzipien u. ihre techn. Anwendungen. Stuttgart: Teubner Verlag.

ZIMBARDO, Philip George, GERRIG, Richard J., HOPPE-GRAFF, Siegfried [u.a.] (1999): Psychologie. 7. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer Verlag.

ZIMMERMANN, Josef, SCHAULE, Matthias (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien. Forschungsbericht. München: Lehrstuhl Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, TUM.

ZWIENER, Gerd (1997): Handbuch Gebäude-Schadstoffe für Architekten, Sachverständige und Behörden. Köln: Rudolf Müller Verlag.

ZWIENER, Gerd, MÖTZL, Hildegund (2006): Ökologisches Baustoff-Lexikon. Bauprodukte, Chemikalien, Schadstoffe, Ökologie, Innenraum. 3. Aufl. Heidelberg: C.F. Müller Verlag.

Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln, Normen und Richtlinien

ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung: Verordnung über Arbeitsstätten (08/2004). Berlin: Beuth Verlag.
BauGB	Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414) (07/2011). Berlin: Beuth Verlag.
DIN 276-1	Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau (11/2006). Berlin: Beuth Verlag.
DIN 18960	Nutzungskosten im Hochbau (03/2007). Berlin: Beuth Verlag.
DIN EN 15804-04	Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltdeklarationen für Produkte – Regeln für Produktkategorien (06/2008). Berlin: Beuth Verlag.
DIN EN 15643-1	Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken. Allgemeine Rahmenbedingungen 91.040.01 (12/2010). Berlin: Beuth Verlag.
DIN EN 15643-2	Bauwerken. Rahmenbedingungen für die Bewertung der umweltbezogenen Qualität (05/2011). Berlin: Beuth Verlag.
DIN EN 15643-3	Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken. Rahmenbedingungen für die Bewertung der sozialen Qualität (04/2010). Berlin: Beuth Verlag.
DIN EN 15643-4	Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken. Rahmenbedingungen für die Bewertung der ökonomischen Qualität (04/2010). Berlin: Beuth Verlag.
DIN EN ISO 7730	Ergonomie der thermischen Umgebung - Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnen des PMV und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit (05/2006). Berlin: Beuth Verlag.
DIN EN ISO 9000	Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe (12/2005). Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN ISO 10551 Ergonomie des Umgebungsklimas -Beurteilung des Einflusses des Umgebungsklimas unter Anwendung subjektiver Bewertungsskalen (01/2001). Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN ISO 14025 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren 13.020.50 (08/2010). Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN ISO 14040 Umweltmanagement – Ökobilanz, Grundsätze und Rahmenbedingungen 13.020.10 (11/2009). Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN ISO/IEC 17000 Konformitätsbewertung - Begriffe und allgemeine Grundlagen (03/2006). Berlin: Beuth Verlag.

ImmowertV Immobilienwertermittlungsverordnung: Verordnung über die Grundsätze für die Ermittlung der Verkehrswerte von Grundstücken (05/2010). Berlin: Beuth Verlag.

ISO 15686-5:2008 Buildings and constructed assets - service life planning – Part 5: Life Cycle Costing in construction. - Hochbau und Bauwerke - Planung der Lebensdauer - Teil 5: Kostenberechnung für die Gesamtlebensdauer (06/2008). Berlin: Beuth Verlag.

ISO/IEC: Guide 73:2009 Risk management - Vocabulary. – Risikomanaement - Vokabular (11/2009). Berlin: Beuth Verlag.

Richtlinie 2000/60/EG Wasserrahmenrichtlinie WRRL. Richtlinie des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich Wasserpolitik (10/2000). Berlin: Beuth Verlag.

Richtlinie VDI 3780 Technikbewertung - Begriffe und Grundlagen (09/2000). Berlin: Beuth Verlag.

Richtlinie VDI 2083, Blatt 5 Reinraumtechnik - Thermische Behaglichkeit (02/1996). o.O.: VDI-Verlag.

Richtlinie VDI 3633 Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktsystemen - Begriffsdefinitionen (12/2013). Düsseldorf: VDI-Verlag.

Verordnung (EU) Nr. 305/2011 Bauproduktenverordnung BauPVo. Verordnung zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten (03/2011). Berlin: Beuth Verlag.

Hochschulschriften

DAHL, Alexander (2010): Berücksichtigung externer Kosten bei der Ermittlung von Straßenbenutzungsgebühren auf deutschen Autobahnen. Dissertation. o.O.: Bauhaus-Universität Weimar. Fakultät Bauingenieurwesen.

DEIMER; Cornelia (2005): Honorierungsansätze für Umweltleistungen in der Landwirtschaft Genese, Trends und Bewertung. Dissertation. Halle (Saale): Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Landwirtschaftliche Fakultät.

DÖRING, Ralf, OTT, Konrad, EGAN-KRIEGER, Tanja v. (2007): Eine Naturkapitaldefinition oder "Natur" in der Kapitaltheorie. Wirtschaftswissenschaftliches Diskussionspapier. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald. Lehrstuhl für Landwirtschaftsökonomie, Professur für Umweltethik

EEKHOFF, Johann, HEIDEMANN, Claus, STRASSERT, Günter (1981): Kritik an der Nutzwertanalyse. Diskussionspapier. o.O.: Universität Karlsruhe. Institut für Regionalwissenschaft.

FRIES, Nikolaus (2009): Market Potential and Value of Sustainable Freight Transport Chains. Dissertation. o.O.: ETH Zürich. Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme.

GELDERMANN, Jutta (2005): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion. Habilitation. Karlsruhe: Universität Karlsruhe. Fakultät für Wirtschaftswissenschaften.

GOSSAUER, Elke (2008): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden - Eine Feldstudie. Analyse von Zusammenhängen zwischen verschiedenen Komfortparametern am Arbeitsplatz. Dissertation. Freiburg: Universität Karlsruhe. Fakultät für Architektur.

HARTH, Michael (2006): Multikriterielle Bewertungsverfahren als Beitrag zur Entscheidungsfindung in der Landnutzungsplanung. unter besonderer Berücksichtigung der Adaptiven Conjoint-Analyse und der Discrete Choice Experiments. Dissertation. Halle (Saale): Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Institut für Agrarökonomie und Agrarraumgestaltung.

HOLTHAUS, Ursula (2007): Ökonomisches Modell mit Risikobetrachtung für die Projektentwicklung. Eine Problemanalyse mit Lösungsansätzen. Dissertation. o.O.: Universität Dortmund. Fakultät Bauwesen.

KIESER; Mark Christian (2006): Flächeninanspruchnahme in Deutschland. Flächenkreislaufwirtschaft, die Zukunft der Stadt- und Regionalentwicklung?. Dissertation. o.O.: Technische Universität Kaiserslautern. Lehrstuhl Stadtplanung.

KLAUS, Sebastian, NITZE, Martin (2003): Nutzwertanalyse. Hauarbeit. Berlin: Beuth Hochschule für Technik.

LAMBERTZ, Michaela (2010): Entwicklung eines Verfahrens zur Bewertung der sozialen Nachhaltigkeitsdimension von Bürogebäuden. Dissertation. Düsseldorf: RWTH Aachen. Lehrstuhl für Baubetrieb und Gebäudetechnik.

LEHMANN, Annekatrin (2013): Lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsanalyse von Technologien. Am Beispiel eines Projekts zum Integrierten Wasserressourcenmanagement. Dissertation. Berlin: Technische Universität Berlin.

LIPPE, Peter von der (2011): Wie groß muss meine Stichprobe sein, damit sie repräsentativ ist? Diskussionspapier. Essen: Universität Duisburg. Fakultät für Wirtschaftswissenschaften.

LORENZ, David Philipp (2006): The Application of Sustainable Development Principles to the Theory and Practice of Property Valuation. o.O.: Universität Karlsruhe. Lehrstuhl für Ökonomie und Ökologie in der Wohnungswirtschaft.

LÜTZKENDORF, Thomas (2000): Beiträge zur Umsetzung von Prinzipien einer Nachhaltigen Entwicklung im Baubereich. Habilitationsschrift. Weimar: Bauhaus-Univerität Weimar. Fakultät Architektur.

MCCLURE, Nancy Ryan (1995): The Role of Expectations, Ambiguity of Information, and Initial Impressions in Consumer Satisfaction Assessments. A Process Oriented Approach. Theses and Dissertations. Dissertation. Lubbock: Texas Tech University Electronic.

MÖDINGER, Jens (2006): Entwicklung eines Bewertungs- und Entscheidungsunterstützungssystems für eine nachhaltige regionale Grundwasserbewirtschaftung. Dissertation. Stuttgart: Universität Stuttgart. Institut für Wasserbau.

MÜLLER, Bodo (2011): Weiterentwicklung und Validierung der Methode der Input-Output basierten Sachbilanz für deutsche Gebäudeökobilanzen. Dissertation. Darmstadt: TU Darmstadt. Fachbereich für Bauingenieurwesen und Geodäsie.

NITSCH, Rüdiger (1992): Entscheidung bei Zielkonflikten – Ein PC-gestütztes Verfahren. Dissertation. Aachen: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen. Fakultät für Wirtschaftswissenschaften.

ROHDE, Christoph (2012): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in Prozesse des immobilienwirtschaftlichen Risikomanagements. Dissertation. Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie.

RUHLAND, Alexander (2004): Entscheidungsunterstützung zur Auswahl von Verfahren der Trinkwasseraufbereitung an den Beispielen Arsenentfernung und zentrale Enthärtung. Dissertation. o.O.: TU Berlin. Fakultät Prozesswissenschaften.

SCHNECK, Alexander (2006): Optimierung der Grundwasserbewirtschaftung unter Berücksichtigung der Belange der Wasserversorgung, der Landwirtschaft und des Naturschutzes. Dissertation. Stuttgatz: Universität Stuttgart. Institut für Wasserbau.

SCHNEIDER, Carmen (2010): Steuerung der Nachhaltigkeit im Planungs- und Realisierungsprozess von Büro- und Verwaltungsgebäuden. Entwicklung eines Instrumentes zur Vorbewertung und Optimierung der Nachhaltigkeitsqualität. Dissertation. Darmstadt: TU Darmstadt. Institut für Massivbau.

SCHNEIDER, Daniela (2013): Modell für das nachhaltige Immobilien-Portfoliomanagement betrieblicher Büro-Bestandsbauten. Dissertation. Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie KIT.

VAN FORSTER, Piers, RAMASWAMY, Venkatachalam (2007): Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Bericht. Cambridge, New York: Cambridge University

Internetdokumente

13. DEUTSCHER BUNDESTAG (Hrsg.) (1998): Abschlussbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung". Online verfügbar unter http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/13/112/1311200.pdf, zuletzt geprüft am 13.08.2014.

ADENSAM, H., BRUCK, M. [u.a.] , Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (Hrsg.) (2002): Externe Kosten im Hochbau. Studie im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Online verfügbar unter http://www.bmwfj.gv.at/Tourismus/HistorischeBauten/Seiten/ExterneKostenimHochbau.aspx, zuletzt geprüft am 08.03.2012.

AGÖF (Hrsg.) (2008): AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft. Online verfügbar unter http://agoef.de/agoef/oewerte/orientierungswerte.html, zuletzt geprüft am 07.08.2014.

AGÖF (Hrsg.) (2013): Formaldehyd. Wesentliche kritische Punkte. Online verfügbar unter http://agoef.de/agoef/schadstoffe/formaldehyd.html, zuletzt geprüft am 31.05.2013.

BAHR, Carolin, LENNERTS, Kunibert (2009): Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen der Kostengruppen 300, 400 und 500 nach DIN 276-1. Institut für Technologie und Management im Baubetrieb, Abteilung Facility Management. Karlsruhe. Online verfügbar unter http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeudedaten/nutzungsdauern-von-bauteilen.html, zuletzt geprüft am 08.01.2012.

BARTHAUER, Matthias (2008): Ökologische Nachhaltigkeit von Büroimmobilien. Online verfügbar unter http://www.joneslanglasalle.com/ResearchLevel1/JLL_Germany_%C3%B6kologische%20nachhaltigkeit%20von%20b%C3%BCroimmobilien.pdf, zuletzt geprüft am 29.08.2014.

BBSR (Hrsg.) (2011): Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen. Online verfügbar unter http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeudedaten/nutzungsdauern-von-bauteilen.html, zuletzt geprüft am 23.06.2014.

BBSR (Hrsg.), SCHMINCKE, Eva, LÜTZKENDORF, Thomas (2012): Europäische und internationale Normung zum Nachhaltigen Bauen. Weiterführung der Normungsbegleitung. Online verfügbar unter http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_542092/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/2NachhaltigesBauenBauqualitaet/2009/Normungsbegleitung/03__ergebnisse.html, zuletzt geprüft am 28.01.2012.

BERLINER WASSERBETRIEBE (2014): Tarife für Trinkwasser und Abwasser. Online verfügbar unter http://www.bwb.de/content/language1/html/204.php, zuletzt geprüft am 31.07.2014.

BfR (Hrsg.) (2005): Inhalative Exposition des Verbrauchers gegenüber Formaldehyd. Online verfügbar unter http://www.bfr.bund.de/cm/343/inhalative_exposition_des_verbrauchers_gegenueber_formaldehyd.pdf, zuletzt geprüft am 06.08.2012.

BGR, BMWi, (Hrsg.) (2013): Entwicklung der internationalen Diskussion zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Online verfügbar unter http://www.ifa.tu-claust-hal.de/fileadmin/Aufbereitung/Bilder/Forschung/abgeschlossene_Projekte/Studien/ENTIRE-Bericht.pdf, zuletzt geprüft am 04.10.2013.

BMAS (2010): Aufbruch in die altersgerechte Arbeitswelt. Bericht der Bundesregierung. Online verfügbar unter http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/anlage-bericht-der-bundesregierung-anhebung-regelaltersgrenze.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2014.

BMF (2013): Handbuch Wirkungsorientierte Folgenabschätzung. Arbeitsunterlage. Online verfügbar unter http://www.bka.gv.at/DocView.axd?CobId=49873, zuletzt geprüft am 13.05.2013.

BMU (1993): Umweltpolitik- Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro. Agenda 21. Online verfügbar unter http://www.bmub.bund.de/bmub/parlamentarische-vorgaenge/detailansicht/artikel/agenda-21/, zuletzt geprüft am 30.04.2014.

BMU (2011): Wasserwirtschaft in Deutschland. Wasserversorgung – Abwasserbeseitigung. Online verfügbar unter http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/faltblatt_wasserwirtschaft_de_bf.pdf, zuletzt aktualisiert am 26.04.2012.

BMUB (2011): Statistik Trinkwasserversorgung. Online verfügbar unter http://www.bmub.bund.de/detailansicht/artikel/statistik-trinkwasserversorgung/, zuletzt geprüft am 31.07.2014.

BMUB (2013): Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB). Online verfügbar unter https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/, zuletzt geprüft am 20.08.2014.

BMUB (Hrsg.) (2014): Informationsportal Nachhaltiges Bauen. Online verfügbar unter http://www.nachhaltigesbauen.de/, zuletzt geprüft am 05.05.2014.

BMUB (2014): Ökologische Bewertung. Online verfügbar unter http://www.nachhaltigesbauen.de/leitfaeden-und-arbeitshilfen/leitfaden-nachhaltiges-bauen/oekologische-bewertung.html, zuletzt geprüft am 22.07.2014.

BMVBS (Hrsg.) (2012): Informationsportal Nachhaltiges Bauen. Umweltdeklarationen für Bauprodukte. Unter Mitarbeit von Nicolas KERZ. Online verfügbar unter http://www.nachhaltigesbauen.de/normung-zur-nachhaltigkeit-im-bauwesen/umweltproduktdeklaration.html, zuletzt geprüft am 13.05.2013.

BMVBS (Hrsg.) (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Unter Mitarbeit von BBSR. Online verfügbar unter http://www.nachhaltigesbauen.de/no_cache/leitfaeden-und-arbeitshilfen-veroeffentlichungen/leitfaden-nachhaltiges-bauen-2013.html?cid=5150&did=3210&sechash=96e33769, zuletzt geprüft am 18.08.2014.

BMVBS (2013): Bericht über die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft in Deutschland. Online verfügbar unter http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/93186/publicationFile/65004/immobilien-und-wohnungsmarkt-bericht.pdf, zuletzt geprüft am 04.10.2013.

BMVBS (2014): Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus. Online verfügbar unter https://www.bnb-nachhaltiges-bauen.de/fileadmin/steckbriefe/verwaltungsgebaeude/neubau/v_2011_1/BNB_BN2011-1_211.pdf, zuletzt geprüft am 04.07.2014.

BMWi (Hrsg.) (2011): 6 Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Online verfügbar unter http://www.bmbf.de/pubRD/6-energieforschungsprogramm-der-bundesregierung.pdf, zuletzt geprüft am 08.04.2013.

BMWi (Hrsg.) (2012): Kosten-Nutzen-Analyse für einen flächendeckenden Einsatz intelligenter Zähler. Unter Mitarbeit von Ernst & Young. Online verfügbar unter http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Studien/kosten-nutzen-analyse-fuer-flaechendeckenden-einsatz-intelligenterzaehler,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf, zuletzt geprüft am 01.10.2013.

BRÄUNINGER, Michael, LESCHUS, Leon, ROSSE, Anja, DERA (Hrsg.) (2013): DERA Rohstoffinformationen. Ursachen von Preispeaks, -einbrüchen und -trends bei mineralischen Rohstoffen. Unter Mitarbeit von David AILABOUNI, Stefan KRUSE und Corinna NEUBACH. Online verfügbar unter http://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-17.pdf;jsessionid=B0C818B7C185FA58C29D48F504786959.1_cid292?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 04.10.2013.

BRILL, M., WEIDEMANN, S., BOSTI ASSOCIATES (2001): Disproving Widespread Myths About Workplace Design. Online verfügbar unter http://www.occupier.org/articles/1300, zuletzt geprüft am 21.11.2012.

BRUCK, Karl (2002): Total Quality. Planung und Bewertung von Gebäuden. Online verfügbar unter http://download.nachhaltigwirtschaften.at/download/leitfaden_tqp.pdf, zuletzt geprüft am 29.08.2014.

BUILTJES, Peter, BANZHAF, Sabine, GAUGER, Thomas [u.a.], UBA (Hrsg.) (2011): Erfassung, Prognose und Bewertung von Stoffeinträgen und ihren Wirkungen in Deutschland. Zusammenfassender Abschlussbericht. Online verfügbar unter http://www.uba.de/uba-info-medien/4137.html, zuletzt geprüft am 19.04.2012.

CBRE (2009): Who pays for green? The Economics of sustainable Buildings. Online verfügbar unter http://portal.cbre.eu/uk_en/imgs_styles/emea_economics_of_sustainable_building2009.pdf, zuletzt geprüft am 13.08.2014.

CCRS (Hrsg.) (2009): ESI® Immobilienbewertung - Nachhaltigkeit inklusive. Der Nachhaltigkeit von Immobilien einen finanziellen Wert geben. Unter Mitarbeit von Erika MEINS, Peter CHRISTEN, Regina HARDZIEWKI, Niels HOLTHAUSEN und Silvia MAKOWSKI. Online verfügbar unter http://www.ccrs.uzh.ch/publikationen/anderes/esi2009.pdf, zuletzt geprüft am 29.08.2014.

CCRS (Hrsg.) (2012): Economic Sustainability Indicator ESI®. Der Nachhaltigkeit von Immobilien einen finanziellen Wert geben. Unter Mitarbeit von Erika MEINS, Sarah Ok Kyu FRANK, Daniel SAGER und Niels HOLTHAUSEN. Online verfügbar unter http://www.ccrs.uzh.ch/publikationen/anderes/esi2007.pdf, zuletzt geprüft am 29.08.2014.

CHEN, Li-Fei (2012): A novel approach to regression analysis for the classification of quality attributes in the Kano model: an empirical test in the food and beverage industry. Online verfügbar unter http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305048311001769, zuletzt geprüft am 06.02.2014.

CHRIST, Sven, BOTHE, David (2007): Bestimmung der Zahlungsbereitschaft für erneuerbare Energien mit Hilfe der Kontingenten Bewertungsmethode. Online verfügbar unter http://www.ewi.uni-koeln.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Working_Paper/EWI_WP_07-01_Zahlungsbereitschaft-fuer-Erneuerbare-Energien.pdf, zuletzt geprüft am 24.08.2012.

DETTEN, Philipp von, FAUDE, Oliver, MEYER, Tim (2008): Leitfaden zur statistischen Auswertung von empirischen Studien. Institut für Sportmedizin, Universität Paderborn. Online verfügbar unter http://dsg.uni-paderborn.de/fileadmin/dsg/ab3/Leitfaden_zur_statistischen_Auswertung_von_Studien.pdf, zuletzt geprüft am 13.08.2014.

DEUTSCHE TELEKOM MEDIEN GMBH, LEIPZIGER MEDIEN GMBH (Hrsg.) (o.J.): Postleitzahlensuche in Das Örtliche. Online verfügbar unter http://www.dasoertliche.de/postleitzahlen/img/postleitzahlen-karte.png, zuletzt geprüft am 13.08.2014.

DGNB (Hrsg.) (2012): Das deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen: Aufbau. Neubau Büro- und Verwaltungsgebäude. Version 12. Online verfügbar unter http://www.dgnb-system.de/fileadmin/de/dgnb_system/Nutzungsprofile/Kriterienuebersicht/Kriterienbersicht_NBV12_120801.pdf, zuletzt geprüft am 18.08.2014.

DLR (Hrsg.), BERTSCH, Valentin, STAUFFACHER, Michael, DRECHSLER, Martin [u.a.] (2006): Integrative Bewertung von Umweltmaßnahmen. Anwendung multikriterieller Bewertungsverfahren zur Entscheidungsunterstützung. Workshop am 16. November 2006. Online verfügbar unter http://elib.dlr.de/48879/1/Integrative_Bewertung_von_Umweltma%C3%9Fnahmen.pdf, zuletzt geprüft am 26.04.2013.

EICHHOLTZ, Piet, KOK, Nils, QUIGLEY, John (2009): Doing Well by Doing Good? RICS Research Report. Online verfügbar unter http://www.jstor.org/discover/10.2307/41038771?uid=3737864&uid=2&uid=4&sid=21104024977227, zuletzt geprüft am 15.05.2014.

FILES, Claudia (2012): Haushaltstheorie. Nutzenfunktionen und Indifferenzkurven. Online verfügbar unter http://www.elektroehinger.de/claudia/Files/Haushaltstheorie.pdf, zuletzt geprüft am 18.11.2013.

FISCHER, Anna Barbara (2004): Expositionen und gesundheitliche Beeinträchtigungen in Bürogebäuden. Ergebnisse des ProKlima-Projektes. Online verfügbar unter http://www.ecomed-medizin.de/sj/ufp/Pdf/aId/6993, zuletzt geprüft am 09.09.2013.

FRIEDEMANN, Tajo (2011): Green Building und Nachhaltigkeit. wachsende Bedeutung für Investitionsentscheidungen. Beitrag auf der: SCOPE CIRCLES, Investment Conference Geschlossene Immobilienfonds. Online verfügbar unter http://www.scope.de/scope/download/scope_circles/unterlagen/immobilien_feb2011/08JonesLangLaSalleDGNB.pdf, zuletzt geprüft am 30.04.2012.

FRISCHKNECHT, Rolf, STEINER, Roland, JUNGBLUTH, Nils, ÖBU (Hrsg.) (2008): Ökobilanzen: Methode der ökologischen Knappheit. Ökofaktoren 2006. Methode zur Wirkungsabschätzung in Ökobilanzen. Online verfügbar unter http://www.oebu.ch/de/service/publikationen/oekofaktoren-sr282008.html, zuletzt geprüft am 21.07.2014.

FSC DEUTSCHLAND (2011): Vergleich der Waldbewirtschaftungsstandards von FSC und PEFC in Deutschland. Online verfügbar unter http://www.fsc-deutschland.de/images/stories/Document-Exchange/Wald/Infomaterialien/Sonstiges/2012-10_auskopplung_fsc-pefc-vergleich.pdf, zuletzt geprüft am 24.05.2012.

FUERST, Frank, MCALLISTER, Patrick (2010): Green Noise or Green Value? Measuring the Effects of Environmental Certifikation on Office Values. Online verfügbar unter http://sallan.org/pdf-docs/Fuerst_HPB_Value.pdf, zuletzt geprüft am 24.08.2012.

GAILLARD, Gérard, Forschungsanstalt ART (Hrsg.) (2011): Stellungnahme zur Methode der UBP. Online verfügbar unter http://www.agroscope.admin.ch/oekobilanzen/06386/06388/index.html?lang=de, zuletzt geprüft am 22.07.2014.

GEISSLER, Susanne, GROß, Maike, KEILER, Sebastian [u.a.] (2010): Lebenszykluskosten Prognosemodell. Immobilien-Datenbank-Analysen zur Ableitung lebenszyklusorientierter Investitionsentscheidungen. Endbericht. Online verfügbar unter http://www.energyagency.at/fileadmin/aea/pdf/publikationen/broschueren/Endbericht-LZK.pdf, zuletzt geprüft am 04.02.2012.

GIF (2009): Bürobeschäftigte und Büroflächenbestände in Deutschland. Online verfügbar unter http://intern.ivd.net/cgi-bin/vdm/gifBueromarkt.pdf, zuletzt aktualisiert am 14.08.2013.

GILHOHANN-FARKAS, Katrin, PFLEIDERER, Georg, DEGI (Hrsg.) (2008): Green Building oder „Green Wash“? DEGI Research - Immobilien Fokus. Online verfügbar unter http://www.immopro24.eu/marktbericht/degi-research-immobilienfokus-oktober-2008_672.html, zuletzt geprüft am 24.08.2012.

GRAUBNER, Carl-Alexander, LÜTZKENDORF, Thomas, BBR (Hrsg.) (2007): Studie zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden. Endbericht. Unter Mitarbeit von Sandy REINHARDT, Carmen SCHNEIDER und Carolin HOCK. Online verfügbar unter http://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/forschungsprojekte/studie_nachhaltigkeitszertifizierung.pdf, zuletzt geprüft am 24.04.2013.

HAMPICKE, Ulrich (2003): Die monetäre Bewertung von Naturgütern zwischen ökonomischer Theorie und politischer Umsetzung. Online verfügbar unter http://agrarwirtschaft.net/news/pdfstamps/freeoutputs/GJAE-286_2003.pdf, zuletzt geprüft am 25.08.2012.

