

PROGNOSE VON SIEDLUNGSABFÄLLEN

UNTERSUCHUNGEN ZU DETERMINIERENDEN FAKTOREN UND METHODISCHEN ANSÄTZEN

vorgelegt von
Diplom-Ingenieur
Vassilios Karavezyris

Vom Fachbereich 07 – Umwelt und Gesellschaft
der Technischen Universität Berlin
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Ingenieurwissenschaften
– Dr.-Ing. –
genehmigte Dissertation

Promotionsausschuß:
Vorsitzender: Prof. Dr. V. Hartje
Berichter: Prof. Dr. Dr. B.-M. Wilke
Berichter: Prof. Dr. K.-P. Timpe

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 25. Juli 2000

Berlin 2000
D 83

Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt allen, die mein Vorhaben unterstützt haben. Prof. Klaus-Peter Timpe hat in seiner liebevollen Art die vorliegende Arbeit mit größter Sorgfalt, Engagement und Einsicht betreut. Prof. Berndt-Michael Wilke hat in allen kritischen Phasen mir sehr geholfen, Hindernisse zu überwinden und meiner Arbeit effektiv voranzutreiben.

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie und insbesondere Herr Thomas Schwilling haben das Vorhaben mit großem Interesse verfolgt und Daten zur Verfügung gestellt. Dadurch konnte dieses Projekt vorangebracht werden.

Dr. Alexander Fink und Dr. Oliver Schlake, die die Firma Scenario Management International in Paderborn führen, waren sehr aufgeschlossen und kooperativ. Ihre fachliche Unterstützung förderte die Validierung der Auswertungen ganz wesentlich.

Ohne die Bereitschaft der vielen Expertinnen und Experten an Interviews teilzunehmen, wäre die empirische Untersuchung nicht möglich gewesen.

Alle Studenten des Faches Systemtechnik, die sich mit Teilaspekten der Thematik beschäftigten, haben durch ihre interessierte Mitarbeit zur Lösung vieler Details beigetragen. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Bedeutung der Leistung von Herrn Marko Lange hervorzuheben.

Meine ehemaligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von ARGUS – vor allem Herr Martin Barghoorn, Herr Peter Gössele und Herr Bertram Zwisele –, Herr Holger Alwast von der Firma Prognos und Dr. Martin Pohlmann vom Landesumweltamt Brandenburg, haben konstruktive Kritik an wesentlichen Punkten geübt und wichtige Informationen und Daten zur Verfügung gestellt. Dies gilt ebenfalls für die Mitarbeiterinnen und die Mitarbeiter des Fachgebietes Mensch-Maschine-Systeme und des Fachgebietes Abfallwirtschaft, insbesondere Frau Irini Fotiadou und Herrn Javier Aizpuru.

Die Kommission zur Vergabe von Promotionsstipendien gemäß Nachwuchsförderungsgesetz Berlin hat den finanziellen Rahmen für die Durchführung der Arbeit bewilligt.

Allen genannten sei für ihre Unterstützung bei der Anfertigung der vorgelegten Dissertation sehr gedankt.

Von besonderer Bedeutung ist die Unterstützung, die mir von Freunden stets angeboten wurde. Danken möchte ich insbesondere meiner Lebensgefährtin, Martha Kalantzi sowie meinen guten Freunden Dr. Dimitris Papadopoulos, Herrn Michalis Papanikolaou und Herrn Douglas Henderson.

Diese Arbeit möchte ich meiner lieben Mutter, Victoria Keramida und ihrem früh verstorbenen Bruder, Dimitris Keramidas widmen.

Vorwort

Während meines letzten Studienjahres an der Technischen Universität Berlin erfuhr ich – eher zufällig – in einem Gespräch mit Dr. Pohlmann, Mitarbeiter des Landesumweltamtes Brandenburg, von der Problematik der Abfallprognosen. Das Gespräch war der Ausgangspunkt für meine bis heute andauernde Auseinandersetzung mit diesem Thema.