HÄSSIG, J., ZIMMERMANN, S., WALDNER, P. [u.a.] (2009): Ein Modell zur Bewertung des Nährstoffentzugs durch die Holzernte. Erste Anwendung bei intensivierter Energieholznutzung im Schweizer Mittelland. Online verfügbar unter http://www.vdf.ethz.ch/service/3209/3209_Leseprobe.pdf, zuletzt geprüft am 28.09.2011.

HAUSCHILD, Michael Zwicky, POTTING, José (2004): Spatial differentiation in life cycle impact assessment - the EDIP-2003 methodology. Guidelines from the Danish EPA. Online verfügbar unter http://www2.mst.dk/udgiv/publications/2005/87-7614-579-4/pdf/87-7614-580-8.pdf, zuletzt geprüft am 22.07.2014.

HAYN, Doris, NÖLTING, Benjamin, VOß, J. P. (2003): Methodenfragen der Nachhaltigkeitsforschung. Normativ, integrativ, partizipativ - aber wie?. Online verfügbar unter http://www.ipu-ev.de/sites/default/files/ipublic_2_2003.pdf, zuletzt geprüft am 26.11.2012.

HEIJUNGS, Reinout, GOEDKOOP, Mark, STRUIJS, Jaap [u.a.] (2003): Towards a life cycle impact assessment method which comprises category indicators at the midpoint and the endpoint level. Report of the first project phase: Design of the new method. Online verfügbar unter http://leidenuniv.nl/cml/ssp/publications/recipe_phase1.pdf, zuletzt geprüft am 21.07.2014.

HELLBUSCH, Fabian (2011): Das "nachhaltige Büro" wird zum Wettbewerbsfaktor für Unternehmen. Union Investment-Umfrage unter 3.145 Büroangestellten. Online verfügbar unter http://www.nachhaltige-immobilien-investments.de/fileadmin/user_upload/03_Wissen/04_News/051_Bueronutzer-Umfrage.pdf, zuletzt aktualisiert am 30.04.2012.

HELLBUSCH, Fabian (2012): Büronutzerumfrage. Service und Immobilie - immer noch zwei getrennte Welten. Online verfügbar unter http://realestate.union-investment.de/-snm-0184282153-1376645979-0288f00000-0000000007-1376655032-enm-downloads/difa/aedce7e8cc89e45683f4765464df4be8.0.0/027_Bueronutzerstudie_Serviceimmobilie_2012.pdf, zuletzt geprüft am 09.09.2013.

HENZELMANN, Torsten, BÜCHELE, Ralph, ENGEL, Michael (2010): Nachhaltigkeit im Immobilienmanagement. Kurzfassung der Studie. Online verfügbar unter http://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_Nachhaltigkeit_im_Immobilienmanagement_final_20100401.pdf, zuletzt aktualisiert am 25.06.2014.

HERZOG, Kati, OMET, Alice (2010): Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen- Evaluierung und Fortschreibung des Systems. Online verfügbar unter http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/2NachhaltigesBauenBauqualitaet/2010/FortschreibungZertsystem/Endbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 29.08.2014.

HORN, Wolfgang, JANN, Oliver (2006): Umwelt- und Gesundheitsanforderungen an Bauprodukte. Ermittlung und Bewertung der VOC-Emissionen und geruchlichen Belastungen. Unter Mitarbeit von Johannes KASCHE, Frank BITTER, Dirk MÜLLER und Birgit MÜLLER. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umwelt-gesundheitsanforderungen-an-bauprodukte, zuletzt geprüft am 07.08.2014.

HÜFTLE, Maik (2006): Bewertungsverfahren. Online verfügbar unter http://134.169.42.157/Methoden/BewVerfa/BewVerfa.pdf, zuletzt geprüft am 29.04.2013.

IFAD (2013): Sample Size. Online verfügbar unter http://www.ifad.org/gender/tools/hfs/anthropometry/ant_3.htm, zuletzt geprüft am 15.08.2013.

IPCC (2000): IPCC-Sonderbericht Emissionsszenarien. A Special Report of IPCC Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Online verfügbar unter http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2014.

IPCC (2007): Klimaänderung 2007 - Synthesebericht. Vierter Sachstandsbericht. Unter Mitarbeit von Kernautorenteam Synthesebericht IPCC und Rajendra K. PACHAURI. Online verfügbar unter http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/deutch/IPCC2007-SYR-german.pdf, zuletzt geprüft am 29.08.2014.

IPCC (2008): Climate Change and Water. IPCC Technical Paper VI. IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change. Online verfügbar unter http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-change-water-en.pdf, zuletzt geprüft am 27.05.2013.

IPCC (2013): Fith Assessment Report. Climate Change 2013. Online verfügbar unter http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5_WGI-12Doc2b_FinalDraft_All.pdf, zuletzt geprüft am 30.09.2013.

IPD (Hrsg.): IPD Environmental Code. Measuring the environmental performance of buildings. Online verfügbar unter http://www.ipd.com/Portals/7/occupiers/environmentcode_2010.pdf, zuletzt geprüft am 13.09.2013.

IWU (2008): Ökologischer Mietspiegel Darmstadt. Online verfügbar unter http://www.iwu.de/?id=166, zuletzt geprüft am 24.08.2012.

JÖRISSEN, J., KOPFMÜLLER, J., BRANDL, V. [u.a.] (1999): Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung. Online verfügbar unter www.itas.kit.edu/pub/v/1999/joua99a.pdf, zuletzt geprüft am 19.05.2014.

KANO, Noriaki, SERAKU, Nobuhiko, TAKAHASHI, Fumio [u.a.] (1984): Attractive Quality and Must-be Quality. Online verfügbar unter http://jsqc.i-juse.co.jp/en/hinshitsu/articles/vol14.html, zuletzt geprüft am 26.03.2013.

KATS, Gregory H. (2003): Green Building Costs and Financial Benefits. Online verfügbar unter www.dcaaia.com/images/firm/Kats-Green-Buildings-Cost.pdf, zuletzt geprüft am 15.05.2014.

KESTERNICH, Martin (2010): Einflussfaktoren auf die Zahlungsbereitschaft für energieeffizientes Wohnen. Ergebnisse eines diskreten Entscheidungsmodells. Online verfügbar unter http://kooperationen.zew.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/Seco@home/Ergebnisse/Werkstattbericht_9.pdf, zuletzt geprüft am 13.11.2013.

KOCH; Madritsch, KEILER, Sebastian (2009): Energieeffizienz - Immobilienwert: Quo vadis?. Online verfügbar unter http://immovalue.e-sieben.at/pdf/20091119_paper_enova.pdf, zuletzt geprüft am 26.03.2013.

KÖNIG, Holger, BBR (hrsg.) (2007): Orientierungswerte für die Bewertung von Hochbauten - erste Stufe: Bürogebäude. Online verfügbar unter http://www.irbnet.de/daten/baufo/20088034503/Endbericht.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2014.

KREWITT, Wolfram, SCHLOMANN, Barbara (2006): Externe Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern. Gutachten im Rahmen von Beratungsleistungen für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Online verfügbar unter http://www.pvaustria.at/daten-fakten/studien/, zuletzt geprüft am 23.07.2014.

LALEMAN, Ruben, ALBRECHT, Johan, DEWULF, Jo (2010): Life Cycle Analysis to estimate the environmental impact of residential photovoltaic systems in regions with a low solar irradiation. Online verfügbar unter http://de.scribd.com/doc/113432634/Laleman-Albrecht-Dewulf-2011-Life-Cycle-Analysis-to-Estimate-the-Environmental-Impact-of-Residential-Photovoltaic-Systems-in-Regions-With-a-Low, zuletzt geprüft am 13.05.2013.

LANGER, Tilman (2013): Operationalisierung der Nachhaltigkeitsidee. Online verfügbar unter http://www.umweltschulen.de/agenda/operationalisierung.html, zuletzt geprüft am 30.04.2014.

LEUTGÖB, Klemens, BIENERT, Sven, LEOPOLDSBERGER, Gerrit (2010): Integration von Nachhaltigkeit in die Immobilienbewertung. Online verfügbar unter http://immovalue.e-sieben.at/pdf/20100520_leutgoeb_realvienna_immovalue.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2014.

LIN, Shu-Ping, YANG, Chen-Lung, CHAN, Ya-hui [u.a.] (2010): Refining Kano's ‘quality attributes–satisfaction’ model: A moderated regression approach. Online verfügbar unter http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527310000976, zuletzt geprüft am 06.02.2014.

MAIBACH, Markus, SIEBER, Niklas, BERTENRATH, Roman [u.a.] (2007): Praktische Anwendung der Methodenkonvention: Möglichkeiten der Berücksichtigung externer Umweltkosten bei Wirtschaftlichkeitsberechnungen von öffentlichen Investitionen. Endbericht zum UFOPLAN-Vorhaben 203 14 127. Unter Mitarbeit von Zürich Umweltbundesamt Dessau FIFO Köln und INFRAS. Online verfügbar unter http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3194.pdf, zuletzt geprüft am 08.03.2012.

MEINS, Erika, WALLBAUM, Holger, HARDZIEWKI, Regina [u.a.] (2009): Sustainability and Property Valuation - A Risk-Based Approach. CCRS Working Paper Series. Working Paper No. 05/09. Online verfügbar unter http://www.ccrs.uzh.ch/images/stories/WP_0509_Sustainability_and_Property_Valuation_BRI.pdf, zuletzt geprüft am 24.08.2012.

MEINS, Erika, LÜTZKENDORF, Thomas, LORENZ, David [u.a.] (2011): Nachhaltigkeit und Wertermittlung von Immobilien. Leitfaden für Deutschland, Österreich und die Schweiz (NUWEL). Online verfügbar unter http://www.nuwel.ch/downloads/, zuletzt geprüft am 23.08.2012.

MILLER, Norm, SPIVEY, Jay, FLORANCE, Andy (2009): Does Green Pay Off? CoStar. Online verfügbar unter http://www.sandiego.edu/business/documents/USDEconofBeingGreen.pdf, zuletzt geprüft am 24.08.2012.

MOCZEK, Nicola, RAMBOW, Riklef (o.J.): Architekturpsychologie in der Praxis. Online verfügbar unter http://www.ipu-ev.de/sites/default/files/ipublic_2_2003.pdf, zuletzt geprüft am 26.11.2012.

NIEDER, Thomas, RÜTHER, Thorsten, VON MARK, Kerstin [u.a.], BMU (Hrsg.) (2011): Erneuerbare Energien in Zahlen. Internet-Update ausgewählter Daten. Unter Mitarbeit von Dieter Dürrschmidt Wolfhart Böhme. Online verfügbar unter http://www.renewable-energy-concepts.com/fileadmin/user_upload/download-infos/broschuere_ee_zahlen_2011.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2014.

NITSCH, Joachim, KREWITT, Wolfram, NAST, Michael [u.a.], BMU (Hrsg.) (2004): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. http://ifeu.de/landwirtschaft/pdf/Oekologisch_optimierter_Ausbau_Langfassung.pdf, zuletzt geprüft am 30.07.2012.

NORRIS, Gregory A. (2001): Integrating Life Cycle Cost Analysis in LCA. Online verfügbar unter http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF02977849, zuletzt geprüft am 02.01.2013.

ÖBU (2008): Ökobilanzen: Methode der ökologischen Knappheit. Ökofaktoren 2006. Unter Mitarbeit von Arthur BRAUNSCHWEIG, Norbert EGLI und Gabi HILDESHEIMER. Online verfügbar unter http://www.oebu.ch/de/service/publikationen/oekofaktoren-sr282008.html, zuletzt geprüft am 21.07.2014.

OETZEL (2013): Holzschutzmittel. Schadstoffinformationen. Online verfügbar unter http://www.umweltanalytik.com/lexikon/ing15.htm, zuletzt geprüft am 28.05.2013.

PE INTERNATIONAL (Hrsg.) (2011): Ökobilanzbasierte Umweltindikatoren im Bauwesen. Methodische Grundlagen. Online verfügbar unter www.nachhaltigesbauen.de, zuletzt geprüft am 12.04.2012.

PETER, Wolfgang (2009): Kano-Modell. Online verfügbar unter http://arbeitszimmer.statistik-peter.at/tag/kano-modell/, zuletzt geprüft am 29.01.2014.

PIK: POTSDAM-INSTITUT FÜR KLIMAFORSCHUNG (2012): Zwischen Starkregen und Trockenheit: Klimafolgen in Deutschland. Online verfügbar unter http://www.pik-potsdam.de/aktuelles/nachrichten/archiv/2012/zwischen-starkregen-und-trockenheit-klimafolgen-in-deutschland, zuletzt geprüft am 01.10.2013.

PIK: POTSDAM-INSTITUT FÜR KLIMAFORSCHUNG (2013): Verzögerte Klimapolitik könnte kurzfristige Vermeidungskosten verdreifachen. Online verfügbar unter http://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/delaying-climate-policy-would-triple-short-term-mitigation-costs, zuletzt geprüft am 01.10.2013.

PREIN, Sascha (2011): Mehrwert durch Nachhaltigkeit? Neue Wertschöpfungsstrategien in der Immobilienbranche. Online verfügbar unter http://www.bauperformance.de/C125781E003D0D97/vwContentByKey/W28LQE2Q455DEBBDE/$File/Kommunalwirtschaft_FM-2_2011-10.pdf, zuletzt geprüft am 12.11.2012.

PRESSEAMT DER BUNDESREGIERUNG (Hrsg.) (2002): Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Online verfügbar unter http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/perspektiven-fuer-deutschland-langfassung.pdf zuletzt geprüft am 29.08.2014.

PRESSE- UND INFORMATIONSAMT DER BUNDESREGIERUNG (Hrsg.) (2011): Klimakonferenz. Klimaverhandlungen in entscheidender Phase. Online verfügbar unter http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2011/11/2011-11-29-Weltklimakonferenz-Durban.html, zuletzt geprüft am 01.10.2013.

PRESSE- UND INFORMATIONSAMT DER BUNDESREGIERUNG (Hrsg.) (2011): Nationale Nachhaltigkeitsstrategie. Fortschrittsbericht 2012. Online verfügbar unter http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Publikation/Bestellservice/2012-05-08-fortschrittsbericht-2012.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 19.03.2013.

RAMMSTEDT, Beatrice (2004): Zur Bestimmung der Güte von Mulit-Item-Skalen. Zentrum für Umfragen, Methoden und Analysen, Mannheim. Online verfügbar unter http://www.gesis.org/fileadmin/upload/forschung/publikationen/gesis_reihen/howto/how-to12br.pdf, zuletzt geprüft am 13.08.2014.

REICH, Thomas, MORIER, Isabelle (2010): Holznutzung und alte Waldbestände. Höhere Artenvielfalt dank alten, absterbenden Bäumen. Online verfügbar unter http://www.totholz.ch/totholzdynamik/holznutzung_DE, zuletzt geprüft am 28.09.2011.

REMY, Christian (2012): Ökobilanzen (LCA) in der Abwasserbehandlung – erste Erfahrungen aus Berlin und Braunschweig. Online verfügbar unter http://www.kompetenz-wasser.de/Wasserwerkstatt-2012.554.0.html, zuletzt geprüft am 31.07.2014.

RICS ECONOMICS (2009): Q4 2009 Global Property Sustainability Survey. Online verfügbar unter www.ricsasia.org/downloadFile.php?id=614, zuletzt geprüft am 13.08.2014.

RICS (2012): Sustainability and commercial property valuation, 1st edition. Online verfügbar unter http://www.rics.org/de/knowledge/professional-guidance/information-papers/sustainability-and-commercial-property-valuation-1st-edition/, zuletzt geprüft am 04.11.2013.

ROECKNER, Erich, BRASSEUR, Guy P., GIORGETTA, Marco [u.a.] (2006): Klimaprojektionen für das 21. Jahrhundert. Online verfügbar unter http://www.mpimet.mpg.de/fileadmin/grafik/presse/Klimaprojektionen2006.pdf, zuletzt geprüft am 19.04.2012.

ROLAND BERGER STRATEGY CONSULTANTS (HRSG.) (2011): Strategien der deutschen Bauwirtschaft. Chancen nutzen und Risiken meistern. Präsentation der Studie. Online verfügbar unter http://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_Bauwirtschaft_Folien_Kurz_20110526.pdf, zuletzt geprüft am 24.08.2012.

SCHARER, Michael (2000): Kano-Methode. Online verfügbar unter http://imihome.imi.uni-karlsruhe.de/nkano_b.html, zuletzt geprüft am 26.03.2013.

SCHERER, Roland, DERUNGS, Curdin (2008): Standortwahl von Unternehmen: Ein Entscheidungsprozess zwischen Rationalität und Emotionalität. Online verfügbar unter http://www.irl.ethz.ch/plus/education/BSc_level/103-0326-01L/110304_1_Scherer_Derungs_2008.pdf, zuletzt geprüft am 04.05.2012.

SCHNEIDER, Willi, WINDEL, Armin, ZWINGMANN, Bruno, BAuA (Hrsg.) (2003): Die Zukunft der Büroarbeit. Bewerten, Vernetzen, Gestalten. Online verfügbar unter http://www.erfolgsfaktor-buero.de/downloads/inqazukunftderbueroarbeit.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2014.

SCHULZ, Christian, ROSENSCHON, Sebastian (2011): Zur Zukunft der Energiepreise. Ergebnisse eines Expertenworkshops am IWH. Online verfügbar unter http://www.iwh-halle.de/e/publik/wiwa/3-11-5.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2013.

SCHÜTZENHOFER, Christian, BIENERT, Sven (2009): Green Value – Paradigmenwechsel im Rahmen der Immobilienbewertung. Online verfügbar unter http://immovalue.e-sieben.at/pdf/oevi_buchbeitrag_schuetzenhofer_bienert_bewertung_von_green_buildings_09052009_v6.pdf, zuletzt geprüft am 24.08.2012.

SCHWARZ, Rixa, HARMELING, Sven, BALS, Christoph, GERMANWATCH (Hrsg.) (2007): Auswirkungen des Klimawandel auf Deutschland. Unter Mitarbeit von Anika BUSCH, Gerold Kier und Diemar Putscher. Online verfügbar unter http://germanwatch.org/klima/klideu07.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2014.

SCHWIMMER, Michael (2009): Postleitzahlen. Online verfügbar unter http://michael-schwimmer.de/vba109.htm, zuletzt geprüft am 25.02.2014.

SMOLINSKI, Patrick (2003): Integriertes Bewertungsverfahren Teil II. Monetäre und multikriterielle Bewertung. Online verfügbar unter http://www.usf.uos.de/~matthies/Hauptseminar2003/Smolinski.pdf, zuletzt geprüft am 12.09.2012.

STAATSSEKRETÄRAUSSCHUSS „NACHHALTIGE ENTWICKLUNG“ (Hrsg.) (2010): Sitzungen des Staatssekretärausschuss für nachhaltige Entwicklung Dez 2008 bis Juni 2009. Online verfügbar unter www.bundesregierung.de - Dossier "Dialog Nachhaltigkeit", zuletzt aktualisiert am 23.11.2010.

STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER (Hrsg.) (2009): Demografischer Wandel in Deutschland. Auswirkungen auf die Entwicklung der Erwerbspersonenzahl. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/VorausberechnungBevoelkerung/EntwicklungErwerbspersonenzahl5871104099004.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 01.09.2014.

STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.) (2009): Bevölkerung Deutschlands bis 2060. 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/VorausberechnungBevoelkerung/BevoelkerungDeutschland2060Presse5124204099004.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 27.09.2013.

STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.) (2010): Immer mehr Menschen in immer größeren Städten. Pressemitteilung Nr. 153 vom 29.04.2010. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2010/04/PD10_153_124.html, zuletzt geprüft am 30.09.2013.

STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.) (2012): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2012. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Umweltindikatoren/Indikatoren.html;jsessionid=5CA1BAF3C58A0CAC8B3F088B424C4554.cae3, zuletzt geprüft am 30.04.2013.

STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.) (2012): Unternehmensregister. Unternehmen, Beschäftigte und Umsatz 1 2010. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/UnternehmenHandwerk/Unternehmensregister/Tabellen/UnternehmenBeschaeftigteUmsatzWZ08.html, zuletzt geprüft am 09.09.2013.

STEPKEN, Guido (2006): Multikriterielle Entscheidungstheorien. Online verfügbar unter http://www.little-idiot.de/teambuilding/MultikriterielleEntscheidungstheorien.pdf, zuletzt geprüft am 22.04.2013.

SUSTAINABILITY VICTORIA, KADOR GROUP (Hrsg.) (2008): Employee productivity in sustainable building. Pre- and Post-Occupancy in 500 Collins Street. Unter Mitarbeit von Lu AYE, Grieg D'CRUZ, Sam COX und Craig SEMMENS. Online verfügbar unter http://www.resourcesmart.vic.gov.au/documents/500_Collins_Productivity_Study.pdf, zuletzt geprüft am 04.05.2012.

TEGoVA: THE EUROPEAN GROUP OF VALUERS' ASSOCIATIONS (2003). Europäisches Markt- und Objektrating. Ein Leitfaden für Gutachter. Online verfügbar unter http://www.tegova.de/, zuletzt geprüft am 16.08.2014.

THÜRINGER MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT (Hrsg.) (2009): Entwurf der Thüringer Nachhaltigkeitsstrategie als Grundlage für den beginnenden Konsultationsprozess mit den Akteuren in Thüringen. Online verfügbar unter http://www.nachhaltigkeitsbeirat.thueringen.de/files/Download_Broschueren/Nachhaltigkeitsstrategie_Thueringen.pdf, zuletzt geprüft am 27.09.2011.

UBA (Hrsg.) (1996): Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema. Unter Mitarbeit der ad-hoc-Arbeitsgruppe aus den Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission des UBA und der Ausschuss für Umwelthygiene. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/publikationen/ad-hoc/Basisschema.pdf, zuletzt geprüft am 29.05.2013.

UBA (Hrsg.) (1999): Bewertung in Ökobilanzen. Methode des UBA zur Normierung von Wirkungsindikatoren, Ordnung von Wirkungskategorien und zur Auswertung nach ISO 14042 und 14043. Unter Mitarbeit von Stefan SCHMITZ und Inge PAULINI. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/bewertung-in-oekobilanzen, zuletzt geprüft am 23.07.2014.

UBA (Hrsg.) (2004): Hintergrundpapier: Flächenverbrauch, ein Umweltproblem mit wirtschaftlichen Folgen. Online verfügbar unter http://www.umweltdaten.de/uba-info-presse/hintergrund/flaechenverbrauch.pdf, zuletzt geprüft am 27.05.2013.

UBA (Hrsg.) (2007): Die Beurteilung der Innenraumluftkonzentrationen mittels Referenz- und Richtwerten. Handreichung der Ad-hoc Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/innenraumhygiene/innenraumluftkontaminationen.pdf, zuletzt geprüft am 28.05.2013.

UBA (Hrsg.) (2007): Wissenschaftliche Untersuchung und Bewertung des Indikators „Ökologischer Fußabdruck“. Unter Mitarbeit von Mark HAMMER, Andrea STOCKER, Maria LACKNER (u.a.). Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3486.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2014.

UBA (Hrsg.) (2009): Climate Change 16/2009: Politikszenarien für den Klimaschutz V … auf dem Weg zum Strukturwandel, Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/uba-infomedien/mysql_medien.php?anfrage=Kennummer&Suchwort=3764, zuletzt geprüft am 12.08.2011.

UBA (Hrsg.) (2012): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung externer Umweltkosten. Unter Mitarbeit von Sylvia SCHWERMER. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekonomische-bewertung-von-umweltschaeden-0, zuletzt geprüft am 23.07.2014.

UBA (Hrsg.) (2013): Gesundheit und Umwelthygiene Richtwerte für die Innenraumluft. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/innenraumhygiene/richtwerte-irluft.htm, zuletzt geprüft am 28.05.2013.

UBA (Hrsg.) (2013): Umwelt- und gesundheitsgefährdende Stoffe in Bauprodukten. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/produkte/bauprodukte/index.htm, zuletzt geprüft am 30.05.2013.

UBA (Hrsg.) (2013): Best-Practice-Kostensätze für Luftschadstoffe, Verkehr, Strom- und Wärmeerzeugung. Anhang B der Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Unter Mitarbeit von Sylvia SCHWERMER, Philipp PREISS und Wolf MÜLLER. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekonomische-bewertung-von-umweltschaeden-0, zuletzt geprüft am 30.07.2014.

UBA (Hrsg.) (2014): Flächensparen – Böden und Landschaften erhalten. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/flaechensparen-boeden-landschaften-erhalten, zuletzt geprüft am 31.07.2014.

ULMER, Svend, STRECK, Thomas, SUTTER, Philip, BMVBS (Hrsg.) (2010): Externe Kosten im Hochbau. Unter Mitarbeit von Martin WELSCH und Hans-Dieter HEGNER. Online verfügbar unter http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_112742/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2010/ON172010.html, zuletzt geprüft am 08.03.2012.

UNFPA: UNITED NATIONS POPULATION FUND (2011): Weltbevölkerungsbericht 2011 Sieben Milliarden Menschen und Möglichkeiten. Unter Mitarbeit von Thomas PFEIFFER, Uwe KERKOW, Matthias STOCKLAMPS und Ute STALLMEISTER. Online verfügbar unter http://www.weltbevoelkerung.de/fileadmin/user_upload/PDF/WBB_2011/WBB_2011_60dpi.pdf, zuletzt geprüft am 30.09.2013.

VDP: VERBAND DEUTSCHER PFANDBRIEFBANKEN E.V. (Hrsg.) (2005): Objekt- und Marktrating. Online verfügbar unter http://www.pfandbrief.de/cms/_internet.nsf/tindex/de_65.htm?OpenDocument&4465FD2768A740E4C1257546003955D5, zuletzt geprüft am 30.06.2012.

VÖB: BUNDESVERBAND ÖFFENTLICHER BANKEN DEUTSCHLANDS (Hrsg.) (2006): VÖB-ImmobilienAnalyse. Instrument zur Beurteilung des Chance- / Risikoprofils von Immobilien. Online verfügbar unter http://www.voeb-service.de/fileadmin/dateien/Produkte_und_Kooperationen/VIA/Fachpublikation_VOEB-Immobilienanalyse_September_2006.pdf, zuletzt geprüft am 26.06.2014.

WECD: WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987): Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427 - Development and International Co-operation: Environment. Unter Mitarbeit von Gro HARLEM BRUNDTLAND, Mansour KHALID, Susanna AGNELLI [u.a.] Online verfügbar unter http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm, zuletzt geprüft am 28.09.2011.

WEISS, Ingo, HOFMANN, Martin, FRIEDMANN, Tajo (2013): Green Leases. Online verfügbar unter http://www.joneslanglasalle.de/Germany/DE-DE/Documents/Energy_Sustainability/JLL_Green-Leases.pdf, zuletzt geprüft am 14.11.2013.