In meiner Diplomarbeit habe ich die auf Landesbene praktizierten Prognosen sowie ihre methodischen Prinzipien untersucht und die verwendeten Heuristiken formal beschrieben. Ausgehend von der Kritik an den, meines Erachtens sehr reduktionistischen, Prognoseansätzen habe ich mich dann mit der methodischen Entwicklung beschäftigt. Dabei war es mein Anliegen nicht, Rezepte für bessere Prognosezahlen zu geben, sondern Möglichkeiten zu erforschen und zu demonstrieren, mit denen Abfallprognosen systematischer und transparenter erstellt werden können. Es wird den Fachkreisen überlassen zu beurteilen, inwiefern das vorliegende Ergebnis meiner Bemühungen gelungen ist.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde bezugnehmend auf die Berliner Abfallwirtschaft gezeigt,

1. welche Sachverhalte besonders relevant für Abfallprognosen sind und
2. wie die Erstellung solcher Prognosen durch die Anwendung einer formalisierten Szenario-Technik operationalisiert werden kann.

Es wurden acht Schlüsselfaktoren und sie näher beschreibende Merkmale ermittelt, um eine fundierte Basis für weitere Prognosen von Siedlungsabfallmengen darzustellen. Darüber hinaus wurden zwei Grundscenarien konstruiert, die mögliche, alternative Entwicklungen für Berlin bis zum Jahr 2020 beschreiben.

Diese Ergebnisse wurden durch die Kombination von Methoden zur Wissenserschaffung mit quantitativen Verfahren (Konsistenz- und Clusteranalyse) gelöst. Die Erstellung der Szenarien war angelehnt an die Vorgehensweise einer formalisierten Szenario-Technik, des „Szenario-Managements“.

Die methodenkritische Diskussion ergab, daß die entwickelten Methoden den Anforderungen der üblichen Gütemaße – Konkordanz, Reliabilität, Validität und Utilität – gerecht wurden. Lediglich die Reduktion der Konsistenzmatrix sowie die Konstruktion der Zukunftsprojektionen weisen Aspekte auf, die in anderen Forschungsarbeiten gesondert behandelt werden sollten.

Alle hier vorgestellten Methoden und Verfahren können im Rahmen der Abfallwirtschaftsplanung eingesetzt werden. Hinsichtlich einer erhöhten Effektivität zur Erstellung von Abfallszenarien wird empfohlen, besonders folgenden Punkten Rechnung zu tragen:

1. Bei der Festlegung von Zukunftsprojektionen sollten sehr weite Wissens- und Informationspools herangezogen werden; möglicherweise auch solche, die eher selten mit der einschlägigen abfallwirtschaftlichen Problematik in Berührung kommen.
2. Die Erfassung und Auswertung von Konsistenzwerten ist den Analysen von subjektiven Wahrscheinlichkeiten vorzuziehen. Die erstellten Szenarien können pauschal auf ihre Wahrscheinlichkeit hin beurteilt werden.
3. Die Clusterung in Rohszenarien ist weniger von der Auswahl der (hierarchischen) Fusionierungsverfahren abhängig. Ausschlaggebend für die entsprechenden Analysen ist die Größe der Anfangspartition, d. h. die Anzahl der zu erarbeitenden Projektionsbündel. Bei ihrer Ermittlung muß mit erhöhtem

Aufwand und Anforderungen an mathematisch-statistischer Kompetenz gerechnet werden.

Die Komplexität der abfallwirtschaftlichen Phänomene in Zusammenhang mit dem noch theoriearmen Wissenskontext lassen nur sehr kleine Spielräume für effektive Abfallprognosen offen. Diese Spielräume können sinnvoll ausgenutzt werden, indem neben den üblichen Heuristiken auf formalisierte Szenario-Techniken zurückgegriffen wird.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	1
Vorwort	3
Zusammenfassung	5
Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	11
1 Einleitung	13
2 Zielstellung	17
3 Bezugsgegenstand: Abfallwirtschaft in Berlin	19
3.1 Rechtliche Grundlagen	20
3.2 Organisation	21
3.2.1 Planung	22
3.2.2 Entsorgung	23
3.3 Datengrundlagen	26
3.4 Prognosen	30
4 Wissensgrundlagen	35
4.1 Abfallwirtschaftliche Sachverhalte	35
4.1.1 Kuppelproduktion	36
4.1.2 Externe Effekte	38
4.1.3 Materie, Energie und Entropie	39
4.1.4 Volkswirtschaftliche Leistung	41
4.1.5 Organisation der Abfallwirtschaft	43
4.2 Prognosen	45
4.2.1 Erkenntnistheoretische Zugänge	45
4.2.2 Planungstechnische Ansätze	48
4.3 Abfallprognosen	49
5 Lösungsaufbau	55
5.1 Erkenntnistheoretischer Rahmen	56
5.2 Methodisches Schema	57

5.3	Systemdefinition	58
6	Methodik	61
6.1	Einflußanalysen	61
6.2	Wissenserfassung	62
6.3	Szenario-Techniken	65
6.3.1	Ansätze zur Erstellung	65
6.3.2	Anmerkungen zum Szenario-Management	66
7	Durchführung der Untersuchung	73
7.1	Szenariofeld-Analyse	73
7.2	Szenario-Vorbereitung	74
7.3	Szenario-Prognostik	75
7.4	Szenario-Bildung	80
8	Ergebnisse der Untersuchung	83
8.1	Einflußfaktoren	83
8.2	Schlüsselfaktoren	86
8.3	Zukunftsprojektionen	88
8.4	Konsistenzen und Wahrscheinlichkeiten	94
8.5	Szenarien	97
9	Diskussion und kritische Würdigung der Ergebnisse	103
9.1	Konkordanz	104
9.2	Reliabilität	106
9.3	Validität	108
9.4	Utilität	109
10	Ausblick auf die Anwendung von formal erstellten Szenarien	111
	Anhang A – Zeittafel	115
	Anhang B – Zwischenergebnisse	117
	Literaturverzeichnis	125

Abbildungsverzeichnis

3.1	Beispiele für Entsorgerverhältnisse in Berlin	27
8.1	System-Grid der einleitenden Einflußanalyse	85

Tabellenverzeichnis

3.1	Entsorgungsanlagen für die Berliner Siedlungsabfälle gemäß Abfallentsorgungsplan 1995	23
3.2	Deponien für die Berliner Siedlungsabfälle gemäß Abfallentsorgungsplan 1995	24
3.3	Bruttoaufkommen, einwohnerspezifisches Aufkommen und prozentualer Anteil fester Siedlungsabfallarten in Berlin 1992, ohne Klärschlämme und Bauabfälle gemäß Abfallentsorgungsplan 1995	28
3.4	Entwicklung des Bruttoaufkommens fester Siedlungsabfälle 1992-1996, ohne Klärschlämme und Bauabfälle, gemäß Mediationsbericht 1997; Angaben in 1000 Mg	29
3.5	Entwicklung des Verhältnisses der verwerteten zu den beseitigten Siedlungsabfallmengen 1992-1996, ohne Klärschlämme und Bauabfälle, in Anlehnung an Mediationsbericht 1997; Angaben in 1000 Mg und in v. H.	29
3.6	Bruttoaufkommen der festen Siedlungsabfälle in Berlin, ohne Klärschlämme und Bauabfälle gemäß Abfallentsorgungsplan 1995: Stand 1992 und Prognose 2005; Angaben in 1000 Mg	30
3.7	Entsorgungsoptionen für die festen Siedlungsabfälle in Berlin, ohne Klärschlämme und Bauabfälle gemäß Abfallentsorgungsplan 1995: Aufkommen und Anteile; Stand 1998 und Prognose 2005; Angaben in 1000 Mg	31
3.8	Prognoseszenarien des Mediationsberichts 1997	32
3.9	Prognosen des Nettoaufkommens 2005 fester Siedlungsabfälle in Berlin, ohne Klärschlämme und Bauabfälle, gemäß dem Mediationsbericht 1997; Angaben in 1000 Mg	33
4.1	Überblick über die wichtigsten Prognosemethoden und -techniken	49
5.1	Übersicht des Berliner Abfallwirtschaftssystems	60
8.1	Einschätzungen der Konsistenzen (I) und der Wahrscheinlichkeiten (II)	96
8.2	Verteilung der Anteile der Zukunftsprojektionen in der 2-Cluster-Lösung in Abhängigkeit von der Reduktion der partiellen Inkonsistenzen; r = Reduktionsniveau	98
8.3	Berliner Abfallszenarien: Eindeutige Ausprägungen	99