WHO (1989): Indoor Air Quaility. Organic Pollutants. Kopenhagen (Euro Reports and Studies, No. 111). Online verfügbar unter http://whqlibdoc.who.int/euro/r&s/EURO_R&S_111.pdf, zuletzt geprüft am 29.05.2013.

WHO (2011): WHO Leitlinien für Innenraumluftqualität: ausgewählte Schadstoffe. Zusammenfassung. Online verfügbar unter http://www.euro.who.int/de/publications/abstracts/who-guidelines-for-indoor-air-quality-selected-pollutants, zuletzt geprüft am 07.08.2014.

WIENCKE, Andreas, MEINS, Erika, BURKHARD, Hans-Peter, CBRE (Hrsg.) (2012): Betriebsimmobilien und Nachhaltigkeit in der Schweiz. Unter Mitarbeit von Jean GOLINELLI, Florian KUPRECHT, David SCHOCH und Nicole WEBER. Online verfügbar unter http://www.ccrs.uzh.ch/images/stories/CRESS_2011_de.pdf, zuletzt geprüft am 23.08.2012.

ZESCHMAR-LAHL, Barbara (2011): Brundtland Bericht I Brundtland Report : Unsere gemeinsame Zukunft, 1987. Unter Mitarbeit von Verena HILGERS, Simon PÜTTMANN und Kathrin SACHSEN. Online verfügbar unter http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/brundtland_report_1987_728.htm, zuletzt geprüft am 28.09.2011.

ZIBELL, Barbara (Hrsg.) (2009): Gender Building. Sozialräumliche Qualitäten im öffentlichen Hochbau. Online verfügbar unter http://www.gbv.de/dms/weimar/toc/599259744_toc.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2014.

ZIESENITZ, Thomas-A. (2013): Nachhaltige Immobilieninvestments aus Sicht kreditwirtschaftlicher Wertermittlung. 21. Runder Tisch Nachhaltiges Bauen am 19. November 2013. Online verfügbar unter http://www.nachhaltigesbauen.de/mitgliederbereich-runder-tisch/runder-tisch-nachhaltiges-bauen.html, zuletzt geprüft am 01.09.2014.

Tagungsbände

DITTMAR, Anika, PONICK, Martin, KUMMERT, Kai (2009): Nachhaltigkeit im Facility Management. Entwicklung eines Zertifizierungsprogramms. In: Exzellenz Tandem - Wissenstransfer im Dialog. Berlin. Beuth Hochschule für Technik.

HALLBERG, B., AQUITONIUS, K., LECHÓN, Y. [u.a.] (2003): Externalcosts of materialrecycling strategies for fusion power plants. In: Fusion Engineering and Design. 22nd Symposium on Fusion Technology. Helsinki.

KANO, Noriaki (1987): TQC as Total Quality Creation. In: Proceedings of the International Conference on Quality Control. Tokyo.

KANO, Noriaki (1995): Upsizing the Organisation by Attractive Quality Creation. In: Total Quality Management, Proceedings of the First World Congress. London.

KANO, Noriaki (2001): Life Cycle and Creation of Attractive Quality. In: Fourth International QMD Conference on Quality Management and Organisational Development. Linköping. University of Linköping.

LEVIN, Hal (2008): Calculating Buildings' Greenhouse Gas Emissions. In: Building Ecology Research Group. Sustainable Building 2008, Melbourne, Australia, September 2008. Santa Cruz.

STIFTUNG BAUWESEN (2009): Brennpunkt CO2-Reduktion. Chancen für das Bauwesen : Vorträge, gehalten am 27.März 2009 in Stuttgart. In Schriftenreihe der Stiftung Bauwesen zu „Der Bauingenieur und die Gesellschaft“, 14. Stuttgart.

WALLBAUM, Holger (2008): Anforderungen und Strategien für ein nachhaltiges Immobilienmanagement. In: Tagungsband Facility Management - Kongress 2008. Berlin und Offenbach.

VDI (2006): Bürogebäude der Zukunft. In: Nichtred. Manuskript. Düsseldorf: VDI-Verlag (VDI-Berichte, 1936). Tagung Hamburg, 18. bis 19. September 2006..

Zeitschriftenaufsätze

ANDERSON, Eugene, FORNELL, Claes, RUST, T. (1997): Customer satisfaction, productivity and profitability. Differences between goods and services. In: Marketing Science 16 (2), S. 129–145.

BERGER, Charles, BLAUTH, Robert, BOGER, David [u.a.] (1993): Kano's Methods for Understanding Customer-defined Quality. In: Center for Quality of Management Journal 2 (4), S. 3–36.

BERNHARDT, Wolfram, NITZSCHE, Patricia, GERLINGER, Gabriel [u.a.] (2012): No Risk, no Wissen. Parallaxe. In: Agora 42 - Ökonomie, Philosophie, Leben (03/2012), S. 9–12.

BOLCH, G., SMORODINSKIJ, S. (1985): Konzeptuelle und mathematische Grundlagen zur Bewertung der Strukturen komplexer technischer Systeme. In: OR Spektrum 7 (3), S. 165–173.

BRANDT, Randall (1988): How Service Marketers can identify Value-Enhancing Service Elements. In: Journal of Services Marketing 2 (3), S. 35–41.

CADOTTE, Ernest, TURGEON, Normand (1988): Dissatisfiers and Satisfiers. Suggestions from Consumer Complaints and Compliments. In: Journal of Consumer Satisfaction, Dissatisfaction and Complaining Behaviour 1, S. 74–79.

CORBELLA, Antoni Jané, MATURANA, Salvador D. (2003): Citizens' Role in Health Services: Satisfaction Behavior. Kano's Model. In: Quality Management in Health Care Vol.12 (No.1), S. 64–80.

COUMOU, Dim, ROBINSON, Alexander (2013): Historic and future increase in the global land area affected by monthly heat extremes. In: Environmental Research Letters 8 (3), S. 18-34.

DELGADO, Antonio, SCALENGHE, Riccardo (2008): Aspects of phosphorus transfer from soils in Europe. In: J. Plant Nutr. Soil Sci. 171 (4), S. 552–575.

FUNDIN, Anders, NILSSON, Lars (2003): Using Kano's Theory of Attractive Quality to better understand Customer Experiances with E-Services. In: The Asian Journal of Quality 4 (2), S. 32–49.

GEBBERS, Jan-Olaf, GLÜCK, Ulrich (2003): >Sick building<-Syndrom. In: Schweiz Med Forum (Nr. 5), S. 109–113.

GERTIS, Karl, HAUSER, Gerd, SEDLBAUER, Klaus [u.a.] (2008): Was bedeutet "Platin"? Zur Entwicklung von Nachhaltigkeitsbewertungsverfahren. In: Bauphysik, Wärme | Feuchte | Schall | Brand | Licht | Energie (4), S. 244–256.

GIERL, Heribert, BARTIKOWSKI, Boris (2003): Ermittlung von Satisfiers, Dissatisfiers und Criticals in der Zufriedenheitsforschung. In: der markt (42), S. 14–34.

GOSSAUER, Elke, WAGNER, Andreas (2008): Nutzerzufriedenheit und Komfort am Arbeitsplatz. Ergebnisse einer Feldstudie in Bürogebäuden. In: Bauphysik, Wärme | Feuchte | Schall | Brand | Licht | Energie 30 (6), S. 445–451.

GRAUBNER, Carl-Alexander, LÜTZKENDORF, Thomas (2008): Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit von Gebäuden. In: Mauerwerk 12 (2), S. 53–60.

HARSANYI, John C. (1977): Morality and the Theory of Rational Behavior. In: Social Research 44, S. 623–630.

HEßE, Markus (2009): Erfahrungsbericht nachhaltiges Bauen, Planen und Betreiben von Gewerbeimmobilien. In: DAMA 13 (4), S. 182–189.

JISCHA, Michael F. (1997): Das Leitbild der Nachhaltigkeit und das Konzept der Technikbewertung. In: Chemie und Technik (12), S. 1695–1703.

KANNING, H., MÜLLER, Martin (1998): Bedeutung des Nachhaltigkeitsbildes für das betriebliche Management. In: Betriebliches Umweltmanagement, S. 13–27.

KRELLE, Wilhelm (1972): Dynamisierung der Nutzenfunktion. In: Zeitschrift für Nationalökonomie 32 (1), S. 59–70.

KÜCHLER, Manfred (1976): Multivariante Analyse nominalskalierter Daten. Ein theoretischer und empirischer Vergleich zweier Verfahren unter dem Gesichtspunkt der Forschungspraxis. In: Zeitschrift für Soziologie 5 (3), S. 237–255.

LEE, Mark C., NEWCOMB, John (1996): Applying the Kano Methodology in Managing NASA's Science Research Program. In: Center for Quality of Management Journal 5 (3), S. 13–20.

LEE, Sungkyu, LEE, Jong-Ho, GARRETT, Tony C. (2013): A Study of the Attitude toward Convergent Products: A Focus on the Consumer Perception of Functionalities. In: Journal of Product Innovation Management 30 (1), S. 123–135.

LEHMANN, Eleftheria (2007): Für mehr Arbeitsplatzqualität und höhere Arbeitsproduktivität europaweit - EU-Arbeitsschutzstrategie. In: Praktische Arbeitsmedizin, S. 6–7.

LILJA, Johan, WIKLUND, Hakan (2006): Obstacles to the creation of attractive quality. In: The TQM Magazine 18 (1), S. 55–66.

LUDERER, Gunnar, PIETZCKER, Robert C., BERTRAM, Christoph [u.a.] (2013): Economic mitigation challenges: how further delay closes the door for achieving climate targets. In: Environmental Research. Letters 8 (3), S. 33-34.

LÜTZKENDORF, Thomas, LORENZ, David (2011): Capturing sustainability-related information for property valuation. In: Building Research & Information 39 (3), S. 256–273.

MALCHER, Achim (2012): Viele weiße Flecken. Zertifizierung. In: Immobilienmanager - special Nachhaltigkeit 11, S. 9.

MATZLER, Kurt, FUCHS, Matthias, SCHUBERT, Astrid (2004): Employee Satisfaction: Does Kano's Model Apply? In: Total Quality Management & Business Excellence 15 (9-10), S. 1179–1198.

MEENT, Dirk van de, HUIJBREGTS, Mark A. J. (2005): Evaluating ecotoxicological effect factors based on the Potentially Affected Fraction of species. In: Environmental Toxicology and Chemistry (24), S. 1573–1578.

MERSHA, Tigineh, ADLAKHA, Veena (1992): Attributes of Service Quality. The Consumers' Perspective. In: International Journal of Service Industry Management 3 (3), S. 34–45.

MITTAL, Vikas, KUMAR Pankaj, TSIROS Michael (1999): Attribute-Level Performance, Satisfaction, and Behavioral Intentions over Time. A Consumption-System Approach. In: Journal of Marketing 63 (2), S. 88–101.

MIZUNO, Shigeru (1971): Evaluation of Quality. In: Proceedings of the 14th QC Symposium "Evaluation of Quality", S. 5–6.

MÜLLER, Helmut F.O (2009): Energiegerechte und nachhaltige Architektur in Mauerwerk. In: DAMA 13 (5), S. 316–322.

MÜLLER, Martin (2004): Investitionsentscheidungen vor dem Hintergrund einer Nachhaltigen Entwicklung. In: Journal Controlling & Management 48 (S1), S. 96–104.

OLSCHEWSKI, Roland, BEBI, Peter, GRÊT-REGAMEY, Adrienne [u.a.] (2008): Wald und Klimawandel – Ansätze für eine ökonomische Bewertung. Forests and climate change - approaches to an economic valuation. In: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen Vol. 159 (No. 10), S. 374–380.

OPITZ, Otto (1971): Numerische Funktionen in der Präferenzen- und Entscheidungstheorie. In: Zeitschrift für Nationalökonomie 31 (1-2), S. 13–31.

OPPL, Reinhard (2011): Neues Gütesiegel „Indoor Air Comfort GOLD“. Zertifizierte Bauprodukte für herausragende Qualität der Innenraumluft. In: Green Building (10), S. 12.

OTTMANN, Matthias, LIFKA, Stephan (2011): Moderne Methoden zur Unterstützung strategischer Immobilienentscheidungen. Eine Fallstudie zum Einsatz von Scoring-Tools zur Gewichtung von Standortfaktoren. In: Zeitschrift für immobilienwirtschaftliche Forschung und Praxis (20), S. 4–16.

PETERS, Malte, ZELEWSKI, Stephan (2004): Möglichkeiten und Grenzen des "Analytic Hierarchy Process" (AHP) als Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsanalyse. In: Zeitschrift für Planung & Unternehmenssteuerung, S. 296–323.

PETRISCHAK, Hannes (2012): Mut zur Nachhaltigkeit: Impulse für einen gesellschaftlichen Diskurs. In: Biologie in unserer Zeit 42 (2), S. 88.

PÖYHÖNEN, M., HÄMÄLÄINEN, R. P. (1998): Notes on the Weighting Biases in Value Trees. In: Journal of Behavioral Decision Making (11), S. 139–150.

RUFUS, D.E. (2010): Statistical Records of Singularities in a Botanical Space. In: Environmental Research. Letters 17 (5), S. 23-28.

SATTLER, Henrik, NITSCHKE, Thomas (2003): Ein empirischer Vergleich von Instrumenten zur Erhebung von Zahlungsbereitschaften. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (55), S. 364–381.

SHARIF ULLAH, A. M. M., TAMAKI, Jun'ichi (2011): Analysis of Kano-model-based customer needs for product development. In: Systems Engineering 14 (2), S. 154–172.

SINGH, Amanjeet, SYAL, Matt, GRADY, Sue C. [u.a.] (2010): Effects of Green Buildings on Employee Health and Productivity. In: American Journal of Public Health 100 (9), S. 1665–1668.

STRASSERT, Günter (1973): Nutzwertanalyse. In: Empirische Methoden der Regionalforschung (Band 87), S. 147–160.

STRÖBELE, Benjamin (2013): Grenzen des Carbon Footprint für die Bewertung des ökologischen Bauens. In: Bauphysik, Wärme | Feuchte | Schall | Brand | Licht | Energie 35 (5), S. 338–345.

THING, Shueh-Chin, CHEN, Cheng-Nan (2002): The asymmetrical and non-liniear effects of store quality attributes on customer satisfaction. In: Total Quality Management 13 (4), S. 547–569.

VOGDT, Frank U., KOCHENDÖRFER, Bernd, DITTMAR, Anika (2010): Lebenszyklusanalyse als Instrument des effizienten Ressourceneinsatzes. Analyse und Vergleich energetischer Standards anhand eines exemplarischen Einfamilienhauses bzgl. Energiebedarf und Kosten über den Lebenszyklus. In: Bauphysik, Wärme | Feuchte | Schall | Brand | Licht | Energie, S. 319–326.

WYLER, Julius (1931): Die "subjektive" und die "objektive" Seite der Grenznutzentheorie. In: Zeitschrift für Nationalökonomie 2 (3), S. 334–352.

ZEUMER, Martin, JOHN, Viola, HARTWIG, Joost (2009): Nachhaltiger Materialeinsatz - Graue Energie im Lebenszyklus. In: Detail Green, S. 54–60.

ANHANG

INHALTSVERZEICHNIS

ANHANG	INHALT	SEITEN
A1	Kriterien und deren funktionale / dysfunktionale Attributausprägungen mit Auswirkungen auf die Nutzerzufriedenheit am Büroarbeitsplatz	2 – 7
A2	Studien zur Verifizierung des ökonomischen Nutzens nachhaltiger Gebäude	8 -10
A3	Instrumente zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsmerkmalen bei der Wertermittlung	11
A4	Ergebnisse einer Analyse: Übereinstimmung von Inhalten der DGNB/BNB Kriterien mit Inhalten nachhaltigkeitsorientierter Risikobewertungsinstrumente	12-16
A5	Zuordnung der DGNB/BNB Kriterien zu den identifizierten Zielwertindikatoren (integrativer Ansatz)	17
A6-1	Fragebögen	18-35
A6-2	Büronutzerumfrage - Angaben zu den Teilnehmern	36-37
A6-3	Büronutzerumfrage – Ergebnisse der Datenanalyse (KANO)	38-41
A6-4	Büronutzerumfrage - Gruppenunterschiede	42-48
A7	Sekundäranalyse	49-50
A8-1	Wirkungsbasierte Gewichtungen auf Basis des integrativen Ansatzes	51
A8-2	Wirkungsbasierte Gewichtungen auf Basis des hierarchischen Ansatzes	52
A9	Anwendung der wirkungsbasierten Gewichtungen auf zwei nach DGNB zertifizierte Bürogebäude	53

DGNB/BNB KRITERIUM bzw. ATTRIBUT	RÄUMLICH-PHYSISCHE / FUNKTIONALE EIGENSCHAFT	ATTRIBUTAUSPRÄGUNG / AUSWIRKUNG	
		FUNKTIONAL	DYFUNKTIONAL
Soziokulturelle und funktionale Qualität (SOC)			
SOC1.1/3.1.1 Thermischer Komfort | Winter			
(1) operative Temperatur / Heizperiode	operative Temperatur / Heizperiode	angenehme Temperatur am AP	zu kalt
			zu heiß
(2) Zugluft / Heizperiode	Luftauslässe, Strömungsverhalten der Luft	Zuglufterscheinungen	keine Zuglufterscheinungen
(3) Strahlungstemperaturasymmetrie	Strahlungstemperaturasymmetrie	gleichmäßiger Temperaturverlauf im Raum	ungleichmäßiger Temperaturverlauf im Raum
(4) relative Luftfeuchte / Heizperiode	relative Luftfeuchte / Heizperiode	optimale Raumluftfeuchte	zu geringe / hohe Raumluftfeuchtigkeit
SOC1.1/3.1.2 Thermischer Komfort | Sommer			
(5) operative Temperatur / Kühlperiode	operative Temperatur / Kühlperiode	angenehme Temperatur am AP	zu heiß
			zu kalt
(6) Zugluft / Kühlperiode	Luftauslässe, Strömungsverhalten der Luft	Zuglufterscheinungen	keine Zuglufterscheinungen
(7) Strahlungstemperaturasymmetrie	Strahlungstemperaturasymmetrie	gleichmäßiger Temperaturverlauf im Raum	ungleichmäßiger Temperaturverlauf im Raum
(8) relative Luftfeuchte / Kühlperiode	relative Luftfeuchte / Kühlperiode	optimale Raumluftfeuchte	zu geringe / hohe Raumluftfeuchtigkeit
SOC1.2/3.1.3 Innenraumluftqualität			
(2) personenbezogene Lüftungsrate	Voraussetzungen für adäquate Luftqualität (personenbezogene Lüftungsrate bei mechanischer Lüftung oder freie Lüftung)	stets frische und unverbrauchte Luft	mitunter stickige und verbrauchte Luft
(2) personenbezogene Lüftungsrate	Luftbewegung	keine "stehende Luft" durch eine angenehme Luftbewegung	"stehende Luft"
(1) flüchtige organische Verbindungen	Innenraumluftkonzentration von VOC > 1000 µg/m³, Formaldehyd > 60 µg/m³	Gerüche von Bodenbelag / Innenausstattung	keine Gerüche von Bodenbelag / Innenausstattung
	Innenraumluftkonzentration von Formaldehyd > 12 µg/m³	trockene oder tränende Augen/Nase	keine trockene oder tränende Augen/Nase

DGNB/BNB KRITERIUM bzw. ATTRIBUT	RÄUMLICH-PHYSISCHE / FUNKTIONALE EIGENSCHAFT	ATTRIBUTAUSPRÄGUNG / AUSWIRKUNG	
		FUNKTIONAL	DYFUNKTIONAL
(1) flüchtige organische Verbindungen	Innenraumluftkonzentration von VOC > 1000 µg/m³, Formaldehyd > 60 µg/m³	rasche Ermüdung	keine rasche Ermüdung
		Konzentrationsschwächen	keine Konzentrationsschwächen
		Kopfschmerzen	keine Kopfschmerzen
SOC1.3/3.1.4 Akustischer Komfort			
(1) Nachhallzeit Einzelbüros	Nachhallzeit Einzelbüros	Geräusche gedämpft oder gar nicht vorhanden	Geräusche von technischen Geräten (Drucker/Kopierer)
(2) Nachhallzeit Mehrpersonenbüros	Nachhallzeit Mehrpersonenbüros	Geräusche gedämpft oder gar nicht vorhanden	Telefonklingeln o. Gespräche von Kollegen
(3) Räume für „Sprache“ im Sinne der DIN 18041 (Besprechungsräume)	Sprachverständlichkeit im Besprechungsraum	gute Sprachverständlichkeit	schlechte Sprachverständlichkeit (generell oder bei hoher Belegungszahl)
(5) Kantine mit einer Grundfläche > 50m²	Lautstärke in Kantine	ausreichend geringe Lautstärke	störende Lautstärke (bei hoher Belegungszahl)
SOC1.4/3.1.5 Visueller Komfort			
(2) Tageslichtverfügbarkeit ständige Arbeitsplätze	Tageslichtverfügbarkeit	ausreichend Tageslicht	zu wenig Tageslicht
(6) Farbwiedergabe der künstlichen Beleuchtung bzw. Verglasung	natürliche Lichtfarben - auch bei Kunstlicht und aktiviertem Sonnen-blendschutz	natürliche Lichtfarben - auch bei Kunstlicht und aktiviertem Sonnen-blendschutz	unnatürliche Lichtfarben - auch bei Kunstlicht und aktiviertem Sonnen-blendschutz
(3) Sichtverbindung nach außen	Sichtverbindung nach außen (Fensterflächenanteil und Außenraumbeziehung)	ungehinderter Blick nach außen - generell	begrenzter Blick nach draußen
(3) Sichtverbindung nach außen	Sonnenschutz mit Lamellen, deren Winkel beliebig verändert werden kann	ungehinderter Blick nach außen - auch bei aktiviertem Sonnenschutz	begrenzter Blick nach draußen bei aktiviertem Sonnenschutz
(4) Blendfreiheit bei Tageslicht	Blendfreiheit Tageslicht (durch Blend-/Sonnenschutz)	Blendschutz, falls Blendeffekte von außen auftreten	Blendeffekte durch Tageslicht
(5) Blendfreiheit bei Kunstlicht	Blendfreiheit Kunstlicht (Kunstlichtsimulation)	Blendfreiheit	Blendeffekte durch Kunstlicht
(6) Lichtverteilung	Kombination aus Direkt- und Indirektbeleuchtung	gleichmäßige Lichtverteilung im Raum	auf einen oder mehrere Punkte gerichtete Beleuchtung

DGNB/BNB KRITERIUM bzw. ATTRIBUT	RÄUMLICH-PHYSISCHE / FUNKTIONALE EIGENSCHAFT	ATTRIBUTAUSPRÄGUNG / AUSWIRKUNG	
		FUNKTIONAL	DYFUNKTIONAL
(6) Lichtverteilung	Ergänzung der Grundbeleuchtung um individuelle Einzelplatzleuchte	individuelle Einzelplatzleuchte zusätzlich zur Grundbeleuchtung	keine Einzelplatzleuchte
SOC1.5/3.1.6 Einflussnahmemöglichkeiten des Nutzers			
(7) Bedienfreundlichkeit	Anzeige- und Steuerungs-möglichkeiten für Heizung/Kühlung, Lüftung, Sonnenschutz	Anzeige und Steuerung der Heizung/Kühlung, Lüftung und des Sonnenschutzes erfolgt komfortabel an einem Gerät	Schalter oder Regler für Heizung/ Kühlung, Lüftung, Sonnenschutz sind im Raum verteilt und müssen alle einzeln bedient werden
SOC1.6/3.1.7 Außenraumqualitäten			
(1) quantitative Bewertung gebäudebezogener Außenraumflächen	Anteil der soziokulturell nutzbaren/"erfahrbaren" Außenbereiche	nutzbarer Außenbereich, Terrasse/Dachterrasse, Balkon, Wintergarten, Atrium sowie Dach-/Fassadenbegrünung	kein oder kein nutzbarerer Außenbereich, Terrasse/ Dachterrasse, Balkon, Wintergarten, Atrium, Dach-/Fassadenbegrünung
(1.1) Anteil der nutzbaren, gestalteten Dachfläche	Anteil der nutzbaren, gestalteten Dachfläche	begehbares/nutzbares Gründach	kein begehbares/nutzbares Gründach
(1.2) Art der Dachbegrünung	Dachbegrünung	Gründach	kein Gründach
(1.3) Fassadenintegrierte Außenraumflächen	Fassadenintegrierte Außenraumflächen	Balkon oder Loggia	kein Balkon oder Loggia
(1.3) Fassadenintegrierte Außenraumflächen		Wintergarten	kein Wintergarten
(1.4) Gebäudeintegrierte Außenraumflächen	Gebäudeintegrierte Außenraumflächen / Atrium	Atrium (überdachter, verglaster Lichthof)	kein Atrium (überdachter, verglaster Lichthof)
(1.5) Sonderflächen im Erdgeschoss	Sonder-/Grünflächen im Erdgeschoss	begrünter Außenbereich, Terrasse	kein begrünter Außenbereich, Terrasse
(1.6) Fassadenbegrünung	Fassadenbegrünung	Fassadenbegrünung	keine Fassadenbegrünung
(2) qualitative Bewertung gebäudebezogener Außenraumflächen	Ausgestaltung der Aufenthaltsqualität im Außenbereich	stimmige Gestaltung der Außenbereiche, Begrünung und Pflege, Sitzmöglichkeiten, Überdachung	Außenbereiche ohne Gestaltung, ohne Begrünung und ohne Sitzmöglichkeiten oder Überdachung
(2.6) soziokulturelle Nutzung von Außenraumflächen (2.9) Ausstattungsmerkmale der Außenraumflächen	soziokulturelle Nutzungsmöglichkeiten im Außenraum	Sitzmöglichkeiten im Außenbereich	