8.4 Berliner Abfallszenarien: Mehrdeutige Ausprägungen	101
------------------------------------------------------------------	-----

1 Einleitung

Abfallprognosen sind zu einem unverzichtbaren Element der Abfallwirtschaftsplanung geworden. Sie sind eine wichtige Grundlage für Entscheidungen über die Gestaltung der künftigen Entsorgungskapazitäten. Die nachfolgende Arbeit spiegelt den Versuch wider, fundierte Zugänge zu der Beantwortung einer entscheidenden Frage, die in diesem Zusammenhang gestellt wird, zu finden. Diese Frage lautet: „Welche Behandlungs- und Beseitigungskapazitäten sollen langfristig in einem Planungsgebiet sichergestellt werden?“.

Bei der Erstellung von Abfallprognosen, die den Anspruch wissenschaftlicher Tätigkeit gerecht werden sollen, kommt man nicht umhin, zunächst über den Sachverhalt der *Abfallwirtschaft* sowie ihre historische Entwicklung zu reflektieren. Während Grundzüge der Abfallwirtschaft schon lange am Rande von ökonomischen Analysen in Betracht gezogen wurden [118, S. 120 ff.], erfolgte ihre Institutionalisierung und gesetzliche Verankerung sowie ihre Etablierung als Forschungs- und Lehrschwerpunkt in der Bundesrepublik Deutschland wie in anderen wirtschaftlich hoch entwickelten Ländern zusammen mit den Umweltwissenschaften erst seit Anfang der 70er Jahre.

In den sozialwissenschaftlichen Disziplinen wird zwar Abfall in Zusammenhang mit der Schaffung, Umwandlung und Vernichtung von *Werten* [198] bzw. mit der Konstruktion des „Wertvollen“ analysiert [130]. Eins von den wenigen Beispielen hierzu ist Thompsons’ „rubbish theory“, die im Kontext der sozialen Anthropologie entstanden ist [198]. Thompson geht von einem dynamischen Modell aus, das die Beziehungen zwischen vergänglichen Dingen, dauerhaften Dingen und Abfällen erklärt. Die Entstehung des Abfalls steht allerdings nicht *per se* im Mittelpunkt der theoretischen Untersuchung von Thompson, sondern wird als grundlegende Hypothese operationalisiert, um die Wandlung von sozialen Werten zu erklären. Abfall wird als begriffliches Mittel verwendet, um Phänomene wie gesellschaftliche Ausgrenzung, Selbstkontrolle und Machterhalt beschreiben und erklären zu können. Dennoch gibt es sonst kaum theoretische Ansätze, die auf die Entstehung und Prognose von Siedlungsabfall als *primäre Forschungsziele* abzielen. Mit Ausnahme der von Riebel beschriebenen Theorie der Kuppelproduktion [174], auf die später eingegangen wird, hat sich das Engineering samt seinen naturwissenschaftlichen Grundlagen zu wenig mit der Analyse und vor allem Prognose des Abfalls beschäftigt.