DGNB/BNB KRITERIUM bzw. ATTRIBUT	RÄUMLICH-PHYSISCHE / FUNKTIONALE EIGENSCHAFT	ATTRIBUTAUSPRÄGUNG / AUSWIRKUNG	
		FUNKTIONAL	DYFUNKTIONAL
(2.9) Ausstattungsmerkmale der Außenraumflächen	Ausstattungsmerkmale der Außenraumflächen	Überdachung im Außenbereich	Außenbereiche ohne Gestaltung, ohne Begrünung und ohne Sitzmöglichkeiten oder Überdachung
(2.9) Ausstattungsmerkmale der Außenraumflächen		Wasserelemente (im Außenbereich/ Atrium)	
SOC1.7/3.1.8 Sicherheit und Störfallrisiken			
(1.1) Übersichtliche Wegeführung	übersichtliche Wegeführung	übersichtliche Wegeführung	unübersichtliche Wegeführung
(1.2) Ausleuchtung der Wege	Ausleuchtung der Wege im Außenbereich	Ausleuchtung der Wege im Außenbereich	keine Ausleuchtung der Wege im Außenbereich
(1.3) Wege zu sicherheitsoptimierten Parkplätzen	Ausleuchtung der Wege zu den Parkplätzen	Ausleuchtung der Wege zu den Parkplätzen	keine Ausleuchtung der Wege zu den Parkplätzen
(1.3) Wege zu sicherheitsoptimierten Parkplätzen	sicherheitsoptimierte Parkplätze	sicherheitsoptimierte Parkplätze	Parkplätze ohne besondere Sicherheitsmerkmale
(1.4) Ausleuchtung Wege zu den Fahrradstellplätzen	Ausleuchtung der Wege zu Fahrradparkplätzen	Ausleuchtung der Wege zu Fahrradparkplätzen	keine Ausleuchtung der Wege zu Fahrradparkplätzen
(1.5) technische Sicherheitseinrichtungen	technische Sicherheitseinrichtungen wie Videoüberwachung, Notrufsäulen	technische Sicherheitseinrichtungen wie Videoüberwachung, Notrufsäulen	keine technischen Sicherheitseinrichtungen wie Videoüberwachung, Notrufsäulen vorhanden
(1.6) Sicherheit außerhalb der regulären Arbeits- und Öffnungszeiten	Sicherheit außerhalb der regulären Arbeits- und Öffnungszeiten	Außenanlagen werden auch außerhalb regulärer Arbeitszeiten von Sicherheitspersonal oder videoüberwacht	Außenanlagen werden nicht überwacht
(2) Reduktion des Schadensausmaß im Fall von Schadensereignissen	Räumungspläne, Rauchmeldeeinrichtungen, barrierefreie Fluchtwege, Vermeidung von Baustoffen, die gefährliche Brandgase entwickeln	über das gesetzliche Maß hinausgehende Räumungspläne, Rauchmeldeeinrichtungen, barrierefreie Fluchtwege, Vermeidung von Baustoffen, die gefährliche Brandgase entwickeln	keine zusätzlichen Maßnahmen wie Räumungspläne, Rauchmeldeeinrichtungen, barrierefreie Fluchtwege sowie Vermeidung von Baustoffen, die gefährliche Brandgase entwickeln
SOC2.3/3.2.5 Fahrradkomfort			
(1.1) Anzahl der Fahrradstellplätze	Anzahl Fahrradstellplätze	ausreichend Fahrradstellplätze	keine/wenig Fahrradstellplätze
(1.3) Ausstattungsniveau der Fahrradstellplätze	besonderer Diebstahlschutz des Fahrradparkständers	besonderer Diebstahlschutz des Fahrradparkständers	kein besonderer Diebstahlschutz des Fahrradparkständers

DGNB/BNB KRITERIUM bzw. ATTRIBUT	RÄUMLICH-PHYSISCHE / FUNKTIONALE EIGENSCHAFT	ATTRIBUTAUSPRÄGUNG / AUSWIRKUNG	
		FUNKTIONAL	DYFUNKTIONAL
(2) Angebot für Fahrradfahrer	Duschen, Umkleidekabinen für Fahrradfahrer	Duschen, Umkleidekabinen für Fahrradfahrer	keine Duschen, Umkleidekabinen für Fahrradfahrer vorhanden
SOC 3.3 Grundrissqualitäten			
(1.1 - 1.2.2) Nutzungsmöglichkeiten innerhalb des Gebäudes, zusätzliche Angebote an Nutzungsmöglichkeiten	Mix an Nutzungsmöglichkeiten	unterschiedliche Büroformen	immer gleiche Büroformen und Kommunikationszonen (z.B. Teeküchen), keine Gemeinschaftsoder Multifunktionsräume
(1) Nutzungsmöglichkeiten innerhalb der Gebäudetypologie	Nutzungsmöglichkeiten innerhalb der Gebäudetypologie	verschiedene Kommunikationszonen (Teeküchen, erweiterte Flure)	
(1.2.) Gemeinschaftsanlagen und Kommunikationszonen, Multifunktionsräume	Gemeinschaftsanlagen und Kommunikationszonen, Multifunktionsräume	Gemeinschaftsanlagen und Kommunikationszonen	
(1.2.3 -1.2.4) Zusätzliche Angebote für Nutzer	Zusätzliche Angebote für die Nutzer	Kantine oder Cafeteria	keine Angebote, wie Fitness, Kantine, Bibliothek, Wickel/ Stillräume und Kinderbetreuung
		Bibliothek	
		Fitnessangebot	
(1.4) Kinderbetreuung und / oder Wickel– und Stillräume	Zusätzliche Angebote für die Nutzer	Kinderbetreuungsangebot	
		Wickel-/ Stillräume	
2.2 interner Eingangs- und Erschließungsbereich, 2.3 Voraussetzung für die Erschließung anderer Nutzungen	Aufenthaltsqualität der Erschließungsflächen	breite Flure mit Tageslicht und Sitzmöglichkeiten, breite Treppen mit Galerien	künstlich beleuchtete Flure und Treppen mit Standardgrößen und ohne Aufenthaltsqualität
(2.2.2) Aufenthaltsqualität der Erschließungsflächen	Aufenthaltsqualität der Erschließungsflächen	freie Treppen	
(2.4.1) Sichtbezüge in den Außenraum	Sichtbezüge in den Außenraum	55% der Fassade ist transparent (raumhohe Fenster)	Glasanteil der Außenwand beträgt weniger als 55%
		80% der Fassade ist transparent (Glasfassade)	
(2.4) Sichtbezüge in den Innenraum	Sichtbezüge in den Innenraum	teilweise verglaste Innenwände	keine transparenten Innenwände
(2.6) Integrierte gestalterische Konzeption / Möblierbarkeit	integrierte gestalterische Konzeption / Möblierbarkeit	stimmiges Farb- und Materialkonzept	kein stimmiges Farb- und Materialkonzept (Innenraum)
(2.6) Integrierte gestalterische Konzeption / Möblierbarkeit	integrierte gestalterische Konzeption / Möblierbarkeit	gestalterische Einbindung der Gebäudetechnik	

DGNB/BNB KRITERIUM bzw. ATTRIBUT	RÄUMLICH-PHYSISCHE / FUNKTIONALE EIGENSCHAFT	ATTRIBUTAUSPRÄGUNG / AUSWIRKUNG	
		FUNKTIONAL	DYFUNKTIONAL
Technische Qualität (TEC)			
TEC1.2/4.1.1 Schallschutz			
(1.1) Luftschallschutz Wände	Luftschallschutz Wände	wenn diese Geräusche gedämpft werden oder verschwinden	Geräusche aus Nachbarräumen
(1.2) Luftschallschutz Geschossdecken	Luftschallschutz Decken	wenn diese Geräusche gedämpft werden oder verschwinden	Geräusche aus anderen Stockwerken
(2) Trittschallschutz gegenüber fremden Wohn- und Arbeitsräumen und im eigenen Bereich	Trittschallschutz	wenn diese Geräusche gedämpft werden oder verschwinden	Gehgeräusche, Trittschall
(3) Luftschallschutz gegenüber Außenlärm	Luftschallschutz gegenüber Außenlärm	wenn diese Geräusche gedämpft werden oder verschwinden	Außengeräusche bei geschlossenen Fenstern
(4) Luftschallschutz gegenüber haustechnischen Anlagen	Luftschallschutz gegenüber haustechnischen Anlagen	wenn diese Geräusche gedämpft werden oder verschwinden	Geräusche von haustechn. Anlagen (Fließgeräusche, Lüftung, Sonnenschutz)
TEC1.3/4.1.2 Wärme- und feuchteschutztechnische Qualität der Gebäudehülle			
(6) Sonneneintragskennwert	Sonneneintragskennwert	keine Aufheizung durch Sonneneinstrahlung	zu intensive Sonneneinstrahlung
Prozessqualität (PRO)			
PRO1.5/5.1.5 Schaffung von Voraussetzungen für eine optimale Nutzung und Bewirtschaftung			
(3) Erstellung eines Nutzerhandbuches	Erstellung eines Nutzerhandbuches	Vorhandensein eines Nutzerhandbuches	kein Nutzerhandbuch vorhanden
Standortqualität (SITE)			
SITE1.1/6.1.1 Mikrostandort			
(5) Außenlärm	Außenlärm	Außengeräusche bei geöffneten Fenstern	wenn diese Geräusche gedämpft werden oder verschwinden

A2 Studien zur Verifizierung des ökonomischen Nutzens nachhaltiger Gebäude

STEIGERUNG DER ZAHLUNGSBEREITSCHAFT FÜR GEBÄUDENACHHALTIGKEIT					
Quelle	**Zielsetzung**	**Methode**	**Umfang**	**Ergebnisse**	**Auswertung**
CBRE: (2009): The Economics of sustainable Buildings	Mehrwert zertifizierter Green Building	Regressionsanalysen	Daten der CoStar-Datenbank* (USA)	Green Building erzielten im Mittel 6 %-8,2% höhere Mieteinnahmen und bis zu 30 % höheren Verkaufspreis	Es handelt sich um eine retroperspektive Betrachtung des U.S.-amerikanischen Immobilienmarkts, die sich nicht auf den deutschen Markt übertragen lässt.
RICS Economics (2009): Global Property Sustainability	Steigerung der Zahlungs-bereitschaften für nachhaltige Immobilien	Contingent Valuation(direkte Abfrage des max. akzeptablen Preises für ein Bündel an Qualitätsmerkmalen)	Akteure im Immobilien-management in Europa (aufgeteilt nach Ländern, 2008 – 2009)	Auf dem deutschen Immobilienmarkt steigt die Zahlungsbereitschaft bei Nutzern im Mittel um 4 %, bei Investoren um 6 %, und bei der öffentlichen Hand um 7 %.	Da 2009 kein allgemein akzeptiertes Nachhaltigkeitsverständnis existierte, stellen die Ergebnisse keine belastbare Aussage dar. Zudem ist das Merkmal „nachhaltig“ sehr undifferenziert. Keine Unterscheidung nach Nutzungsarten.
Henzelmann et al., (2010): Nachhaltigkeit im Immobilien-management	Steigerung der Zahlungs-bereitschaften für nachhaltige Immobilien	Contingent Valuation	Akteure im Immobilien-management in Deutschland, Österreich und der Schweiz	73% der Investoren sind bereit, bis zu 8,9 % höhere Investitionskosten und 86% der Mieter bis zu 4,5 % höhere Mieten in Kauf zu nehmen.	Die Abfrage nach der Zahlungsbereitschaft für „nachhaltige Gebäude“ ist zu undifferenziert. Zudem existiert keine Angabe über den exakten Umfang der Studie, sodass keine Überprüfung der Repräsentativität erfolgen kann.
Kesternich (2010): Einflussfaktoren auf die Zahlungsbereitschaft für energieeffizientes Wohnen	Steigerung der Zahlungsbereitschaft für konkrete Modernisierungs-maßnahmen	Contingent Valuation	207 Wohnraummieter in der Schweiz	Das Entscheidungs-verhalten ist stark abhängig von der persönlichen Einkommenssituation, erwarteten Energiepreissteigerung und des persönlichen Umweltbewusstseins.	Die Ergebnisse weisen eine starke Heterogenität des Antwortverhaltens auf, sodass sich keine verlässlichen Steigerungsraten ableiten lassen. Zudem bezieht sich die Studie ausschließlich auf Wohnraum.

* Die CoStar Group ist ein u.s.-amerikanischer, kommerzieller Immobilienforschungsbetrieb und sammelt seit 1987 immobilienbezogene Daten in den U.S.A. http://www.costar.com/

STEIGERUNG DER ZAHLUNGSBEREITSCHAFT FÜR GEBÄUDENACHHALTIGKEIT					
Quelle	**Zielsetzung**	**Methode**	**Umfang**	**Ergebnisse**	**Auswertung**
Zimmermann, Schaule (2011): Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit	Einfluss von DGNB Gebäude-eigenschaften auf den Verkehrswert	modifizierte und um Zahlungsbereitschaft erweiterte KANO Methode, Befragung von Gebäudenutzern	427 Büronutzer, von denen 172 Anmiet- oder Kaufentscheidungen treffen (in Dtl.)	Klassifizierung von 40 Gebäudeeigenschaften in KANO Kategorien sowie Wertsteigerungs-/ minderungs-potenziale [%]	Da nur 32% der Befragten in Anmiet- oder Kaufentscheidungen involviert sind, dennoch alle nach dem Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft gefragt wurden, sind die Ergebnisse nicht repräsentativ.
CRESS (2012): Corporate Real Estate and Sustainability Survey	Untersuchung der Bedeutung von Nachhaltigkeits-aspekten in Betriebsimmobilien	Contingent Valuation, leicht modifiziert	207 Unternehmen in der Schweiz, die Büroflächen anmieten oder kaufen	Steigerung der Zahlungsbereitschaft für nachhaltige Flächen im Mittel um 7,1 %, wobei Kaufentscheidungen stärker betroffen sind als Miet-entscheidungen. Steigende Nachfrage. Bedeutungswerte für nachhaltige Gebäudeeigenschaften.	Der Differenzierungsgrad der Ergebnisse ist hoch. Die Zahlungsbereitschaften wurden auch in Bezug auf Eigenschaften untersucht. Hier werden allerdings nur relative Häufigkeiten der Nennungen abgebildet und kein Ausmaß der Zahlungsbereitschaften. Die Ergebnisse beziehen sich auf Schweizer Unternehmen.
Dörr (2012): Auswirkungen energetischer Maßnahmen	Steigerung der Zahlungsbereitschaft für konkrete Maßnahmen zur Energieeffizienz-steigerung	Conjoint Analyse	1.355 Wohnraummieter in Deutschland	Steigerungsraten in Bezug auf Zahlungsbereitschaften für 6 konkrete bauliche Maßnahmen [%]	Die maßnahmenbezogenen Ergebnisse stellen einen wertvollen Erkenntnisgewinn für den deutschen Wohnungsmarkt dar. Dabei ist jedoch zu beachten, dass ein Großteil der Probanden einer Alters- und Berufsgruppe (Studenten) angehört.

A2 Studien zur Verifizierung des ökonomischen Nutzens nachhaltiger Gebäude

BEDEUTUNG VON NACHHALTIGEN GEBÄUDEEIGENSCHAFTEN FÜR DAS PORTFOLIOMANAGEMENT					
Quelle	**Zielsetzung**	**Methode**	**Umfang**	**Ergebnisse**	**Auswertung**
Schneider (2013): Modell für das nachhaltige Immobilien-Portfoliomanagement	Bedeutung von DGNB, LEED, BREEAM Kriterien für internationales Immobilienportfolio-management	vereinfachter Paarvergleich nach SAATY	27 Experten aus der Immobilienwirtschaft	Gewichtungen für DGNB Kriterien vor dem Hintergrund des internationalen Portfoliomanagements auf Basis von Expertenschätzung	Aufgrund der vereinfachten Methodik und der geringen Anzahl an Stichproben besitzen die Ergebnisse eher Hinweischarakter. Zudem wird hier die Perspektive eines international agierenden Portfoliomanagers fokussiert.

Quelle	Zielsetzung	Methodik	Kriteriengruppen	Gebäudekategorie
RICS (2012): Sustainability and Commercial Property Valuation	Methodische Hinweise, um Risiken und Nutzen nachhaltiger Gebäudeeigenschaften in der Gebäudewertermittlung zu berücksichtigen.	Leitfaden für Wertgutachter basierend auf einer Liste zu berücksichtigender Kriterien.	Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsmerkmalen (allg.), Erhebung von Objektdaten, Flächenverbrauch, Design und Funktionalität, Baumaterialien, Standort und Erschließung, Marktbedingungen, Management und Vermietung	Gewerbeimmobilien, weltweit
CCRS(Hg.), Meins, Lützkendorf et al. (2011): NUWEL - Nachhaltigkeit und Wertermittlung von Immobilien	Kriterien, Beschreibungen und methodische Hinweis, um nachhaltige Gebäudeeigenschaften bei der Wertermittlung zu berücksichtigen.	Beschreibung der Integration von Nachhaltigkeitskriterien beim Vergleichswert-/Sachwert- sowie Ertragswertverfahren als additiven Ansatz mit Zu- und Abschlägen oder integrativ als zusätzlich zu berücksichtigende Aspekte bei der traditionellen Begutachtung	Standort, Grundstück, Gebäude Ökonomische Qualität, Objektimage, Prozessqualität	Übergreifend in Deutschland, Österreich, Schweiz

A4 Kriterien mit risikorelevanten Auswirkungen

Ergebnisse einer Analyse: Übereinstimmung von Inhalten der DGNB/BNB Kriterien mit Inhalten nachhaltigkeitsorientierter Risikobewertungsinstrumente. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse eines Vergleichs der DGNB/BNB Kriterien mit

- den Kriterien des Risiko-Scoring-Modells der VÖB Immobilienanalyse[909],
- den Teilindikatoren des nachhaltigkeitsorientierten Risikobewertungsinstruments ESI ®[910]
- und den Teilergebnissen von RHODE bzw. ImmoWert[911] .

Hierfür wurden sämtliche Attribute einander gegenübergestellt. RHODE hat die Anzahl der '+' je nach Stärke der Risikorelevanz vergeben.

[909] vgl.: VÖB (Hrsg.) (2006): VÖB-Immobilienanalyse, S. 37-44;
[910] vgl.: CCRS Meins, Lützkendorf et al., CCRS (Hrsg.), (2012): ESI® Überarbeitung, S.39-40
[911] vgl.: Rohde (2012): Integration v. Nachhaltigkeitsaspekten in immobilienwirtsch. Risikomanagement; Schäfer, S. 178; Lützkendorf et al. (2010): ImmoWert, S. 127

A4 Kriterien mit risikorelevanten Auswirkungen

Nr. DGNB / BNB	Kriterium	übereinstimmende Kriterien / Indikatoren		ImmoWert / ROHDE
		VÖB (2006) für Büroimmobilien	**ESI ® (2009)** für Wohnimmobilien	
Ökologische Qualität				
ENV1.1 / 1.1.1 - 5	Ökobilanz, emissionsbedingte Umweltwirkungen			+
ENV1.2 / 1.1.6	Risiken für die lokale Umwelt	3.5.1 Baumaterialien (Umweltverträglichkeit)	5.1.5.1 Ökologische Baumaterialien bei Neubauten	++
ENV1.3 / 1.1.7	umweltverträgliche Materialgewinnung			+
ENV2.1 / 1.2.1 - 2	Ökobilanz-Primärenergie	3.5.2 Energiebilanz	2.1.1 Energiebedarf 2.1.2 Nutzung erneuerbarer Energie	+++++
ENV2.2 / 1.2.3	Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen		2.2 Wasser	+++++
ENV2.3 / 1.2.4	Flächeninanspruchnahme			++
Ökonomische Qualität				
ECO1.1 / 2.1.1	gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	3.6.2 Betriebskosten (€/qm Bruttogrundfläche) 4.5.1 Niveau der Bewirtschaftungskosten		+++++
ECO2.1 / 2.1.2	Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit	3.6.1 Flächeneffizienz (Mietfläche nach GIF / Bruttogrundfläche) 4.6 Drittverwendungsfähigkeit		+++++
ECO2.2 / -	Marktfähigkeit	2.2.3 Adressqualität / Repräsentanzwert 3.4.4 Erschließung (innere und äußere) 4.3 Vermietbarkeit / Konkurrenzsituation 4.4 Leerstand/Vermietungsstand		
Soziokulturelle und Funktionale Qualität				
SOC1.1 / 3.1.1	Thermischer Komfort			+++
SOC1.2 / 3.1.3	Innenraumluftqualität		5.1.1 Raumluftqualität	+++
SOC1.3 / 3.1.4	Akustischer Komfort			+++
SOC1.4/ 3.1.5	Visueller Komfort	3.1.2 Belichtung / Beschattung	5.1.3 Tageslichtanteile	+++

A4 Kriterien mit risikorelevanten Auswirkungen

Nr. DGNB / BNB	Kriterium	übereinstimmende Kriterien / Indikatoren		ImmoWert / ROHDE
		VÖB (2006) für Büroimmobilien	**ESI ® (2009)** für Wohnimmobilien	
SOC1.5 / 3.1.6	Einflussnahme-möglichkeiten des Nutzers			+++
SOC1.6 / 3.1.7	Außenraum-qualitäten	3.4.5 Außenanlage		++
SOC1.7 / 3.1.8	Sicherheit und Störfallrisiken		4.2.2 personenbezogene Sicherheitsvorkehrungen 4.2.2.1 Beleuchtung / Belichtung	+++
SOC2.1 / 3.2.1	Barrierefreiheit		1.2.1 Vorhandensein rollstuhlgängiger Lift für alle Stockwerke 1.2.2 überwindbare Höhendifferenzen innen und außen 1.2.3 genügend breite Türen 1.2.4 genügend breite Korridore 1.2.5 Sanitärräume rolstuhlgängig 1.2.6 Flexibilität Grundriss Küche 1.2.7 Abstellplatz für Gehhilfe/ Kinderwagen 1.2.8 Nutzbarkeit Außenraum	+++++
SOC2.2 / 3.2.4	Öffentliche Zugänglichkeit			+++++
SOC2.3 / 3.2.5	Fahrradkomfort		3.2.1 Veloabstellplätze	+
SOC3.1 / 3.3.1	Verfahren zur städtebaulichen und gestalterischen Konzeption	3.1.1 architektonische Gestaltung		+
SOC3.2 / 3.3.2	Kunst am Bau			+
SOC3.3 / -	Grundrissqualitäten	3.1.3 Grundrissplanung / Funktionalität 3.2.4 soziale Einrichtung		
Technische Qualität				
TEC1.1 /	Brandschutz		4.2.2 personenbezogene Sicherheitsvorkehrungen 4.2.2.2 Brandschutz	

A4 Kriterien mit risikorelevanten Auswirkungen

Nr. DGNB / BNB	Kriterium	übereinstimmende Kriterien / Indikatoren		ImmoWert / ROHDE
		VÖB (2006) für Büroimmobilien	**ESI ® (2009)** für Wohnimmobilien	
TEC1.2 / 4.1.1	Schallschutz		5.1.2 Lärmbelastung 5.1.2.2 Innenlärm: Luftschall 5.1.2.3 Innenlärm: Trittschall 5.1.2.1 Außenlärm 5.1.2.4 Innenlärm: Geräusche haustechnischer Anlagen	+++
TEC1.3 / 4.1.2	Wärme- und feuchteschutzt, Qualität der Gebäudehülle			+++
TEC1.4 / 4.1.6 (Entwurf)	Anpassungs-fähigkeit der technischen Systeme		1.1.3 Zugänglichkeit Kabel/ Leitungen/Haustechnik 1.1.4 Reservekapazität Kabel/ Leitungen/Haustechnik	
TEC1.5 / 4.1.3	Reinigungs- und Instandhaltungs-freundlichkeit			+++
TEC1.6 / 4.1.4	Rückbau- u. Demontage-freundlichkeit		2.3.1 Rezyklierbarkeit Baumaterialien	
- / 4.1.7 (Entwurf)	Widerstands-fähigkeit gegen Naturgefahren		4.2.1 objektbezogene Sicherheitsvorkehrungen Extremwetterereignissen	
Prozessqualität				
PRO1.1 / 5.1.1	Qualität der Projektvorbereitung			
PRO1.2 / 5.1.2	Integrale Planung			
PRO1.3 / 5.1.3	Nachweis der Optimierung und Komplexität der Herangehensweise in der Planung			
PRO1.4 / 5.1.4	Sicherung der Nachhaltigkeits-aspekte in Ausschreibung und Vergabe			
PRO1.5 / 5.1.5	Schaffung von Voraussetzungen für eine optimale Nutzung und Bewirtschaftung			

A4 Kriterien mit risikorelevanten Auswirkungen

Nr. DGNB / BNB	Kriterium	übereinstimmende Kriterien / Indikatoren		ImmoWert / ROHDE
		VÖB (2006) für Büroimmobilien	**ESI ® (2009)** für Wohnimmobilien	
PRO2.1 / 5.2.1	Baustelle / Bauprozess			
PRO2.2 / 5.2.2	Qualität der Bauausführung			
PRO2.3 / 5.2.3	geordnete Inbetriebnahme			
Standortqualität				
SITE1.1 / 6.1.1	Mikrostandort	2.5 höhere Gewalt 2.5.1 Naturkatastrophen 2.5.5 Immissionen 3.4.3 Bodenkontamination (Grundstück) 2.5.2 ökologische Altlasten (Mikrostandort - regionale Betrachtung) 2.5.4 Sicherheit des Standortes	4.1.1 Lage hinsichtlich Naturgefahren (zunehmende Hochwasser-, Lawinen- und Erdrutschgefährdung) 5.1.6 Altlasten 5.1.4 Belastung durch Strahlung 5.1.4.1 elektromagnetische Felder 5.1.4.2 Radon	+++++
SITE1.2 / 6.1.3	Image und Zustand von Standort und Quartier	2.2 Image / Ruf des Quartiers und der Adresse 2.1.1 Zentralität / Makrolage 2.1.2 Quartierqualität / Branchenzentralisierung	3.3.4 Prestige-Lage / 1A-Lage	+++++
SITE1.3 / 6.1.4	Verkehrsanbindung	2.3 Qualität der Verkehrsanbindung von Grundstück und Quartier 2.3.3 ÖPNV 2.3.2 Bahn 2.3.4 Straßenanschluss 2.3.5 Parkplatzsituation	3.1.1 öffentlicher Verkehr	+++++
SITE1.4 / 6.1.5	Nähe zu nutzungs-relevanten Objekten und Einrichtungen	2.4 Qualität der Nahversorgung 2.4.2 Gastronomie 2.4.1 Geschäfte für täglichen Bedarf, Dienstleistungen, soziale / medizinische Einrichtungen, Behörden 2.4.3 Sonstige Infrastruktur (z.B. Kultur, Freizeit, etc.)	3.3.2 Distanz Einkaufs-möglichkeiten des täglichen Bedarfs 3.3.3 Distanz Naherholung / Grünanlagen 3.3.1 Distanz lokales / regionales Zentrum	+++++

A5: Zuordnung der DGNB/BNB Kriterien zu den identifizierten Zielwertindikatoren

Qualitäten	Kriterien-gruppe	Nr. DGNB	Nr. BNB	Kriterien	Nutzerzu-friedenheit g1	LZK-Niveau g2	Kosten-/ Wertstabilität g3	ökolog. Schadens-potenzial g4
Ökologische Qualität	Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt	ENV1.1	1.1.1 - 5	Ökobilanz, emissionsbedingte Umweltwirkungen				x
		ENV1.2	1.1.6	Risiken für die lokale Umwelt	x		x	x
		ENV1.3	1.1.7	Umweltverträgliche Materialgewinnung				x
	Ressourcen-inanspruch-nahme	ENV2.1	1.2.1 - 2	Ökobilanz- Primärenergie			x	x
		ENV2.2	1.2.3	Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen			x	x
		ENV2.3	1.2.4	Flächeninanspruchnahme				x
Ökonom. Qualität	LCC	ECO1.1	2.1.1	Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus		x	x	
	Wertentwic-klung	ECO2.1	2.1.2	Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit			x	
		ECO2.2	*	Marktfähigkeit			x	
Soziokulturelle und funktionale Qualität	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzu-friedenheit	SOC1.1	3.1.1-2	Thermischer Komfort	x			
		SOC1.2	3.1.3	Innenraumluftqualität	x		x	
		SOC1.3	3.1.4	Akustischer Komfort	x			
		SOC1.4	3.1.5	Visueller Komfort	x		x	
		SOC1.5	3.1.6	Einflussnahmemöglichkeiten Nutzer	x			
		SOC1.6	3.1.7	Außenraumqualitäten	x		x	
		SOC1.7	3.1.8	Sicherheit und Störfallrisiken	x		x	
	Funktionalität	SOC2.1	3.2.1	Barrierefreiheit	x		x	
		SOC2.2	3.2.4	Öffentliche Zugänglichkeit	x			
		SOC2.3	3.2.5	Fahrradkomfort	x		x	
	Gestalterische Qualität	SOC3.1	3.3.1	Verfahren zur städtebaulichen und gestalterischen Konzeption	x		x	
		SOC3.2	3.3.2	Kunst am Bau	x			
		SOC3.3	*	Grundrissqualitäten	x		x	
Technische Qualität	Qualität der technischen Ausführung	TEC1.1	*	Brandschutz			x	
		TEC1.2	4.1.1	Schallschutz	x		x	
		TEC1.3	4.1.2	Wärme- und feuchteschutzt. Qualität der Gebäudehülle	x			
		TEC1.4	4.1.6 (E)	Anpassungsfähigkeit der technischen Systeme			x	
		TEC1.5	4.1.3	Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit				x
		TEC1.6	4.1.4	Rückbau- u.Demontage-freundlichkeit			x	x
		*	4.1.7 (E)	Widerstandsfähigkeit gegen Naturgefahren			x	
Prozessqualität	Qualität der Planung	PRO1.1	5.1.1	Qualität der Projektvorbereitung				
		PRO1.2	5.1.2	Integrale Planung				
		PRO1.3	5.1.3	Nachweis der Optimierung und Komplexität der Herangehensweise in der Planung				
		PRO1.4	5.1.4	Sicherung der Nachhaltgkeitsaspekte in Ausschreibung und Vergabe				
		PRO1.5	5.1.5	Schaffung von Vorraussetzungen für eine optimale Nutzung und Bewirtschaftung	x			
		PRO2.1	5.2.1	Baustelle / Bauprozess				x
	Qualität Bau-ausführung	PRO2.2	5.2.2	Qualität der Bauausführung				
		PRO2.3	5.2.3	Geordnete Inbetriebnahme				
Standort-qualität	Standort-qualität	SITE1.1	6.1.1-2	Mikrostandort	x		x	
		SITE1.2	6.1.3	Image u.Zustand v. Standort u.Quartier			x	
		SITE1.3	6.1.4	Verkehrsanbindung	x		x	
		SITE1.4	6.1.5	Nähe zu nutzungsrelevanten Objekten u. Einrichtungen	x		x	

(E) = Kriterium im Entwurfsstatus

* nicht Bestandteil des jeweiligen Bewertungssystems

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

Ich möchte Sie einladen, an einer Umfrage zum Thema Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien teilzunehmen.

Zum Hintergrund: Im Rahmen meiner Dissertation möchte ich den Mehrwert verschiedener Faktoren des Arbeitsplatzkomforts in Büroimmobilien untersuchen. Ziel ist es, mit Hilfe Ihrer persönlichen Einschätzung ein Bild davon zu bekommen, welche Merkmale Büronutzern besonders wichtig sind. Mit den Ergebnissen sollen Bauherren künftig besser auf die Bedürfnisse derjenigen eingehen können, die täglich viel Zeit an einem Büroarbeitsplatz verbringen.

Alle Angaben sind anonym. Die Befragung nimmt in etwa 12 Minuten in Anspruch.

Die Umfrage ist Teil einer nichtkommerziellen Forschungsarbeit, die unter Federführung von Frau Anika Dittmar, Doktorandin am Fachgebiet für Bauphysik und Baukonstruktion, an der Technischen Universität Berlin durchgeführt wird.

Sollten Sie weitere Fragen zur Umfrage oder zu den Ergebnissen haben, antworte ich Ihnen gern per Mail (anika.dittmar@campus.tu-berlin.de).

*1. Um sicher zu gehen, dass Sie zur Zielgruppe gehören: Arbeiten Sie an einem Büroarbeitsplatz?

◯ ja ◯ nein

Allgemeine Informationen

2. Geschlecht

◯ weiblich ◯ männlich

3. Alter

◯ unter 18 Jahre
◯ 18 - 29 Jahre
◯ 30 - 45 Jahre
◯ 46 - 60 Jahre
◯ über 60 Jahre

4. Höchster Bildungsabschlusss

5. In welcher Branche sind Sie tätig?

6. Persönliche Bürosituation

◯ Einzelbüro
◯ Zweipersonenbüro
◯ Mehrpersonenbüro (bis zu 6 Personen)
◯ Großraumbüro bzw. Arbeitsplatz in einem offenen Bereich

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

7. Arbeiten Sie seit einem Jahr oder länger in dieser Immobilie?

◯ ja ◯ nein

8. Wie viele Stunden pro Woche arbeiten Sie für gewöhnlich an Ihrem Arbeitsplatz?

◯ ca. 10 Stunden / Woche ◯ ca. 20 Stunden / Woche ◯ ca. 40 Stunden / Woche oder mehr

Tageslichtverfügbarkeit und visueller Komfort

9. Verfügt Ihr Arbeitsplatz über ausreichend Tageslicht?

◯ ja ◯ nein

"ausreichend" Tageslicht bedeutet, dass an sonnigen Tagen kein künstliches Licht erforderlich ist

10. Kommt es an Ihrem Arbeitsplatz zu Blendeffekten (z.B. auf dem Monitor)?

☐ ja, durch Tageslicht
☐ ja, durch Kunstlicht
☐ nein

11. Können Sie von Ihrem Arbeitsplatz aus ungehindert aus dem Fenster nach draußen blicken?

◉ ja, immer
◯ ja, solange der Sonnen-/Blendschutz nicht "aktiviert" ist
◯ nein

Der Blickkontakt ist "ungehindert", wenn er nicht durch Wände, Säulen oder Möbel etc. behindert wird.

12. Wie finden Sie es generell, wenn folgende Eigenschaften vorhanden sind?

	das freut mich sehr	das setze ich eigentlich voraus	das ist mir egal
ausreichend Tageslicht	◯	◯	◯
ausreichend Tageslicht - auch bei aktiviertem Sonnenschutz	◯	◯	◯
Blendfreiheit	◯	◯	◯
ungehinderter Blick nach draußen - generell	◯	◯	◯
ungehinderter Blick nach draußen - auch bei aktiviertem Sonnenschutz	◯	◯	◯

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

13. Sollten allerdings folgende Eigenschaften vorhanden sein, ...

	wäre mir das egal	könnte ich das in Kauf nehmen	würde mich das sehr stören
zu wenig Tageslicht	◯	◯	◯
zu wenig Tageslicht bei aktiviertem Sonnenschutz	◯	◯	◯
Blendeffekte	◯	◯	◯
begrenzter Blick nach draußen	◯	◯	◯
begrenzter Blick nach draußen bei aktiviertem Sonnenschutz	◯	◯	◯

Luftqualität

14. Sind Sie generell zufrieden mit der Luftqualität an Ihrem Arbeitsplatz?

◯ ja, in der Regel schon

◯ nein, keineswegs

◯ nicht immer, aber das kann ich nach Bedarf anpassen

15. Welche der folgenden Möglichkeit(en) stehen Ihnen zur Verfügung, um die Luftqualität in Ihrer Arbeitsplatzumgebung zu verändern?

☐ Fenster öffnen

☐ Lüftungs-/Klimaanlage einstellen

☐ Tür öffnen

☐ Ventilator

☐ Raumlufterfrischer

16. Angenommen, Ihr Arbeitsplatz verfügt über folgende Eigenschaften. Wie fänden Sie das?

	das würde mich sehr freuen	das setze ich eigentlich voraus	das wäre mir egal
stets frische und unverbrauchte Luft	◯	◯	◯
keine Zugluftерscheinungen (ganzjährig)	◯	◯	◯
keine "stehende Luft" im Sommer durch eine angenehme Luftbewegung	◯	◯	◯

17. Sollten stattdessen folgende Bedingungen vorliegen, ...

	wäre mir das egal	könnte ich das in Kauf nehmen	würde mich das sehr stören
mitunter stickige und verbrauchte Luft	◯	◯	◯
Zugluftерscheinungen	◯	◯	◯
"stehende Luft" im Sommer	◯	◯	◯

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

Akustischer Komfort und Schallschutz

18. Wie zufrieden sind Sie mit dem Geräuschpegel in Ihrem Arbeitsbereich?

sehr zufrieden	zufrieden	eher zufrieden	neutral	eher unzufrieden	unzufrieden	sehr unzufrieden
◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯

19. Welche(s) dieser Geräusche empfinden Sie am Arbeitsplatz generell als störend?

- ☐ Telefonklingeln o. Gespräche von Kollegen
- ☐ Geräusche aus Nachbarräumen
- ☐ Geräusche aus anderen Stockwerken
- ☐ Gehgeräusche (Trittschall)
- ☐ Außengeräusche bei geschlossenen Fenstern
- ☐ Außengeräusche bei geöffneten Fenstern
- ☐ Geräusche von haustechn. Anlagen (Fließgeräusche, Lüftung, Sonnenschutz)
- ☐ Geräusche von technischen Geräten (Drucker/Kopierer)

20. Was würden Sie sagen, wenn folgende Geräusche NICHT mehr oder von vornherein gar nicht erst auftreten?

	das würde mich sehr freuen	das setze ich eigentlich voraus	das wäre mir egal
Telefonklingeln o. Gespräche von Kollegen	◯	◯	◯
Geräusche aus Nachbarräumen	◯	◯	◯
Geräusche aus anderen Stockwerken	◯	◯	◯
Gehgeräusche (Trittschall)	◯	◯	◯
Außengeräusche bei geschlossenen Fenstern	◯	◯	◯
Außengeräusche bei geöffneten Fenstern	◯	◯	◯
Geräusche von haustechn. Anlagen (Fließgeräusche, Lüftung, Sonnenschutz)	◯	◯	◯
Geräusche von technischen Geräten (Drucker/Kopierer)	◯	◯	◯

Akustischer Komfort: Besprechungsraum

21. Wenn Sie einen Besprechungsraum nutzen, weißt dieser eine gute Sprachverständlichkeit auf?

- ◯ nur wenn Sitzordnung und Belegung optimiert sind
- ◯ ja, selbst bei voller Belegung
- ◯ nein
- ◯ ich nutze keinen Besprechungsraum (gehen Sie bitte auf "Weiter")

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

22. Diese Tatsache ...

- ◯ freut mich sehr
- ◯ setze ich eigentlich voraus
- ◯ ist mir egal
- ◯ nehme ich in Kauf
- ◯ stört mich sehr

Akustischer Komfort: Kantine

23. Wenn Sie eine Kantine/Cafeteria nutzen, herrscht dort eine angenehme Lautstärke?

- ◯ nein
- ◯ nur solange es nicht zu voll ist
- ◯ ja, selbst wenn es sehr voll ist
- ◯ ich nutze keine Kantine/Cafeteria (gehen Sie bitte auf "Weiter")

24. Diese Tatsache ...

- ◯ freut mich sehr
- ◯ setze ich eigentlich voraus
- ◯ ist mir egal
- ◯ nehme ich in Kauf
- ◯ stört mich sehr

Sicherheitsempfinden

25. Verfügt das Bürogebäude, in dem Sie arbeiten, über besondere Sicherheitsmerkmale?

- ◯ ja
- ◯ nein
- ◯ weiß nicht

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

26. Was würden Sie sagen, wenn das Gebäude über folgende Sicherheitsmerkmale verfügt?

	das würde mich sehr freuen	das setze ich eigentlich voraus	das wäre mir egal
übersichtliche Wegeführung	◯	◯	◯
Ausleuchtung der Wege im Außenbereich	◯	◯	◯
Ausleuchtung der Wege zu den Parkplätzen	◯	◯	◯
sicherheitsoptimierte Parkplätze	◯	◯	◯
Ausleuchtung der Wege zu Fahrradparkplätzen	◯	◯	◯
besonderer Diebstahlschutz des Fahrradparkständers	◯	◯	◯

27. Das Fehlen welcher der folgenden Sicherheitsmerkmale würde Sie besonders stören?

- ☐ Übersichtliche Wegeführung
- ☐ Ausleuchtung der Wege im Außenbereich
- ☐ sicherheitsoptimierte Parkplätze
- ☐ Ausleuchtung der Wege zu den Parkplätzen
- ☐ Ausleuchtung der Wege zu Fahrradparkplätzen
- ☐ besonderer Diebstahlschutz des Fahrradparkständers

Thermischer Komfort

28. Welche der folgenden Bedienelemente stehen Ihnen zur Verfügung, um das Raumklima zu beeinflussen?

- ☐ Raumthermostat
- ☐ Thermostatventil an der Heizung
- ☐ Raumregler für eine Lüftungs-/Klimaanlage
- ☐ Regler für Kühlung
- ☐ zu öffnendes Fenster
- ☐ andere
- ☐ Sonnenschutz
- ☐ zusätzliches Heizgerät
- ☐ zusätzliches Kühlgerät
- ☐ Ventilator
- ☐ Raumluftbe-/entfeuchter

29. Wie zufrieden sind Sie generell mit den raumklimatischen Bedingungen in Ihrem Büro während der Wintermonate?

sehr zufrieden	zufrieden	eher zufrieden	neutral	eher unzufrieden	unzufrieden	sehr unzufrieden
◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

raumklimatischer Bedingungen werden von einer Vielzahl an Faktoren bestimmt, wie z.B. Raumlufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung, Temperatur der raumumschließenden Oberflächen (Wand, Fenster, Fußboden etc.)

Thermischer Komfort im Winter

30. Wie finden Sie es generell, wenn folgende raumklimatische Bedingungen im Winter vorliegen?

	das freut mich sehr	das setze ich eigentlich voraus	das ist mir egal
überwiegend angenehme Raumtemperaturen	◯	◯	◯
optimale Luftfeuchtigkeit	◯	◯	◯
Sonneneinstrahlung (ohne Aufheizen oder Blendeffekte)	◯	◯	◯
gleichmäßiger Temperaturverlauf im Raum	◯	◯	◯

31. Was würden Sie sagen, wenn stattdessen folgende Bedingungen während der Wintermonate im Büro herrschen?

	wäre mir das egal	könnte ich das in Kauf nehmen	würde mich das sehr stören
eher heiß	◯	◯	◯
eher kalt	◯	◯	◯
intensive Sonneneinstrahlung (Aufheizen)	◯	◯	◯
ungleichmäßiger Temperaturverlauf im Raum	◯	◯	◯
eher geringe Luftfeuchtigkeit	◯	◯	◯

Thermischer Komfort im Winter

32. Welche der folgenden Bedingungen empfinden Sie als besonders störend?

- ☐ zu hohe Temperatur
- ☐ zu niedrige Temperatur
- ☐ zu hohe Luftfeuchtigkeit
- ☐ zu geringe Luftfeuchtigkeit
- ☐ zu intensive Sonneneinstrahlung
- ☐ unregelmäßiger Temperaturverlauf im Raum

Sonstiges (bitte angeben)

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

33. Was würden Sie sagen, wenn stattdessen folgende Bedingungen in Ihrem Büro vorliegen?

	das würde mich sehr freuen	das setze ich eigentlich voraus	das wäre mir egal
überwiegend angenehme Raumtemperaturen	◯	◯	◯
gleichmäßiger Temperaturverlauf im Raum	◯	◯	◯
Sonneneinstrahlung, ohne dass Blendeffekte o. Aufheizung stattfindet	◯	◯	◯
optimale Luftfeuchtigkeit	◯	◯	◯

Thermischer Komfort im Sommer

34. Wie zufrieden sind Sie generell mit den raumklimatische Bedingungen in Ihrem Büro während der Sommermonate?

sehr zufrieden	zufrieden	eher zufrieden	neutral	eher unzufrieden	unzufrieden	sehr unzufrieden
◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯

raumklimatischer Bedingungen werden von einer Vielzahl an Faktoren bestimmt, wie z.B. Raumlufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung, Temperatur der raumumschließenden Oberflächen (Wand, Fenster, Fußboden etc.)

Thermischer Komfort im Sommer

35. Wie finden Sie es generell, wenn folgende raumklimatische Bedingungen im Sommer vorliegen?

	das freut mich sehr	das setze ich eigentlich voraus	das ist mir egal
angenehme Raumtemperatur	◯	◯	◯
optimale Luftfeuchtigkeit	◯	◯	◯
Sonneneinstrahlung (ohne Aufheizen oder Blendeffekte)	◯	◯	◯
gleichmäßiger Temperaturverlauf im Raum	◯	◯	◯

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

36. Was würden Sie sagen, wenn in Ihrem Büro stattdessen folgende Bedingungen im Sommer vorliegen?

	das wäre mir egal	das könnte ich in Kauf nehmen	das würde mich sehr stören
eher heiß	◯	◯	◯
eher kalt	◯	◯	◯
Aufheizung durch intensive Sonneneinstrahlung	◯	◯	◯
ungleichmäßiger Temperaturverlauf im Raum	◯	◯	◯
eher hohe Luftfeuchtigkeit	◯	◯	◯

Thermischer Komfort im Sommer

37. Welche der folgenden Bedingungen empfinden Sie generell als besonders störend?

- ☐ zu hohe Temperatur
- ☐ zu niedrige Temperatur
- ☐ zu hohe Luftfeuchtigkeit
- ☐ zu geringe Luftfeuchtigkeit
- ☐ zu intensive Sonneneinstrahlung
- ☐ unregelmäßiger Temperaturverlauf im Raum

Sonstiges (bitte angeben)

38. Was würden Sie sagen, stattdessen folgende Bedingungen im Sommer vorzufinden?

	das würde mich sehr freuen	das setze ich eigentlich voraus	das wäre mir egal
überwiegend angenehme Raumtemperaturen	◯	◯	◯
gleichmäßiger Temperaturverlauf im Raum	◯	◯	◯
keine Aufheizung durch Sonneneinstrahlung	◯	◯	◯
optimale Luftfeuchtigkeit	◯	◯	◯

Innenraumhygiene

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

39. Stellen Sie sich vor, Ihr Büro zieht in ein neues, gerade fertig gestelltes Gebäude. Dort bemerken Sie folgende Symptome. Wie würden Sie das bewerten?

	das wäre mir egal	das könnte ich in Kauf nehmen	das würde mich sehr stören
Gerüche von Bodenbelag / Innenausstattung	◯	◯	◯
trockene oder tränende Augen/Nase	◯	◯	◯
rasche Ermüdung	◯	◯	◯
Konzentrationsschwächen	◯	◯	◯
Kopfschmerzen	◯	◯	◯

40. Leiden Sie unter

	ja	nein
Asthma	◯	◯
Allergien	◯	◯

41. Welche dieser Symptome treten bei Ihnen während der Arbeitszeit auf?

- ☐ Gerüche von Bodenbelag/Innenausstattung
- ☐ trockene oder tränende Augen/Nase
- ☐ rasche Ermüdung
- ☐ Konzentrationsschwächen
- ☐ Kopfschmerzen

Nicht gemeint sind erkältungs-/krankheitsbedingte Erscheinungen oder Symptome in Folge einer Allergie.

42. Was würden Sie sagen, wenn diese Symptome nicht mehr oder von vornherein gar nicht erst auftreten?

	das würde mich sehr freuen	das setze ich eigentlich voraus	das wäre mir egal
Gerüche von Bodenbelag / Innenausstattung	◯	◯	◯
trockene oder tränende Augen/Nase	◯	◯	◯
rasche Ermüdung	◯	◯	◯
Konzentrationsschwächen	◯	◯	◯
Kopfschmerzen	◯	◯	◯

Ausstattungsmerkmale im Außenbereich

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

43. Was würden Sie davon halten, wenn Ihnen folgende Ausstattungsmerkmale zur Verfügung stehen?

	das würde mich sehr freuen	das setze ich eigentlich voraus	das wäre mir egal
begrünter Außenbereich/ Terrasse	◯	◯	◯
Sitzmöglichkeiten im Außenbereich	◯	◯	◯
Überdachung im Außenbereich	◯	◯	◯
Gründach	◯	◯	◯
begehbares/nutzbares Gründach	◯	◯	◯
Fassadenbegrünung	◯	◯	◯
Balkon oder Loggia	◯	◯	◯
Wintergarten	◯	◯	◯
Atrium (überdachter, verglaster Lichthof)	◯	◯	◯
Wasserelemente (im Außenbereich/Atrium)	◯	◯	◯
ausreichend Fahrradstellplätze	◯	◯	◯
Duschen, Umkleidekabinen für Fahrradfahrer	◯	◯	◯

44. Das Fehlen welcher dieser Ausstattungsmerkmale würde Sie besonders stören?

- ☐ Duschen, Umkleidekabinen für Fahrradfahrer
- ☐ ausreichend Fahrradstellplätze
- ☐ Wasserelemente (im Außenbereich/Atrium)
- ☐ Atrium (überdachter, verglaster Lichthof)
- ☐ Wintergarten
- ☐ Balkon oder Loggia
- ☐ Fassadenbegrünung
- ☐ begehbares/nutzbares Gründach
- ☐ Gründach
- ☐ Überdachung im Außenbereich
- ☐ Sitzmöglichkeiten im Außenbereich
- ☐ begrünter Außenbereich/Terrasse

Besondere Gebäudemerkmale

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

45. Stellen Sie sich vor, das Gebäude, in dem Sie arbeiten, verfügt über folgende Merkmale/Angebote. Wie würden Sie das finden?

	das würde mich sehr freuen	das setze ich eigentlich voraus	das wäre mir egal	das könnte ich in Kauf nehmen	das würde mich sehr stören
verschiedene Kommunikationszonen (Teeküchen, erweiterte Flure)	◯	◯	◯	◯	◯
Gemeinschafts- oder Multifunktionsräume	◯	◯	◯	◯	◯
Kantine oder Cafeteria	◯	◯	◯	◯	◯
Bibliothek	◯	◯	◯	◯	◯
Fitnessangebot	◯	◯	◯	◯	◯
Kinderbetreuungsangebot	◯	◯	◯	◯	◯
Wickel-/ Stillräume	◯	◯	◯	◯	◯
50% der Fassade transparent (raumhohe Fenster)	◯	◯	◯	◯	◯
80% der Fassade transparent (Glasfassade)	◯	◯	◯	◯	◯
teilweise verglaste Innenwände	◯	◯	◯	◯	◯
freie Treppen	◯	◯	◯	◯	◯
stimmiges Farb- und Materialkonzept	◯	◯	◯	◯	◯
gestalterische Einbindung der Gebäudetechnik	◯	◯	◯	◯	◯

46. Das Fehlen welcher der folgende Merkmale/Angebote würde Sie besonders stören?

- ☐ verschiedene Kommunikationszonen (Teeküchen, erweiterte Flure)
- ☐ Gemeinschafts- oder Multifunktionsräume
- ☐ Kantine oder Cafeteria
- ☐ Bibliothek
- ☐ Fitnessangebot
- ☐ Kinderbetreuungsangebot
- ☐ Wickel-/ Stillräume
- ☐ stimmiges Farb- und Materialkonzept
- ☐ gestalterische Einbindung der Gebäudetechnik

Nutzerhandbuch

Arbeitsplatzkomfort in Büroimmobilien

47. Wie fänden Sie es, wenn Ihnen ein "Nutzerhandbuch" vorläge, aus dem Hinweise für eine besonders ressourcenschonende und nachhaltige Nutzung des Gebäudes hervorgeht?

- ◯ das würde mich sehr freuen
- ◯ das setze ich eigentlich voraus
- ◯ das wäre mir egal
- ◯ das könnte ich in Kauf nehmen
- ◯ das würde mich eher stören

Ein "Nutzerhandbuch" enthält bspw. Energiespartipps und Erläuterungen zur korrekten Bedienung haustechnischer Anlagen.

48. Würden Sie ein solches Handbuch lesen und beachten?

- ◯ wahrscheinlich schon
- ◯ wahrscheinlich nicht
- ◯ ich würde es gern lesen, habe jedoch keine Zeit

Ende des Fragebogens

49. Bitte geben Sie Ihre Postleitzahl an:

Haben Sie vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Sollten Sie weitere Fragen zur Umfrage oder zu den Ergebnissen haben, antworte ich Ihnen gern per Mail (anika.dittmar@campus.tu-berlin.de).

Ich lade Sie herzlich ein, an einer Umfrage zum Thema Arbeitsplatzattraktivität in Büroimmobilien teilzunehmen.

Zum Hintergrund: Im Rahmen meiner Dissertation möchte ich den Mehrwert verschiedener Eigenschaften eines Büroarbeitsplatzkomforts aus Sicht der Arbeitsplatznutzer untersuchen. Ziel ist es, ein Bild davon zu bekommen, welche Merkmale Büronutzern besonders wichtig sind und welche eher vernachlässigt werden können. Mit den Ergebnissen sollen Bauherren künftig besser auf die Bedürfnisse derjenigen eingehen können, die täglich viel Zeit an einem Büroarbeitsplatz verbringen.

Alle Angaben sind anonym. Die Befragung nimmt in etwa 5-7 Minuten in Anspruch.

Die Umfrage ist Teil einer nichtkommerziellen Forschungsarbeit, die unter Federführung von Frau Anika Dittmar, Doktorandin am Fachgebiet für Bauphysik und Baukonstruktion, an der Technischen Universität Berlin durchgeführt wird.

Sollten Sie weitere Fragen zur Umfrage oder zu den Ergebnissen haben, antworte ich Ihnen gern per Mail (anika.dittmar@campus.tu-berlin.de).

*1. Um sicher zu gehen, dass Sie zur Zielgruppe gehören: Arbeiten Sie an einem Büroarbeitsplatz?

◯ ja ◯ nein

Allgemeine Informationen

2. Geschlecht

◯ weiblich ◯ männlich

3. Alter

◯ unter 18 Jahre
◯ 18 - 29 Jahre
◯ 30 - 45 Jahre
◯ 46 - 60 Jahre
◯ über 60 Jahre

4. Höchster Bildungsabschlusss

5. In welcher Branche sind Sie tätig?

6. Persönliche Bürosituation

◯ Einzelbüro
◯ Zweipersonenbüro
◯ Mehrpersonenbüro (bis zu 6 Personen)
◯ Großraumbüro bzw. Arbeitsplatz in einem offenen Bereich

Akustischer Komfort

7. Wie empfinden Sie die folgenden Geräusche an Ihrem Arbeitsplatz?

	das ist mir egal	das kann ich in Kauf nehmen	das stört mich sehr
Telefonklingeln o. Gespräche von Kollegen	◯	◯	◯
Geräusche aus Nachbarräumen	◯	◯	◯
Geräusche aus anderen Stockwerken	◯	◯	◯
Gehgeräusche (Trittschall)	◯	◯	◯
Außengeräusche bei geschlossenen Fenstern	◯	◯	◯
Außengeräusche bei geöffneten Fenstern	◯	◯	◯
Geräusche von haustechn. Anlagen (Fließgeräusche, Lüftung, Sonnenschutz)	◯	◯	◯
Geräusche von technischen Geräten (Drucker/Kopierer)	◯	◯	◯

Visueller Komfort

8. Wie fänden Sie es, folgende Bedingungen an Ihrem Arbeitsplatz vorzufinden?

	das würde mich sehr freuen	das setze ich eigentlich voraus	das wäre mir egal
gleichmäßige Lichtverteilung im gesamten Raum	◯	◯	◯
individuelle Einzelplatzleuchte zusätzlich zur Grundbeleuchtung	◯	◯	◯
Anzeige und Steuerung der Heizung/Kühlung, Lüftung und des Sonnenschutzes erfolgt komfortabel an einem Gerät	◯	◯	◯

9. Sollten jedoch folgende Eigenschaften vorhanden sein, ...

	wäre mir das egal	könnte ich das in Kauf nehmen	würde mich das sehr stören
auf einen oder mehrere Punkte gerichtete Beleuchtung	◯	◯	◯
keine Einzelplatzleuchte	◯	◯	◯
Schalter oder Regler für Heizung/Kühlung, Lüftung, Sonnenschutz sind im Raum verteilt und müssen alle einzeln bedient werden	◯	◯	◯

Sicherheitsempfinden

10. Was würden Sie sagen, wenn das Gebäude über folgende Sicherheitsmerkmale verfügt?

	das würde mich sehr freuen	das setze ich eigentlich voraus	das wäre mir egal
technische Sicherheitseinrichtungen wie Videoüberwachung, Notrufsäulen	◯	◯	◯
Außenanlagen werden auch außerhalb regulärer Arbeitszeiten von Sicherheitspersonal oder videoüberwacht	◯	◯	◯
über das gesetzliche Maß hinausgehende Räumungspläne, Rauchmeldeeinrichtungen, barrierefreie Fluchtwege, Vermeidung von Baustoffen, die gefährliche Brandgase entwickeln	◯	◯	◯

11. Sollte jedoch folgende Situation vorherrschen, ...

	das wäre mir egal	das könnte ich in Kauf nehmen	das würde mich sehr stören
unübersichtliche Wegeführung	◯	◯	◯
keine Ausleuchtung der Wege im Außenbereich	◯	◯	◯
keine Ausleuchtung der Wege zu den Parkplätzen, die zudem ohne besondere Sicherheitsmerkmale sind	◯	◯	◯
keine Ausleuchtung der Wege zu Fahrradparkplätzen	◯	◯	◯
keine technischen Sicherheitseinrichtungen wie Videoüberwachung, Notrufsäulen vorhanden	◯	◯	◯
Außenanlagen werden nicht überwacht	◯	◯	◯
keine zusätzlichen Maßnahmen wie Räumungspläne, Rauchmeldeeinrichtungen, barrierefreie Fluchtwege sowie Vermeidung von Baustoffen, die gefährliche Brandgase entwickeln	◯	◯	◯

Außenbereich

12. Wie fänden Sie es, wenn Ihnen ein oder mehrere der folgenden Ausstattungsmerkmale zur Verfügung stehen?

	das würde mich sehr freuen	das setze ich eigentlich voraus	das wäre mir egal
nutzbarer Außenbereich, Terrasse/Dachterrasse, Balkon, Wintergarten, Atrium sowie Dach-/Fassadenbegrünung	◯	◯	◯
stimmige Gestaltung der Außenbereiche, Begrünung und Pflege, Sitzmöglichkeiten, Überdachung	◯	◯	◯

13. Sollte jedoch folgende Situation vorherrschen, ...

	das wäre mir egal	das könnte ich in Kauf nehmen	das würde mich sehr stören
kein oder kein nutzbarerer Außenbereich, Terrasse/Dachterrasse, Balkon, Wintergarten, Atrium, Dach-/Fassadenbegrünung	◯	◯	◯
Außenbereiche ohne Gestaltung, ohne Begrünung und ohne Sitzmöglichkeiten oder Überdachung	◯	◯	◯

Besondere Gebäudemerkmale

14. Stellen Sie sich vor, das Gebäude, in dem Sie arbeiten, verfügt über folgende Merkmale/Angebote. Wie würden Sie das finden?

	das würde mich sehr freuen	das setze ich eigentlich voraus	das wäre mir egal
unterschiedliche Büroformen, verschiedene Kommunikationszonen (Teeküchen, erweiterte Flure), Gemeinschaftsräume, Multifunktionsräume	◯	◯	◯
Fitnessangebot, Kantine, Bibliothek, Wickel-/ Stillräume und Kinderbetreuungsangebot	◯	◯	◯
breite Flure mit Tageslicht und Sitzmöglichkeiten, breite Treppen mit Galerien	◯	◯	◯

15. Wie bewerten Sie stattdessen folgende Situation?

	das wäre mir egal	das könnte ich in Kauf nehmen	das würde mich sehr stören
immer gleiche Büroformen, und Kommunikationszonen (z.B. Teeküchen), keine Gemeinschafts- oder Multifunktionsräume	◯	◯	◯
keine Angebote, wie Fitness, Kantine, Bibliothek, Wickel-/ Stillräume und Kinderbetreuung	◯	◯	◯
künstlich beleuchtete Flure und Treppen mit Standardgrößen und ohne Aufenthaltsqualität	◯	◯	◯
Glasanteil der Außenwand beträgt weniger als 55%	◯	◯	◯
keine verglasten Innenwände	◯	◯	◯
kein stimmiges Farb- und Materialkonzept (Innenraum)	◯	◯	◯

Nutzerhandbuch

Ein "Nutzerhandbuch" enthält Hinweise für eine besonders ressourcenschonende und nachhaltige Nutzung des Gebäudes wie z.B. Energiespartipps und Erläuterungen zur korrekten Bedienung haustechnischer Anlagen.

16. Ein solches "Nutzerhandbuch" war für das Gebäude, in dem Sie arbeiten, geplant, wurde jedoch aus Kostengründen gestrichen. Wie finden Sie das?

- ◯ das würde mich sehr freuen
- ◯ das setze ich eigentlich voraus
- ◯ das wäre mir egal
- ◯ das könnte ich in Kauf nehmen
- ◯ das würde mich stören

Ende des Fragebogens

17. Bitte geben Sie Ihre Postleitzahl an:

Haben Sie vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Sollten Sie weitere Fragen zur Umfrage oder zu den Ergebnissen haben, antworte ich Ihnen gern per Mail (anika.dittmar@campus.tu-berlin.de).

A6-2 Büronutzerumfrage - Angaben zu den Teilnehmern

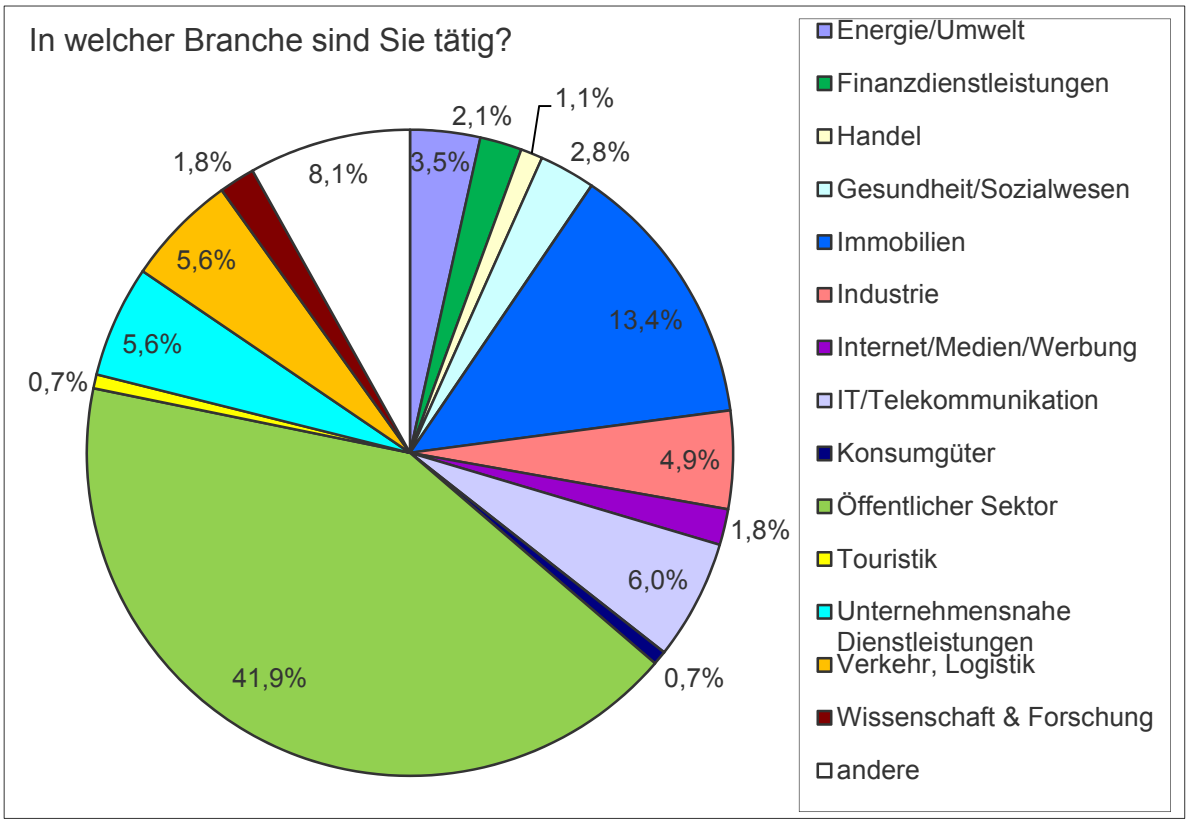


Abb. A - 1: Anteil der vertretenen Brachen (n=284)

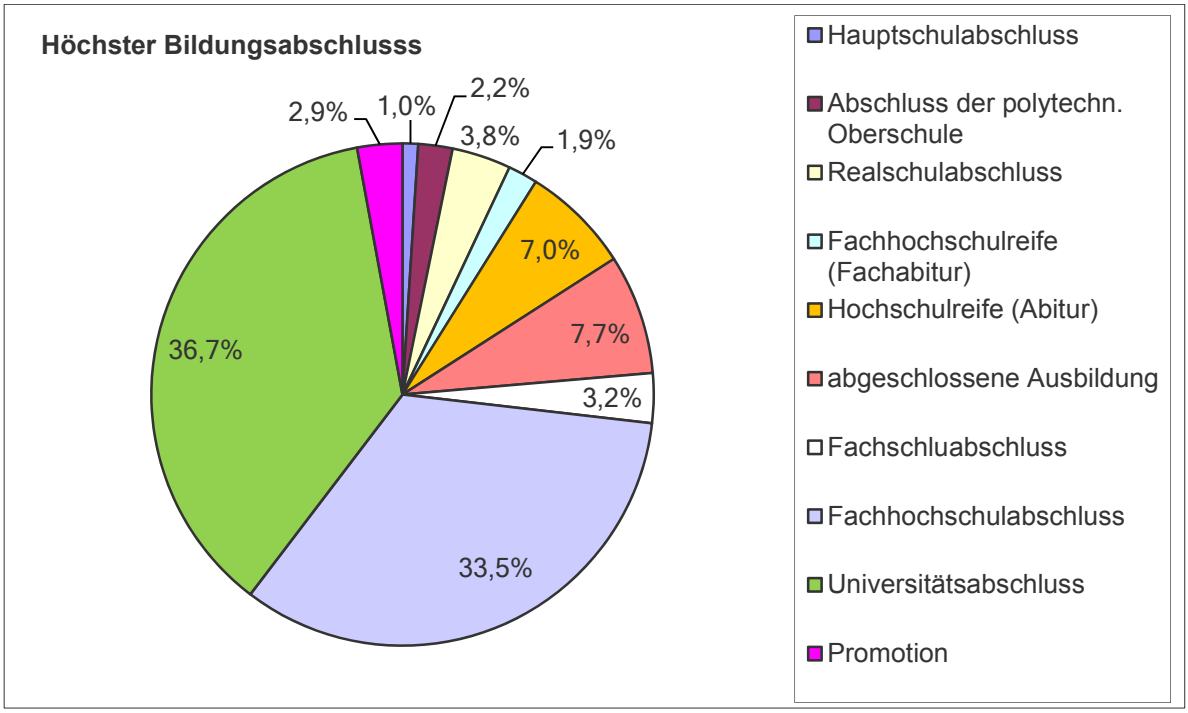


Abb. A - 2: Höchster Bildungsabschluss der Teilnehmer (n=313)

A6-2 Büronutzerumfrage - Angaben zu den Teilnehmern

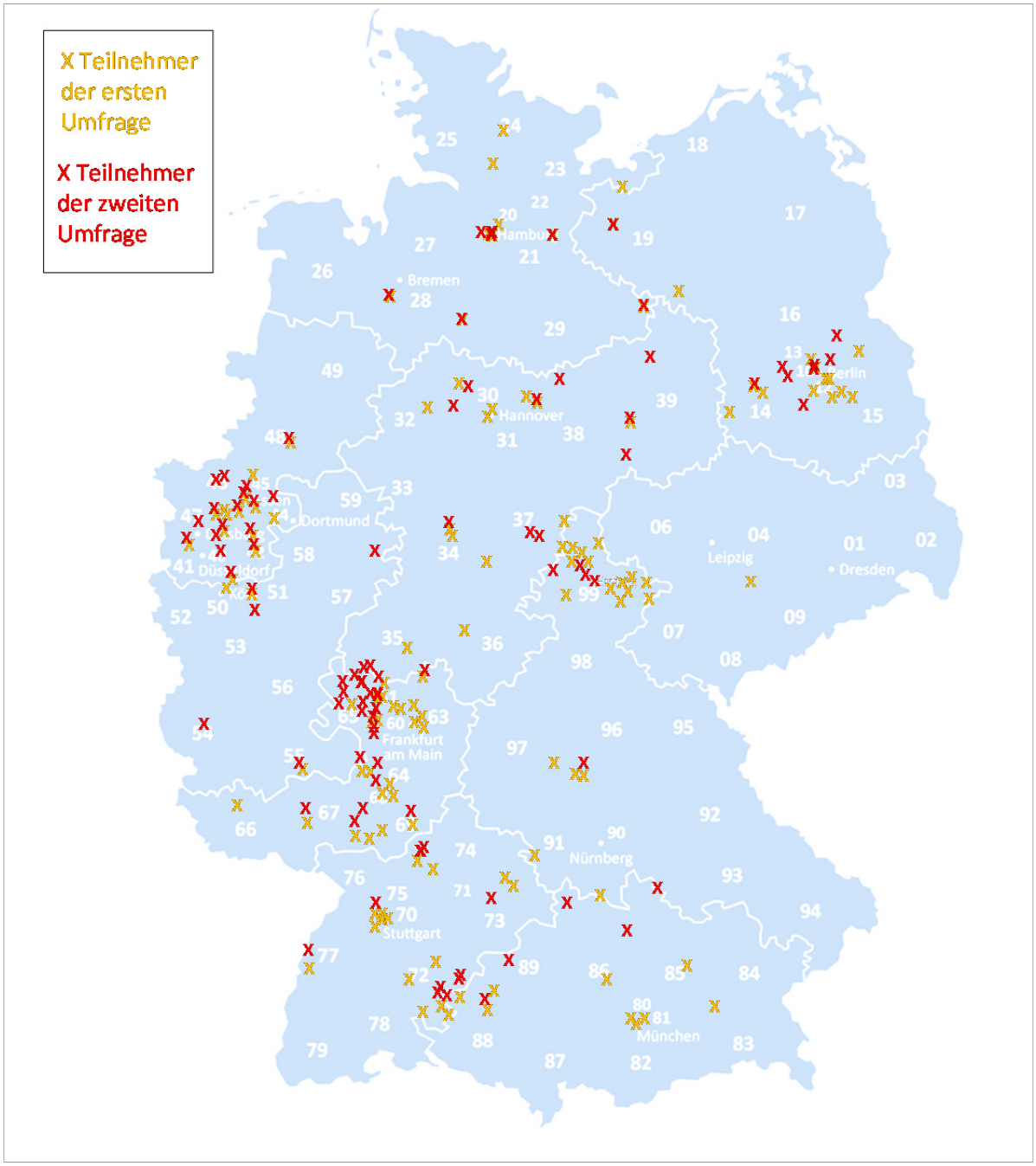


Abb. A - 3:Verteilung der Standorte der Teilnehmer der Büronutzerumfragen (1 & 2) gemäß der angegebenen Postleitzahlen [912]

[912] Quelle der Karte: Deutsche Telekom Medien GmbH, .wtv Leipziger Medien GmbH (Hrsg.): Postleitzahlensuche; Quelle der geografischen Darstellung: Schwimmer (2009): Postleitzahlen

KRITERIUM / ATTRIBUT	n	∑h (M)	∑h (O)	∑h (A)	∑h (I)	h max	Fong Test	CAT	TOT	CS+	CS-	KANO Kategorie
SOC1.1/3.1.1 Thermischer Komfort | Winter												
operative Temperatur/Heizperiode (d: zu kalt)	431	**55,5%**	23,5%	6,2%	14,8%	M	sig.	32,1%	**85,2%**	0,30	-0,79	M
operative Temperatur/Heizperiode (d: zu warm)	431	**42,7%**	18,0%	11,7%	27,6%	M	sig.	15,0%	**72,4%**	0,30	-0,61	M
Luftauslässe, Strömungsverhalten der Luft	404	**35,6%**	**36,4%**	16,3%	11,6%	O	n.sig.	0,7%	**88,4%**	0,53	-0,72	n.kl.
Strahlungstemperaturasymmetrie	429	26,0%	16,4%	22,3%	**35,3%**	I	sig.	9,2%	**64,7%**	0,39	-0,42	I
relative Luftfeuchte / Heizperiode	432	19,8%	19,1%	**30,0%**	**31,1%**	I	n.sig.	1,1%	**68,9%**	0,49	-0,39	n.kl.
SOC1.1/3.1.2 Thermischer Komfort | Sommer												
operative Temperatur/Kühlperiode (d: zu heiß)	509	26,6%	**40,7%**	19,8%	12,9%	O	sig.	14,1%	**87,1%**	0,61	-0,67	O
operative Temperatur/Kühlperiode (d: zu kalt)	509	23,2%	**35,5%**	25,0%	16,3%	O	sig.	10,6%	**83,7%**	0,61	-0,59	O
Strahlungstemperaturasymmetrie	497	18,9%	16,8%	**30,2%**	**34,0%**	I	n.sig.	3,7%	**66,0%**	0,471	-0,36	n.kl.
Relative Luftfeuchte / Kühlperiode	504	17,8%	24,3%	**33,4%**	24,4%	A	sig.	9,0%	**75,6%**	0,58	-0,42	A
SOC1.2/3.1.3 Innenraumluftqualität												
Voraussetzungen für adäquate Luftqualität (personenbezogene Lüftungsrate bei mechanischer Lüftung oder freie Lüftung)	412	25,5%	**63,3%**	7,3%	3,9%	O	sig.	37,9%	**96,1%**	0,71	-0,89	O
Luftbewegung	409	18,6%	**49,9%**	24,9%	6,6%	O	sig.	24,9%	**93,4%**	0,75	-0,68	O
Innenraumluftkonzentration von VOC > 1000 µg/m³, Formaldehyd > 60 µg/m³: Gerüche von Bodenbelag / Innenausstattung	382	**41,1%**	25,4%	17,5%	16,0%	M	sig.	15,7%	**84,0%**	0,43	-0,66	M
Formaldehyd > 12 µg/m³: trockene oder tränende Augen/Nase	383	**53,0%**	39,4%	4,7%	2,9%	M	sig.	13,6%	**97,1%**	0,44	-0,92	M
VOC > 1000 µg/m³, Formaldehyd > 60 µg/m³: rasche Ermüdung	365	**53,2%**	44,7%	0,5%	1,6%	M	sig.	8,5%	**98,4%**	0,45	-0,98	M

KRITERIUM / ATTRIBUT	n	∑h(M)	∑h(O)	∑h(A)	∑h(I)	h max	Fong Test	CAT	TOT	CS+	CS-	KANO Kategorie
VOC > 1000 µg/m³, Formaldehyd > 60 µg/m³: Konzentrationsschwächen	381	**49,3%**	**46,7%**	2,9%	1,0%	M	n.sig.	2,6%	**99,0%**	0,50	-0,96	n.kl.
VOC > 1000 µg/m³, Formaldehyd > 60 µg/m³: Kopfschmerzen	381	**55,9%**	43,0%	0,5%	0,5%	M	sig.	12,9%	**99,5%**	0,44	-0,99	M
SOC1.3/3.1.4 Akustischer Komfort												
Nachhallzeit Einzelbüros von Ein-und Zweipersonenbüronutzern	561	11,2%	12,5%	**40,2%**	**36,1%**	A	n.sig.	4,1%	**63,9%**	0,53	-0,24	n.kl.
Nachhallzeit Mehrpersonenbüros von Mehrpersonenbüronutzern (> 2 Personen)	432	13,6%	17,4%	**38,7%**	30,3%	A	sig.	8,3%	**69,7%**	0,56	-0,31	A
Sprachverständlichkeit im Besprechungsraum	202	10,8%	1,9%	13,0%	**74,4%**	I	sig.	61,4%	**25,6%**	0,15	-0,13	I
Lautstärke in Kantine	145	8,8%	13,3%	**47,0%**	30,9%	A	sig.	16,1%	**69,1%**	0,60	-0,22	A
SOC1.4/3.1.5 Visueller Komfort												
Tageslichtverfügbarkeit	398	**50,5%**	32,7%	10,1%	6,8%	M	sig.	17,8%	**93,2%**	0,43	-0,83	M
natürliche Lichtfarben - auch bei Kunstlicht und aktiviertem Sonnen-blendschutz	392	9,2%	9,9%	**56,4%**	24,5%	A	sig.	31,9%	**75,5%**	0,66	-0,19	A
Sichtverbindung nach außen (Fensterflächenanteil und Außenraumbeziehung)	391	24,0%	24,8%	**36,1%**	15,1%	A	sig.	11,3%	**84,9%**	0,61	-0,49	A
Sonnenschutz mit Lamellen, deren Winkel beliebig verändert werden kann	390	4,6%	8,2%	**56,9%**	30,3%	A	sig.	26,7%	**69,7%**	0,65	-0,13	A
Blendfreiheit Kunstlicht (Kunstlichtsimulation)	384	**43,2%**	31,0%	13,3%	12,5%	M	sig.	12,2%	**87,5%**	0,44	-0,74	M
Blendfreiheit Tageslicht (durch Blend-/Sonnenschutz)	239	**41,0%**	31,0%	14,2%	13,8%	M	sig.	10,0%	**86,2%**	0,45	-0,72	M

KRITERIUM / ATTRIBUT	n	∑h (M)	∑h (O)	∑h (A)	∑h (I)	h max	Fong Test	CAT	TOT	CS+	CS-	KANO Kategorie
Lichtverteilung (Kombination aus Direkt- und Indirektbeleuchtung)	491	24,8%	4,7%	22,4%	**48,1%**	I	sig.	23,2%	**51,9%**	0,27	-0,30	I
Lichtverteilung (Ergänzung der Grundbeleuchtung um individuelle Einzelplatzleuchte)	492	19,9%	5,7%	**39,4%**	**35,0%**	A	n.sig.	4,5%	**65,0%**	0,45	-0,26	n.kl.
SOC1.5/3.1.6 Einflussnahmemöglichkeiten des Nutzers												
Anzeige- und Steuerungsmöglichkeiten für Heizung/Kühlung, Lüftung, Sonnenschutz	491	4,3%	5,1%	**47,0%**	**43,6%**	A	n.sig.	3,5%	**56,4%**	0,52	-0,09	n.kl.
SOC1.6/3.1.7 Außenraumqualitäten												
Anteil der soziokulturell nutzbaren/"erfahrbaren" Außenbereiche	470	3,4%	14,5%	**76,8%**	5,3%	A	sig.	62,3%	**94,7%**	0,91	-0,18	A
Ausgestaltung der Aufenthaltsqualität im Außenbereich	470	4,7%	21,0%	**64,7%**	9,6%	A	sig.	43,7%	**90,4%**	0,86	-0,26	A
SOC1.7/3.1.8 Sicherheit und Störfallrisiken												
übersichtliche Wegeführung	472	**47,4%**	14,7%	9,0%	29,0%	M	sig.	18,4%	**71,0%**	0,24	-0,62	M
Ausleuchtung der Wege im Außenbereich	474	**61,0%**	17,2%	4,8%	16,9%	M	sig.	43,8%	**83,1%**	0,22	-0,78	M
Ausleuchtung der Wege zu den Parkplätzen	474	**54,8%**	17,4%	6,7%	21,2%	M	sig.	33,6%	**78,8%**	0,24	-0,72	M
sicherheitsoptimierte Parkplätze	474	**40,8%**	31,3%	12,1%	15,8%	M	sig.	9,5%	**84,2%**	0,43	-0,72	M
Ausleuchtung der Wege zu Fahrradparkplätzen	473	**45,9%**	18,5%	10,2%	25,3%	M	sig.	20,6%	**74,7%**	0,29	-0,64	M
technische Sicherheitseinrichtungen wie Videoüberwachung, Notrufsäulen	505	13,3%	14,7%	15,4%	**56,6%**	I	sig.	41,2%	**43,4%**	0,30	-0,28	I
Sicherheit außerhalb der regulären Arbeits- und Öffnungszeiten	463	10,2%	9,7%	22,7%	**57,5%**	I	sig.	34,8%	**42,5%**	0,32	-0,20	I

KRITERIUM / ATTRIBUT	n	∑h (M)	∑h (O)	∑h (A)	∑h (I)	h max	Fong Test	CAT	TOT	CS+	CS-	KANO Kategorie
Räumungspläne, Rauchmeldeeinrichtungen, barrierefreie Fluchtwege, Vermeidung von Baustoffen, die gefährliche Brandgase entwickeln	466	**29,2%**	20,0%	24,9%	**26,0%**	M	n.sig.	3,2%	**74,0%**	0,45	-0,49	n.kl.
SOC3.3 Grundrissqualitäten												
Mix an Nutzungsmöglichkeiten	463	19,2%	23,3%	**41,5%**	16,0%	A	sig.	18,1%	**84,0%**	0,65	-0,43	A
Zusätzliche Angebote für die Nutzer	467	2,4%	17,3%	**67,2%**	13,1%	A	sig.	49,9%	**86,9%**	0,85	-0,20	A
Aufenthaltsqualität der Erschließungsflächen	466	4,3%	15,0%	**54,5%**	26,2%	A	sig.	28,3%	**73,8%**	0,70	-0,19	A
Sichtbezüge in den Außenraum	468	13,5%	10,0%	32,7%	**43,8%**	I	sig.	11,1%	**56,2%**	0,43	-0,24	I
Sichtbezüge in den Innenraum	467	5,5%	2,2%	26,4%	**65,9%**	I	sig.	39,4%	**34,1%**	0,29	-0,08	I
Aufenthaltsqualität der Erschließungsflächen	469	15,4%	3,8%	15,8%	**65,0%**	I	sig.	49,2%	**35,0%**	0,20	-0,19	I
gestalterische Konzeption	467	9,9%	13,4%	**44,2%**	32,5%	A	sig.	11,7%	**67,5%**	0,58	-0,23	A
TEC1.2/4.1.1 Schallschutz												
Luftschallschutz Wände	504	9,7%	6,0%	32,4%	**51,9%**	I	sig.	19,6%	**48,1%**	0,38	-0,16	I
Luftschallschutz Decken	505	15,2%	3,8%	16,2%	**64,8%**	I	sig.	48,6%	**35,2%**	0,20	-0,19	I
Trittschallschutz	504	8,9%	3,4%	24,4%	**63,3%**	I	sig.	38,9%	**36,7%**	0,28	-0,12	I
Luftschallschutz gegenüber Außenlärm	505	20,0%	11,0%	24,5%	**44,4%**	I	sig.	20,0%	**55,6%**	0,36	-0,31	I
Luftschallschutz ggü. haustechnischen Anlagen	505	25,6%	10,2%	18,3%	**45,8%**	I	sig.	20,2%	**54,2%**	0,29	-0,36	I
TEC1.3/4.1.2 Wärme- und feuchteschutztechnische Qualität der Gebäudehülle												
Sonneneintragskennwert	432	13,7%	24,0%	**39,6%**	22,6%	A	sig.	15,6%	**77,4%**	0,64	-0,38	A
PRO1.5/5.1.5 Schaffung von Voraussetzungen für eine optimale Nutzung und Bewirtschaftung												
Erstellung eines Nutzerhandbuches	423	17,7%	16,6%	**31,8%**	**33,9%**	I	n.sig.	2,1%	**66,1%**	0,48	-0,34	n.kl.
SITE1.1/6.1.1 Mikrostandort												
Außenlärm	505	12,7%	17,4%	**40,4%**	29,5%	A	sig.	10,8%	**70,5%**	0,58	-0,30	A

A6-4 Büronutzerumfrage - Gruppenunterschiede

Attribut	gesamte Stichprobe			Geschlecht								Zufriedenheit							
				weibliche Probanden			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	männliche Probanden			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	zufriedene Probanden / funktionale Ausprägung vor			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	unzufriedene Probanden / dysfunktionale Ausprägung vor			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe
	h_{max}	CS+	CS-	h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-	
SOC 1.1/3.1.1 (1)	M	0,30	0,79	M	-0,06	-0,07	0,973	M	0,07	0,07	0,965								
SOC 1.1/3.1.1 (2)	O	0,53	0,72	O	-0,06	-0,04	0,977	M	0,08	0,06	0,898								
SOC 1.1/3.1.1 (3)	I	0,39	0,42	I	-0,02	-0,04	0,966	I	0,02	0,04	0,991								
SOC 1.1/3.1.1 (4)	I	0,49	0,39	A	-0,07	-0,02	0,780	I	0,07	0,00	0,856								
SOC 1.1/3.1.2 (5a)	O	0,61	0,67	O	-0,06	0,05	0,936	O	0,06	-0,07	0,931					O	0,06	-0,17	0,9155
SOC 1.1/3.1.2 (5b)	O	0,61	0,59	O	-0,06	-0,08	0,991	n.kl.	0,06	0,09	0,763								
SOC 1.1/3.1.2 (7)	I	0,47	0,36	A	-0,05	-0,05	0,887	I	0,05	0,06	0,979								
SOC 1.1/3.1.2 (8)	A	0,58	0,42	A	-0,06	-0,01	0,952	A	0,05	0,00	0,909	A	-0,01	0,00	0,9962	A	0,03	0,05	0,9026
SOC1.2/3.1.3 (2a)	O	0,71	0,89	O	-0,03	0,00	0,998	O	0,03	0,01	0,997	O	0,02	0,01	0,9994	O	0,05	-0,09	0,9855
SOC1.2/3.1.3 (2b)	O	0,75	0,68	O	-0,05	0,03	0,989	O	0,08	-0,04	0,965								
SOC1.2/3.1.3 (1a)	M	0,43	0,66	M	0,00	-0,03	0,998	M	0,00	0,03	0,995	M	0,04	0,00	0,9965	O	-0,28	-0,02	0,2369
SOC1.2/3.1.3 (1b)	M	0,44	0,93	M	-0,03	-0,02	0,995	M	0,04	0,02	0,992	M	0,10	0,00	0,9858	O	-0,28	0,00	0,7125
SOC1.2/3.1.3 (1c)	M	0,47	0,95	M	-0,03	-0,01	0,997	M	0,02	0,02	0,997	M	0,08	0,01	0,9910	O	-0,25	-0,02	0,7837
SOC1.2/3.1.3 (1d)	M	0,50	0,96	O	-0,04	-0,02	0,992	M	0,04	0,03	0,993	M	0,11	0,01	0,9856	O	-0,23	-0,02	0,8308
SOC1.2/3.1.3 (1e)	M	0,44	0,99	M	-0,06	0,00	0,986	M	0,06	0,00	0,985	M	0,08	0,00	0,9931	O	-0,29	-0,01	0,7327
SOC1.3/3.1.4 (1)	A	0,53	0,24	A	-0,05	-0,01	0,976	I	0,08	0,01	0,940								
SOC1.3/3.1.4 (2)	A	0,56	0,31	A	-0,02	-0,05	0,970	A	0,02	0,04	0,989								
SOC1.3/3.1.4 (3)	I	0,15	0,13	I	0,00	0,03	0,999	I	0,01	-0,07	0,993								
SOC1.3/3.1.4 (4)	A	0,60	0,22	A	-0,03	0,01	0,997	A	0,02	-0,04	0,999								
SOC1.4/3.1.5 (2)	M	0,43	0,83	M	0,00	-0,07	1,000	M	-0,01	0,07	1,000	M	0,01	-0,01	0,9996	O	-0,13	0,10	0,8554
SOC1.4/3.1.5 (6)	A	0,67	0,19	A	-0,07	-0,03	0,977	A	0,08	0,04	0,961								
SOC1.4/3.1.5 (3.1)	A	0,61	0,49	O	-0,03	-0,04	0,940	A	0,03	0,04	0,880	A	0,00	0,01	0,9979	A	-0,05	0,08	0,8936
SOC1.4/3.1.5 (3.2)	A	0,65	0,13	A	-0,04	-0,01	0,994	A	0,05	0,02	0,988								
SOC1.4/3.1.5 (5)	M	0,45	0,74	M	-0,01	0,01	0,998	M	0,03	-0,02	0,993	O	-0,08	0,11	0,9497	M	0,08	-0,01	0,9558
SOC1.4/3.1.5 (4)	M	0,45	0,74	M	-0,01	0,01	0,999	M	0,01	-0,02	0,999	O	-0,08	0,01	0,9839	M	0,08	-0,01	0,9532
SOC1.4/3.1.5 (6.1)	I	0,27	0,29	I	-0,02	-0,03	0,998	I	0,02	0,04	0,998								
SOC1.4/3.1.5 (6.2)	I	0,45	0,26	A	-0,07	0,01	0,956	I	0,05	0,00	0,977								

A6-4 Büronutzerumfrage - Gruppenunterschiede

Attribut	gesamte Stichprobe			Geschlecht								Zufriedenheit							
				weibliche Probanden			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	männliche Probanden			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	zufriedene Probanden / funktionale Ausprägung vor			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	unzufriedene Probanden / dysfunktionale Ausprägung vor			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe
	h_{max}	CS+	CS-	h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-	
SOC1.5/3.1.6 (7)	A	0,52	0,09	A	-0,01	0,02	1,000	A	0,01	-0,02	1,000								
SOC1.6/3.1.7 (1)	A	0,91	0,18	A	-0,03	0,00	1,000	A	0,02	-0,02	1,000								
SOC1.6/3.1.7 (2)	A	0,86	0,26	A	-0,02	0,00	1,000	A	0,03	0,02	0,998								
SOC1.7/3.1.8 (1.1)	M	0,24	0,62	M	0,02	-0,07	0,982	M	-0,02	0,08	0,962								
SOC1.7/3.1.8 (1.2)	M	0,22	0,78	M	-0,02	-0,11	0,982	M	0,02	0,11	0,961								
SOC1.7/3.1.8 (1.3)	M	0,24	0,72	M	-0,03	-0,10	0,972	M	0,03	0,10	0,952								
SOC1.7/3.1.8 (1.3)	M	0,43	0,72	M	-0,04	-0,10	0,974	M	0,03	0,10	0,927								
SOC1.7/3.1.8 (1.4)	M	0,29	0,64	M	-0,01	-0,14	0,937	M	0,02	0,13	0,840								
SOC1.7/3.1.8 (1.5)	I	0,24	0,22	I	-0,05	-0,03	0,998	I	0,05	0,03	0,998								
SOC1.7/3.1.8 (1.6)	I	0,33	0,20	I	-0,07	-0,04	0,984	I	0,07	0,04	0,992								
SOC1.7/3.1.8 (2)	I	0,45	0,49	M	-0,01	-0,04	0,684	I	0,01	0,05	0,780								
SOC3.3/ - (1a)	A	0,64	0,43	A	-0,05	0,00	0,992	A	0,05	0,00	0,976								
SOC3.3/ - (1.2)	A	0,85	0,20	A	-0,05	0,00	0,998	A	0,05	-0,01	0,998								
SOC3.3/ - (2.2)	A	0,70	0,19	A	-0,05	0,00	0,992	A	0,06	0,00	0,985								
SOC3.3/ - (2.4)	I	0,43	0,24	A	-0,08	-0,02	0,942	I	0,10	0,01	0,954								
SOC3.3/ - (2.4)	I	0,29	0,08	I	0,02	-0,01	0,999	I	-0,03	0,01	0,997								
SOC3.3/ - (2.3)	I	0,20	0,19	I	0,00	0,00	1,000	I	-0,01	0,00	1,000								
SOC3.3/ - (2.6)	A	0,58	0,23	A	-0,08	0,00	0,965	I	0,08	0,01	0,944								
TEC1.2/4.1.1 (1.1)	I	0,38	0,16	I	0,00	0,02	1,000	I	-0,01	-0,01	1,000								
TEC1.2/4.1.1 (1.2)	I	0,20	0,19	I	0,01	0,04	0,999	I	-0,02	-0,03	1,000								
TEC1.2/4.1.1 (2)	I	0,28	0,12	I	0,01	0,02	1,000	I	0,00	-0,01	1,000								
TEC1.2/4.1.1 (3)	I	0,36	0,31	I	-0,03	0,00	0,995	I	0,02	0,00	0,998								
TEC1.2/4.1.1 (4)	I	0,29	0,36	I	-0,02	-0,04	0,993	I	0,03	0,06	0,994								
TEC1.3/4.1.2 (6)	A	0,64	0,38	A	-0,06	0,06	0,997	A	0,06	-0,04	0,997								
PRO1.5/5.1.5 (3)	I	0,48	0,34	A	-0,03	0,00	0,980	I	0,04	0,02	0,981								
SITE1.1/6.1.1 (5)	A	0,58	0,30	A	-0,06	-0,05	0,932	I	0,10	0,04	0,888								

A6-4 Büronutzerumfrage - Gruppenunterschiede

Attribut	gesamte Stichprobe			Büroraumsituation																	
				Einzelbüro			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	Zweipersonen-büro			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	Mehrpersonen-büro (<6P)			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	Großraumbüro / offener Bereich			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe
	h_{max}	CS+	CS-	h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-	
SOC 1.1/3.1.1 (1)	M	0,30	0,79	M	0,00	0,08	0,990	M	0,02	-0,03	1,000	M	-0,06	0,00	0,986	M	0,04	-0,06	0,998
SOC 1.1/3.1.1 (2)	O	0,53	0,72	O	-0,04	0,05	0,965	O	0,02	-0,03	0,993	O	-0,02	-0,01	0,996	M	0,05	-0,02	0,973
SOC 1.1/3.1.1 (3)	I	0,39	0,42	I	-0,03	0,02	0,967	I	-0,05	-0,03	0,999	I	0,07	0,06	0,996	I	0,05	-0,04	0,921
SOC 1.1/3.1.1 (4)	I	0,49	0,39	A	-0,06	0,07	0,933	I	0,04	-0,02	0,925	A	-0,04	0,02	0,960	I	0,05	-0,10	0,264
SOC 1.1/3.1.2 (5a)	O	0,61	0,67	O	-0,13	-0,04	0,950	O	0,00	-0,01	1,000	O	0,08	0,09	0,970	M	0,18	-0,01	0,533
SOC 1.1/3.1.2 (5b)	O	0,61	0,59	O	-0,13	0,06	0,835	O	0,00	0,02	0,993	O	0,08	-0,06	0,780	M	0,18	-0,12	0,290
SOC 1.1/3.1.2 (7)	I	0,47	0,36	A	-0,06	0,02	0,907	A	-0,04	-0,04	0,940	I	0,08	0,04	0,940	I	0,14	0,02	0,812
SOC 1.1/3.1.2 (8)	A	0,58	0,42	A	-0,03	-0,02	0,962	A	0,02	-0,04	0,973	A	-0,01	0,04	0,992	A	0,04	0,10	0,841
SOC1.2/3.1.3 (2a)	O	0,71	0,89	O	0,06	0,02	0,990	O	-0,03	0,01	0,997	O	-0,11	-0,03	0,983	O	0,12	-0,01	0,948
SOC1.2/3.1.3 (2b)	O	0,75	0,68	O	-0,05	0,02	0,991	O	-0,01	-0,03	0,997	O	-0,05	0,02	0,990	O	0,19	0,00	0,787
SOC1.2/3.1.3 (1a)	M	0,43	0,66	M	-0,05	-0,08	0,947	M	0,02	0,01	0,994	M	0,02	0,07	0,943	M	0,02	0,05	0,959
SOC1.2/3.1.3 (1b)	M	0,44	0,93	M	0,01	-0,01	0,999	M	0,00	0,00	1,000	M	0,00	-0,02	1,000	M	-0,03	0,03	0,997
SOC1.2/3.1.3 (1c)	M	0,47	0,95	M	0,03	0,00	0,995	M	-0,02	-0,01	0,998	M	0,00	0,02	1,000	M	0,00	-0,01	1,000
SOC1.2/3.1.3 (1d)	M	0,50	0,96	M	0,04	0,00	0,992	O	-0,03	-0,02	0,996	n.kl.	0,00	0,03	1,000	M	0,01	0,02	1,000
SOC1.2/3.1.3 (1e)	M	0,44	0,99	M	0,01	0,01	0,999	M	0,00	-0,01	1,000	M	0,00	-0,01	1,000	M	-0,01	0,03	0,999
SOC1.3/3.1.4 (1)	A	0,53	0,24	I	0,06	-0,02	0,961	A	-0,04	0,01	0,986								
SOC1.3/3.1.4 (2)	A	0,56	0,31									A	-0,01	0,04	1,000	A	0,02	-0,05	1,000
SOC1.3/3.1.4 (3)	I	0,15	0,13	I	0,04	-0,09	0,984	I	-0,06	0,05	0,991	I	-0,02	0,05	0,997	I	0,09	-0,04	0,989
SOC1.3/3.1.4 (4)	A	0,60	0,22	A	-0,06	0,01	0,982	I	0,15	0,02	0,838	A	-0,11	0,04	0,962	A	-0,06	-0,10	0,926
SOC1.4/3.1.5 (2)	M	0,43	0,83	M	0,00	0,02	1,000	M	0,07	-0,02	0,977	O	-0,09	0,00	0,944	M	-0,04	0,00	0,988
SOC1.4/3.1.5 (6)	A	0,67	0,19	A	-0,02	0,03	1,000	A	0,03	0,02	0,994	A	-0,05	-0,07	0,972	A	0,03	-0,02	0,998
SOC1.4/3.1.5 (3.1)	A	0,61	0,49	O	-0,03	-0,01	0,992	O	0,05	-0,05	0,718	A	-0,02	0,00	0,999	A	-0,04	0,16	0,698
SOC1.4/3.1.5 (3.2)	A	0,65	0,13	A	-0,01	0,01	1,000	A	0,04	0,00	0,994	A	-0,07	0,00	0,985	A	0,01	-0,01	1,000
SOC1.4/3.1.5 (5)	M	0,45	0,74	M	-0,02	0,01	0,998	M	0,05	0,00	0,981	O	-0,11	-0,02	0,887	M	0,05	0,03	0,968
SOC1.4/3.1.5 (4)	M	0,45	0,74	O	-0,15	0,01	0,778	M	0,05	0,00	0,979	O	-0,09	-0,02	0,922	M	0,17	0,03	0,821
SOC1.4/3.1.5 (6.1)	I	0,27	0,29	I	-0,05	0,00	0,992	I	-0,02	-0,03	0,998	I	-0,01	0,02	0,998	I	0,10	0,02	0,991
SOC1.4/3.1.5 (6.2)	I	0,45	0,26	I	0,09	-0,08	0,874	A	-0,08	0,12	0,950	I	0,05	-0,03	0,965	I	0,06	-0,18	0,673

A6-4 Büronutzerumfrage - Gruppenunterschiede

Attribut	gesamte Stichprobe			Büroraumsituation																	
				Einzelbüro			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	Zweipersonen-büro			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	Mehrpersonen-büro (<6P)			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	Großraumbüro / offener Bereich			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe
	h_{max}	CS+	CS-	h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-	
SOC1.5/3.1.6 (7)	A	0,52	0,09	A	-0,04	0,01	0,991	A	-0,03	0,01	0,995	I	0,04	0,03	0,991	I	0,09	-0,08	0,955
SOC1.6/3.1.7 (1)	A	0,91	0,18	A	0,01	-0,01	1,000	A	0,00	0,04	0,999	A	0,03	-0,01	1,000	A	-0,04	-0,07	0,988
SOC1.6/3.1.7 (2)	A	0,86	0,26	A	-0,02	-0,01	0,999	A	0,00	0,03	0,999	A	0,03	0,00	0,999	A	0,00	-0,07	0,986
SOC1.7/3.1.8 (1.1)	M	0,24	0,62	M	0,01	0,02	0,998	M	0,01	0,01	0,998	M	-0,05	0,05	0,991	M	0,04	-0,08	0,986
SOC1.7/3.1.8 (1.2)	M	0,22	0,78	M	-0,07	0,01	0,993	M	0,03	0,02	0,996	M	0,01	-0,01	1,000	M	0,04	-0,02	0,999
SOC1.7/3.1.8 (1.3)	M	0,24	0,72	M	-0,06	-0,10	0,957	M	0,04	0,08	0,967	M	-0,02	-0,06	0,989	M	0,05	0,01	0,994
SOC1.7/3.1.8 (1.3)	M	0,43	0,72	M	-0,02	-0,10	0,990	M	-0,02	0,08	0,999	M	0,00	-0,06	0,998	M	0,08	0,01	0,941
SOC1.7/3.1.8 (1.4)	M	0,29	0,64	M	-0,04	-0,05	0,973	M	0,03	0,07	0,955	M	-0,08	-0,06	0,919	M	0,11	0,02	0,977
SOC1.7/3.1.8 (1.5)	I	0,24	0,22	I	-0,06	0,02	0,988	I	0,00	0,05	0,998	I	-0,02	-0,01	1,000	I	0,07	-0,11	0,946
SOC1.7/3.1.8 (1.6)	I	0,33	0,20	I	0,13	0,09	0,980	I	-0,02	-0,02	1,000	I	0,00	0,01	1,000	I	-0,06	-0,05	0,993
SOC1.7/3.1.8 (2)	I	0,45	0,49	I	0,02	0,01	0,987	I	0,03	0,05	0,875	M	0,00	-0,05	0,664	O	-0,07	-0,08	0,398
SOC3.3/ - (1a)	A	0,64	0,43	A	-0,01	0,05	0,979	A	-0,05	0,05	0,990	A	0,02	-0,02	0,997	O	0,10	-0,16	0,000
SOC3.3/ - (1.2)	A	0,85	0,20	A	0,00	0,00	1,000	A	0,04	-0,02	0,999	A	-0,02	0,05	0,998	A	-0,05	-0,04	0,993
SOC3.3/ - (2.2)	A	0,70	0,19	A	0,05	-0,01	0,994	A	0,03	0,01	0,995	A	-0,02	0,00	0,999	A	-0,06	-0,04	0,982
SOC3.3/ - (2.4)	I	0,43	0,24	I	0,04	-0,01	0,985	I	0,00	0,00	1,000	I	0,03	0,04	0,996	A	-0,12	-0,04	0,858
SOC3.3/ - (2.4)	I	0,29	0,08	I	0,12	0,01	0,980	I	0,03	0,00	0,998	I	-0,13	0,00	0,944	I	-0,01	0,00	1,000
SOC3.3/ - (2.3)	I	0,20	0,19	I	0,02	-0,01	0,999	I	0,02	0,01	1,000	I	-0,06	0,00	0,994	I	0,01	-0,04	0,997
SOC3.3/ - (2.6)	A	0,58	0,23	A	0,05	-0,02	0,977	A	-0,01	0,04	1,000	A	-0,05	0,03	0,986	A	-0,01	-0,10	0,983
TEC1.2/4.1.1 (1.1)	I	0,38	0,16	I	0,02	0,03	0,999	I	-0,07	-0,01	0,977	I	0,02	0,01	0,999	I	0,11	-0,03	0,946
TEC1.2/4.1.1 (1.2)	I	0,20	0,19	I	-0,03	-0,07	0,995	I	-0,01	0,03	0,998	I	0,05	-0,04	0,992	I	0,01	0,05	0,998
TEC1.2/4.1.1 (2)	I	0,28	0,12	I	-0,01	-0,10	0,994	I	-0,02	0,03	0,998	I	0,04	0,05	0,999	I	0,01	-0,04	0,998
TEC1.2/4.1.1 (3)	I	0,36	0,31	I	-0,10	0,02	0,895	I	0,00	-0,02	0,999	I	0,02	-0,01	0,996	I	0,15	0,01	0,949
TEC1.2/4.1.1 (4)	I	0,29	0,36	I	-0,04	-0,03	0,999	I	0,01	-0,01	0,999	I	0,00	0,00	1,000	I	0,06	0,02	0,998
TEC1.3/4.1.2 (6)	A	0,64	0,38	A	-0,02	0,02	1,000	A	0,01	-0,01	1,000	A	-0,05	0,04	0,998	A	0,08	-0,07	0,995
PRO1.5/5.1.5 (3)	I	0,48	0,34	I	-0,01	0,00	0,999	I	0,01	0,05	1,000	A	-0,06	-0,07	0,841	I	0,08	-0,03	0,850
SITE1.1/6.1.1 (5)	A	0,58	0,30	A	-0,08	0,07	0,982	A	-0,01	-0,02	0,998	A	0,03	-0,01	0,993	I	0,11	0,01	0,849

A6-4 Büronutzerumfrage - Gruppenunterschiede

Alter																			
Attribut	gesamte Stichprobe			18 bis 29			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	30 bis 45			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	46 bis 60			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe
	h_{max}	CS+	CS-	h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-	
SOC 1.1/3.1.1 (1)	M	0,30	0,79	M	-0,02	-0,02	0,997	M	0,03	0,00	0,997	M	-0,02	0,01	0,999
SOC 1.1/3.1.1 (2)	O	0,53	0,72	M	0,09	0,04	0,881	O	-0,06	0,01	0,959	O	-0,01	-0,08	1,000
SOC 1.1/3.1.1 (3)	I	0,39	0,42	I	0,03	0,11	0,943	I	-0,01	-0,02	0,993	M	-0,02	-0,12	0,494
SOC 1.1/3.1.1 (4)	I	0,49	0,39	A	-0,04	0,07	0,973	I	0,05	-0,04	0,818	A	-0,03	0,00	0,966
SOC 1.1/3.1.2 (5a)	O	0,61	0,67	O	0,05	0,00	0,974	O	0,03	-0,02	0,988	O	-0,11	0,05	0,885
SOC 1.1/3.1.2 (5b)	O	0,61	0,59	O	0,05	0,06	0,960	O	0,03	-0,03	0,959	O	-0,11	-0,02	0,971
SOC 1.1/3.1.2 (7)	I	0,47	0,36	I	0,03	0,05	0,992	I	0,00	0,00	0,999	I	-0,02	-0,05	0,987
SOC 1.1/3.1.2 (8)	A	0,58	0,42	A	-0,02	0,01	0,998	A	0,04	0,00	0,946	A	-0,06	0,00	0,959
SOC1.2/3.1.3 (2a)	O	0,71	0,89	O	0,00	0,03	0,999	O	-0,02	0,00	0,999	O	0,02	-0,07	0,995
SOC1.2/3.1.3 (2b)	O	0,75	0,68	O	0,05	0,00	0,993	O	-0,05	0,04	0,985	O	0,02	-0,07	0,983
SOC1.2/3.1.3 (1a)	M	0,43	0,66	M	0,04	0,13	0,619	M	0,00	-0,04	0,996	O	-0,09	-0,09	0,859
SOC1.2/3.1.3 (1b)	M	0,44	0,93	M	0,01	0,04	1,000	M	0,01	-0,01	1,000	n.kl.	-0,06	-0,02	0,985
SOC1.2/3.1.3 (1c)	M	0,47	0,95	M	-0,02	0,01	0,997	M	0,02	0,01	0,999	O	-0,06	-0,03	0,985
SOC1.2/3.1.3 (1d)	M	0,50	0,96	O	-0,01	0,02	1,000	M	0,00	0,01	1,000	O	-0,06	-0,03	0,986
SOC1.2/3.1.3 (1e)	M	0,44	0,99	M	0,00	-0,01	1,000	M	0,01	0,01	1,000	O	-0,07	0,00	0,980
SOC1.3/3.1.4 (1)	A	0,53	0,24	A	-0,03	0,04	0,996	A	0,00	-0,02	1,000	A	0,01	0,00	0,999
SOC1.3/3.1.4 (2)	A	0,56	0,31	A	0,06	0,06	0,953	A	-0,03	-0,05	0,972	A	-0,07	-0,11	0,754
SOC1.3/3.1.4 (3)	I	0,15	0,13	I	0,01	0,03	1,000	I	-0,01	-0,02	1,000	I	-0,01	0,02	1,000
SOC1.3/3.1.4 (4)	A	0,60	0,22	A	-0,01	0,04	1,000	A	-0,01	0,03	1,000	A	0,05	-0,14	0,996
SOC1.4/3.1.5 (2)	M	0,43	0,83	M	-0,01	-0,01	0,999	M	-0,02	0,02	0,998	M	0,02	-0,03	0,998
SOC1.4/3.1.5 (6)	A	0,67	0,19	A	-0,06	0,08	0,996	A	0,03	-0,03	0,999	A	0,00	-0,03	0,999
SOC1.4/3.1.5 (3.1)	A	0,61	0,49	A	0,03	0,00	1,000	n.kl.	-0,01	-0,01	0,995	A	-0,07	0,04	0,980
SOC1.4/3.1.5 (3.2)	A	0,65	0,13	A	0,03	0,04	0,994	A	0,03	-0,02	0,998	A	-0,06	-0,02	0,985
SOC1.4/3.1.5 (5)	M	0,45	0,74	M	0,07	0,02	0,956	M	-0,04	0,02	0,985	M	-0,05	-0,05	0,979
SOC1.4/3.1.5 (4)	M	0,45	0,74	M	0,06	0,02	0,968	M	-0,04	0,02	0,985	O	-0,07	-0,05	0,951
SOC1.4/3.1.5 (6.1)	I	0,27	0,29	I	-0,05	-0,01	0,995	I	0,02	0,06	0,997	I	0,11	-0,11	0,892
SOC1.4/3.1.5 (6.2)	I	0,45	0,26	I	-0,03	0,02	0,991	I	0,08	-0,03	0,938	A	-0,09	0,02	0,915

A6-4 Büronutzerumfrage - Gruppenunterschiede

Alter																					
	Attribut	gesamte Stichprobe			18 bis 29			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	30 bis 45			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe	46 bis 60			Korrelation der Antwortverteilung mit Stichprobe
		h_{max}	CS+	CS-	h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-		h_{max}	Abweichungen* CS+	CS-	
	SOC1.5/3.1.6 (7)	A	0,52	0,09	A	0,01	-0,01	1,000	A	0,01	-0,01	1,000	A	-0,02	0,06	0,999
	SOC1.6/3.1.7 (1)	A	0,91	0,18	A	-0,01	0,02	1,000	A	0,00	-0,06	0,994	A	0,05	0,16	0,972
	SOC1.6/3.1.7 (2)	A	0,86	0,26	A	0,00	0,00	1,000	A	0,01	0,01	1,000	A	-0,03	-0,01	0,999
	SOC1.7/3.1.8 (1.1)	M	0,24	0,62	M	-0,02	0,01	1,000	M	0,00	0,06	0,975	M	-0,01	-0,20	0,887
	SOC1.7/3.1.8 (1.2)	M	0,22	0,78	M	0,03	-0,01	1,000	M	0,01	0,06	0,990	M	-0,06	-0,12	0,965
	SOC1.7/3.1.8 (1.3)	M	0,24	0,72	M	0,05	0,05	0,984	M	-0,01	0,02	0,999	M	-0,07	-0,20	0,916
	SOC1.7/3.1.8 (1.3)	M	0,43	0,72	M	0,03	0,05	0,980	M	0,02	0,02	0,994	n.kl.	-0,07	-0,20	0,951
	SOC1.7/3.1.8 (1.4)	M	0,29	0,64	M	-0,01	-0,02	0,998	M	0,01	0,08	0,948	M	-0,02	-0,16	0,919
	SOC1.7/3.1.8 (1.5)	I	0,24	0,22	I	0,03	-0,02	0,997	I	-0,01	0,03	0,998	I	-0,06	-0,05	0,996
	SOC1.7/3.1.8 (1.6)	I	0,33	0,20	I	0,00	0,01	1,000	I	0,05	0,04	0,995	A	-0,19	-0,16	0,749
	SOC1.7/3.1.8 (2)	I	0,45	0,49	M	0,01	-0,01	0,983	M	0,02	-0,02	0,951	A	-0,08	0,08	0,212
	SOC3.3/ - (1a)	A	0,64	0,43	A	0,00	0,03	0,990	A	0,04	-0,03	0,999	O	-0,16	-0,09	0,846
	SOC3.3/ - (1.2)	A	0,85	0,20	A	-0,03	-0,07	0,988	A	0,01	0,03	0,999	A	0,04	0,12	0,979
	SOC3.3/ - (2.2)	A	0,70	0,19	A	-0,01	0,00	1,000	A	0,04	-0,02	0,996	A	-0,09	0,08	0,992
	SOC3.3/ - (2.4)	I	0,43	0,24	I	-0,03	-0,03	0,995	I	0,04	-0,01	0,986	I	-0,02	0,12	0,990
	SOC3.3/ - (2.4)	I	0,29	0,08	I	-0,06	-0,05	0,994	I	0,04	0,02	0,997	I	-0,01	0,08	0,998
	SOC3.3/ - (2.3)	I	0,20	0,19	I	0,01	0,00	1,000	I	0,00	-0,02	1,000	I	-0,03	0,08	0,990
	SOC3.3/ - (2.6)	A	0,58	0,23	A	-0,02	0,01	0,999	A	0,00	-0,01	1,000	A	0,02	0,04	0,996
	TEC1.2/4.1.1 (1.1)	I	0,38	0,16	I	0,01	0,02	0,999	I	0,01	-0,02	0,999	I	-0,09	-0,03	0,956
	TEC1.2/4.1.1 (1.2)	I	0,20	0,19	I	0,07	0,01	0,995	I	-0,02	-0,03	1,000	I	-0,11	0,08	0,957
	TEC1.2/4.1.1 (2)	I	0,28	0,12	I	-0,02	0,02	0,999	I	0,02	-0,01	0,998	I	-0,04	-0,01	0,995
	TEC1.2/4.1.1 (3)	I	0,36	0,31	I	0,07	-0,06	0,939	I	-0,01	0,05	0,989	I	-0,14	0,00	0,803
	TEC1.2/4.1.1 (4)	I	0,29	0,36	I	0,01	0,02	0,999	I	-0,01	-0,05	0,988	I	-0,04	0,09	0,945
	TEC1.3/4.1.2 (6)	A	0,64	0,38	A	-0,05	0,08	0,991	A	0,02	0,01	0,993	A	0,02	-0,11	0,816
	PRO1.5/5.1.5 (3)	I	0,48	0,34	I	0,01	0,04	1,000	I	0,05	0,01	0,963	A	-0,12	-0,13	0,176
	SITE1.1/6.1.1 (5)	A	0,58	0,30	I	0,09	0,01	0,895	A	-0,01	0,03	1,000	A	-0,12	-0,15	0,572

Für eine übersichtlichere Interpretation wurden die positiven Beträge der CS-Werte verwendet.

* **h_{max} - Abweichungen**: markiert sind solche Abweichungen von Kategorieklassifizierung, die gemäß FONG Test und CAT Wert als signifikant eingestuft werden können.
Bei Abweichungen zwischen den **CS Werten <** - 0,1 neigt die Gruppe zu mehr Zufriedenheit/Unzufriedenheit bei funktionaler/dysfunktionaler Ausprägung
Bei Abweichungen zwischen den **CS Werten** > 0,1 neigt die Gruppe zu weniger Zufriedenheit/Unzufriedenheit bei funktionaler/dysfunktionaler Ausprägung
Markiert wurden Korrelationen < 0,8.

A6-4 Büronutzerumfrage - Gruppenunterschiede

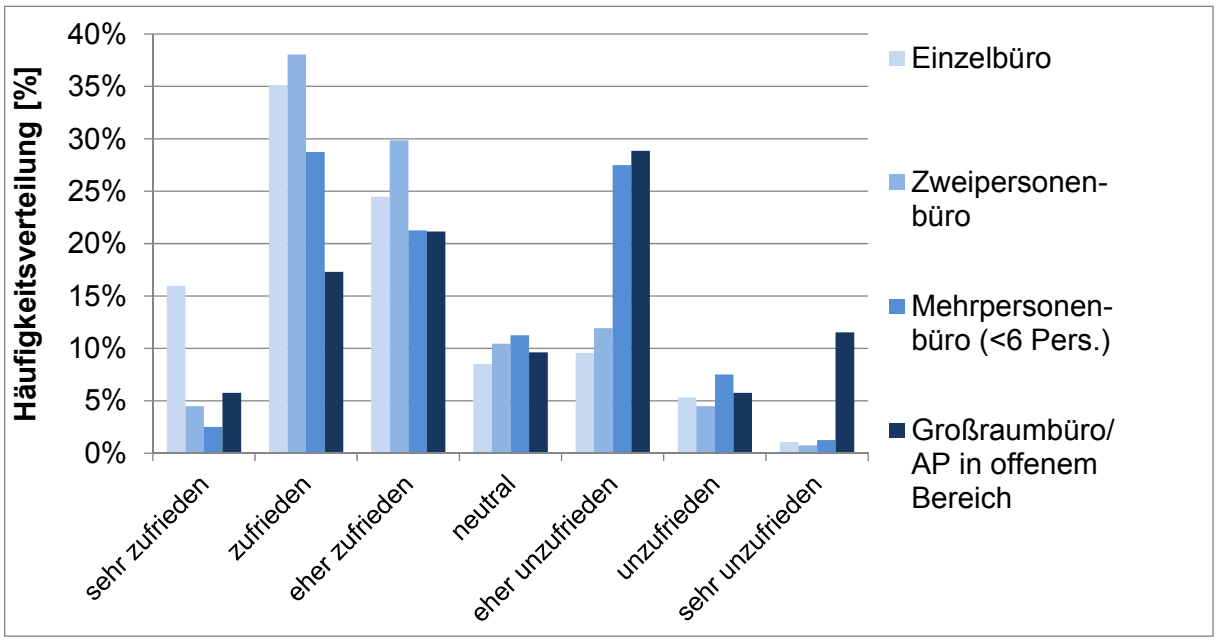


Abb. A - 4: Zusammenhang zw. Büroraumsituation und Zufriedenheit mit dem Geräuschpegel am Arbeitsplatz

KRITERIUM / ATTRIBUT	n	∑h(M)	∑h(O)	∑h(A)	∑h(I)	h_{max}	Fong Test	CAT	TOT	CS^+	CS^-	KANO Kategorie
SOC 1.5/3.1.6 Einflussnahme des Nutzers												
Bedienung der Lüftungsanlage	187	**32,4%**	**25,9%**	18,5%	23,2%	M	n.sig.	6,5%	**76,8%**	0,44	-0,58	n.kl.
Bedienung der Heizung	200	**65,6%**	19,6%	3,4%	11,4%	M	sig.	46,0%	**88,6%**	0,23	-0,85	M
Bedienung der Kühlung	192	**38,8%**	28,3%	13,9%	19,1%	M	sig.	10,5%	**80,9%**	0,42	-0,67	M
Bedienung des Sonnenschutzes	199	**68,6%**	18,3%	2,8%	10,3%	M	sig.	50,2%	**89,7%**	0,21	-0,87	M
Bedienung des Fensters	200	**77,3%**	13,1%	1,4%	8,2%	M	sig.	64,2%	**91,8%**	0,15	-0,90	M
Bedienung der Beleuchtung	197	**81,7%**	10,3%	0,9%	7,1%	M	sig.	71,5%	**92,9%**	0,11	-0,92	M
SOC1.6/3.1.7 Außenraumqualitäten												
Sonder-/Grünflächen im Erdgeschoss	244	11,2%	20,5%	**44,3%**	24,1%	A	sig.	20,2%	**75,9%**	0,65	-0,32	A
Soziokulturelle Nutzbarkeit von Außenraumflächen	169	19,0%	**25,0%**	**31,8%**	24,2%	A	n.sig.	6,8%	**75,8%**	0,57	-0,44	n.kl.
Freiflächen mit Pflanzen und Grünbereichen	164	21,9%	**33,3%**	**27,1%**	17,8%	O	n.sig.	6,2%	**82,2%**	0,60	-0,55	n.kl.
SOC 1.7/3.1.8 Sicherheit und Störfallrisiken												
ständig erreichbares Sicherheitspersonal	178	18,1%	7,7%	22,2%	**52,0%**	I	sig.	29,9%	**48,0%**	0,30	-0,26	I
Notrufsäulen im Gebäude vorhanden	186	6,7%	4,0%	33,5%	**55,8%**	I	sig.	22,3%	**44,2%**	0,38	-0,11	I
SOC 2.1/3.2.1 Barrierefreies Gebäude												
barrierefreies (rollstuhlgerechtes) Gebäude	219	29,1%	13,4%	18,1%	**39,4%**	I	sig.	10,3%	**60,6%**	0,31	-0,42	I
SOC2.2/3.2.4 Öffentliche Zugänglichkeit												
Öffentliche Zugänglichkeit	214	**34,7%**	11,6%	13,4%	**40,3%**	I	n.sig.	5,6%	**59,7%**	0,25	-0,46	n.kl.
SOC2.3 / 3.2.5 Fahrradkomfort												
Fahrradstellplätze	217	**31,5%**	16,4%	17,8%	**34,3%**	I	n.sig.	2,7%	**65,7%**	0,34	-0,48	n.kl.
Duschen und Umkleiden	205	8,6%	6,0%	35,1%	**50,3%**	I	sig.	15,2%	**49,7%**	0,41	-0,15	I

KRITERIUM / ATTRIBUT	n	∑h(M)	∑h(O)	∑h(A)	∑h(I)	h_{max}	Fong Test	CAT	TOT	CS^+	CS^-	KANO Kategorie
SOC3.1 / 3.3.1 Verfahren zur städtebaulichen und gestalterischen Konzeption												
Gestaltung/Architektur des Gebäudes	195	5,0%	9,5%	**56,2%**	29,4%	A	sig.	26,8%	**70,6%**	0,66	-0,14	A
SOC3.2/3.3.2 Kunst am Bau												
künstlerische Elemente im Gebäude	199	5,2%	6,4%	**48,6%**	39,8%	A	sig.	8,8%	**60,2%**	0,55	-0,12	A
PRO1.5/5.1.5 Schaffung von Vorraussetzungen für eine optimale Nutzung und Bewirtschaftung												
Verfügbarkeit von Informationen über das Gebäude	145	8,1%	5,7%	35,7%	**50,5%**	I	sig.	14,9%	**49,5%**	0,41	-0,14	I
SITE1.1/6.1.1 Mikrostandort												
Außenlärm	199	9,1%	25,1%	**48,2%**	17,5%	A	sig.	23,1%	**82,5%**	0,73	-0,34	A
SITE1.3/6.1.4 Verkehrsanbindung												
Entfernung zur U-Bahn	214	**34,3%**	15,0%	11,5%	26,4%	M	sig.	7,9%	**60,8%**	0,30	-0,56	M
Entfernung zur S-Bahn	215	**32,3%**	14,9%	14,1%	**30,4%**	M	n.sig.	1,8%	**61,3%**	0,32	-0,51	n.kl.
Entfernung zur Bushaltestelle	179	18,4%	16,7%	**30,8%**	**34,1%**	I	n.sig.	3,3%	**65,9%**	0,47	-0,35	n.kl.
Entfernung zur Staßenbahnhaltestelle	177	13,7%	16,3%	**38,1%**	**32,0%**	A	n.sig.	6,1%	**68,0%**	0,54	-0,30	A
Entfernung zum Fernverkehr	180	6,2%	6,0%	**43,1%**	**44,7%**	I	n.sig.	1,6%	**55,3%**	0,49	-0,12	n.kl.
PkW Stellplätze	203	**52,2%**	24,2%	7,5%	16,2%	M	sig.	28,0%	**83,8%**	0,32	-0,76	M
SITE1.4/6.1.5 Nähe zu nutzungsrelevanten Objekten und Einrichtungen												
Entfernung zum Kindergarten	223	8,2%	1,3%	11,0%	**69,3%**	I	sig.	58,3%	**20,6%**	0,14	-0,11	I
Entfernung zur Kinderkrippe	223	6,3%	1,0%	11,4%	**72,0%**	I	sig.	60,7%	**18,6%**	0,14	-0,08	I
Entfernung zum Allgemeinarzt	223	8,8%	1,4%	10,8%	**66,6%**	I	sig.	55,7%	**21,1%**	0,14	-0,12	I
Entfernung zur Apotheke	222	12,1%	3,6%	14,6%	**49,2%**	I	sig.	34,5%	**30,3%**	0,23	-0,20	I
Entfernung zur Kantine	199	**27,3%**	10,5%	9,8%	**25,4%**	M	n.sig.	1,8%	**47,6%**	0,28	-0,52	n.kl.
Entfernung zu Einkaufsmöglichkeiten	222	18,8%	7,8%	10,5%	**25,3%**	I	sig.	6,5%	**37,0%**	0,29	-0,43	I

A8-1 Wirkungsbasierte Gewichtungen auf Basis des integrativen Ansatzes[1)]

	Nr. DGNB	Nr. BNB	Kriterien	Kriterien-gewichtungen DGNB NBV12	Kriterien-gewichtungen BNB NBV11	wirkungsbasierte Gewichungen - integrativer Ansatz $v_1(k_i)$	$\sum v_1(k_i)$	$\hat{w}^*_{i,1}$	$w_{i,1}$
Soziokulturelle und funktionale Qualität	SOC1.1	3.1.1	**Thermischer Komfort Winter**	2,16%	2,01%	1,006	**16,628**	6,05%	**2,02%**
	SOC1.1	3.1.2	**Thermischer Komfort Sommer**	2,16%	2,01%	1,088		6,54%	**2,18%**
	SOC1.2	3.1.3	**Innenraumluft-qualität**	2,60%	2,41%	1,400		8,42%	**2,81%**
	SOC1.3	3.1.4	**Akustischer Komfort**	0,87%	0,80%	0,817		4,92%	**1,64%**
	SOC1.4	3.1.5	**Visueller Komfort**	2,60%	2,41%	0,953		5,73%	**1,91%**
	SOC1.5	3.1.6	**Einflussnahme-möglichkeiten Nutzer****	1,73%	1,61%	1,001		6,02%	**2,01%**
	SOC1.6	3.1.7	**Außenraum-qualitäten**	0,87%	0,80%	1,102		6,63%	**2,21%**
	SOC1.7	3.1.8	**Sicherheit und Störfallrisiken**	0,87%	0,80%	0,869		5,23%	**1,74%**
	SOC2.1	3.2.1	**Barrierefreiheit****	1,73%	1,61%	0,739		4,45%	**1,48%**
	SOC2.2	3.2.4	**Öffentliche Zugänglichkeit****	1,73%	1,61%	0,713		4,29%	**1,43%**
	SOC2.3	3.2.5	**Fahrradkomfort****	0,87%	0,80%	0,770		4,63%	**1,54%**
	SOC3.1	3.3.1	**Sicherstellung städtebaulichen u.gestalterischen Qualität ****	2,60%	2,41%	0,801		4,82%	**1,61%**
	SOC3.2	3.3.2	**Kunst am Bau****	0,87%	0,80%	0,665		4,00%	**1,33%**
	SOC3.3	*	**Grundriss-qualitäten**	0,87%		0,807		4,85%	**1,62%**
Techn. Qualität	TEC1.2	4.1.1	**Schallschutz**	4,09%	5,63%	0,617		3,71%	**1,24%**
	TEC1.3	4.1.2	**Wärme-/ feuchte-schutzt. Qualität d. Gebäudehülle**	4,09%	5,63%	1,014		6,10%	**2,03%**
Standortqualität	SITE1.1	6.1.1 6.1.2	**Mikrostandort**	0,00%	0,00%	0,879		5,28%	**1,76%**
	SITE1.3	6.1.4	**Verkehrs-anbindung****	0,00%	0,00%	0,840		5,05%	**1,68%**
	SITE1.4	6.1.5	**Nähe zu nutzungs-relevanten Einrichtungen****	0,00%	0,00%	0,546		3,29%	**1,10%**

*nicht Bestandteil dieses Bewertungssystems **Datenbasis f.wirkungsbasierte Gewichtungen z.T. aus Sekundäranalyse

A8-2 Wirkungsbasierte Gewichtungen auf Basis des hierarchischen Ansatzes[1)]

	Nr. DGNB	Nr. BNB	Kriterien	Kriterien-gewichtungen		wirkungsbasierte Gewichungen - hierarchischer Ansatz			
				DGNB NBV12	BNB NBV11	$v_1(k_i)$	$\sum v_1(k_i)$	$\hat{w}_i^*$	w_i
Soziokulturelle und funktionale Qualität	SOC1.1	3.1.1	**Thermischer Komfort Winter**	2,16%	2,01%	1,006	**12,732**	7,90%	**1,78%**
	SOC1.1	3.1.2	**Thermischer Komfort Sommer**	2,16%	2,01%	1,088		8,55%	**1,92%**
	SOC1.2	3.1.3	**Innenraumluft-qualität**	2,60%	2,41%	1,400		11,00%	**2,47%**
	SOC1.3	3.1.4	**Akustischer Komfort**	0,87%	0,80%	0,817		6,42%	**1,44%**
	SOC1.4	3.1.5	**Visueller Komfort**	2,60%	2,41%	0,953		7,48%	**1,68%**
	SOC1.5	3.1.6	**Einflussnahme-möglichkeiten Nutzer****	1,73%	1,61%	1,001		7,86%	**1,77%**
	SOC1.6	3.1.7	**Außenraum-qualitäten**	0,87%	0,80%	1,102		8,66%	**1,95%**
	SOC1.7	3.1.8	**Sicherheit und Störfallrisiken**	0,87%	0,80%	0,869		6,83%	**1,54%**
	SOC2.1	3.2.1	**Barrierefreiheit****	1,73%	1,61%	0,739		5,81%	**1,31%**
	SOC2.2	3.2.4	**Öffentliche Zugänglichkeit****	1,73%	1,61%	0,713		5,60%	**1,26%**
	SOC2.3	3.2.5	**Fahrradkomfort****	0,87%	0,80%	0,770		6,05%	**1,36%**
	SOC3.1	3.3.1	**Sicherstellung städtebaulichen u.gestalterischen Qualität ****	2,60%	2,41%	0,801		6,29%	**1,42%**
	SOC3.2	3.3.2	**Kunst am Bau****	0,87%	0,80%	0,665		5,23%	**1,18%**
	SOC3.3	*	**Grundriss-qualitäten**	0,87%		0,807		6,34%	**1,43%**

*nicht Bestandteil dieses Bewertungssystems **Datenbasis f.wirkungsbasierte Gewichtungen z.T. aus Sekundäranalyse

1) Hinweise zur Berechnung der wirkungsbasierten Gewichtungen: Beim Kriterium akustischer Komfort wurden die Attribute (3) und (4) aufgrund der niedrigen Antwortzahl nicht in die Berechnung einbezogen. Beim Kriterium Fahrradkomfort wurde zusätzlich das Attribut „Ausleuchtung der Fahrradstellplätze“ aus dem Kriterium Sicherheit und Störfallrisiken einbezogen.

A9 Anwendung der wirkungsbasierten Gewichtungen

Kriterien	Gebäude 1				Gebäude 2			
	Erreichte BWP	gewichtet nach DGNB NBV12 [%]	gewichtet nach wirkungsbasierten Gewichtungen - **hierarchisch [%]**	Differenzen [%]	Erreichte BWP	gewichtet nach DGNB NBV12 [%]	gewichtet nach wirkungsbasierten Gewichtungen - **hierarchisch [%]**	Differenzen [%]
Thermischer Komfort Winter	90	1,947	1,60	0,346	80	1,731	1,42	0,308
Thermischer Komfort Sommer	90	1,947	1,73	0,217	85	1,839	1,63	0,204
Innenraumluft-qualität	100	2,596	2,47	0,122	100	2,596	2,47	0,122
Akustischer Komfort	100	0,865	1,44	-0,579	80	0,692	1,16	-0,463
Visueller Komfort	74	1,921	1,25	0,676	61	1,584	1,03	0,557
Einflussnahme-möglichkeiten Nutzer	71	1,229	1,26	-0,027	92	1,592	1,63	-0,035
Außenraum-qualitäten	45	0,389	0,88	-0,487	60	0,519	1,17	-0,650
Sicherheit und Störfallrisiken	88	0,762	1,35	-0,590	81	0,701	1,24	-0,543
Barrierefreiheit	75	1,298	0,98	0,318	3	0,052	0,04	0,013
Öffentliche Zugänglichkeit	32	0,554	0,40	0,151	100	1,731	1,26	0,471
Fahrradkomfort	83	0,718	1,13	-0,412	10	0,087	0,14	-0,050
Sicherstellung der städtebaulichen u.gestalterischen Qualität	50	1,300	0,71	0,592	50	1,300	0,71	0,592
Kunst am Bau	10	0,087	0,12	-0,031	10	0,087	0,12	-0,031
Grundriss-qualitäten								
∑=		**15,613**	**15,318**	**0,296**		**14,510**	**14,014**	**0,496**