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen betrachtet in seinem Sondergutachten von 1990 die Abfallwirtschaft zunächst „aus ökologischer Sicht als Teil der allgemeinen ‘Stoffwirtschaft’, die „naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten

der Erhaltung und Wiederverwendung jeglicher Materie“ [63, S. 21] unterliegt. Dann folgert er, daß, solange die Entsorgung im Vergleich zu der Versorgung im technisch-ökonomischen System unterentwickelt bleibt, der Begriff „Abfallwirtschaft eher als Forderung zu interpretieren“ ist [63, S. 38]. Desweiteren geht er detailliert auf rechtliche, ökonomische, technische und toxikologische Aspekte der Abfallwirtschaft ein. Diese Einteilung ist charakteristisch für die akademisch vorherrschenden Ansätze zur Abfallwirtschaft.

Es ist keineswegs generell eindeutig, wie die wichtigen abfall- und stoffbezogenen Begriffe semantisch einzuordnen sind. Der „klassischen“ Abfallwirtschaft wird zwar, im Rahmen der gesetzlich geforderten Kreislaufwirtschaft, eine nachhaltige Existenzberechtigung zugeschrieben. So sagt z. B. Thomé-Kozmiensky dazu [197, S. 17]:

„Abfallwirtschaft wird jetzt häufig als Kreislaufwirtschaft bezeichnet; das ist falsch. Auch wenn wir prinzipiell auf dem Wege zu einer Kreislaufwirtschaft sind, kann Abfallwirtschaft nur ein Teil der Kreislaufwirtschaft sein. Dabei wird die Abfallwirtschaft sich von einer reinen Beseitigungswirtschaft zu einer Entsorgungswirtschaft mit den Bereichen Verwertung und Beseitigung wandeln.“

Heutzutage wird jedoch auch darüber gesprochen, daß diese Abfallwirtschaft durch eine übergeordnete Stoffwirtschaft langfristig ersetzt wird. Ansätze, die darauf hinweisen, finden sich seit Anfang der 90er Jahre in den Arbeiten von Enquete-Kommissionen [72] und neuerdings, in bundespolitischen programmatischen Zielsetzungen [54]. Demzufolge dürfen ab 2020 keine Abfälle deponiert werden.

Unabhängig von dem realen Diskursverlauf der Verhältnisse zwischen Abfallwirtschaft, Stoff- und Kreislaufwirtschaft scheint, daß die Herausbildung der Abfallwirtschaft zu einer *eigenständigen Disziplin* mit der Zeit schwieriger wird. Somit entsteht das Bild eines gesellschaftlichen Anliegens, das darauf abstellt, ein allgemein anerkanntes Problem mit politischen, rechtlichen und technischen Mitteln zu bewältigen, ohne sich auf eine lange und/oder eigene Wissenschaftstradition und -vision stützen zu können.

Bis es soweit ist, daß man nicht mehr von Abfall-, sondern von Stoffwirtschaft in der Theorie und in der Praxis spricht, *müssen* Abfälle beseitigt werden. Bundesweit sind in der Zeit zwischen 1977 und 1997 die Siedlungsabfallmengen von rund 25,5 Mio Mg auf 37,0 Mio Mg angestiegen, einwohnerspezifisch jedoch (um 433 kg/E,a) etwa konstant geblieben [171]. Innerhalb der insgesamt „entsorgten“ Mengen hat es massive Verlagerungen von den der Beseitigung zugeführten Mengen auf die der Verwertung zugeführten Mengen hin gegeben. Daß trotz der stark rückläufigen Tendenzen bei den Restabfallmengen weitere kommunale Kapazitäten eingerichtet werden sollen, ist zur Zeit auf die Vorgaben der Technischen Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen [65] zurückzuführen.

Aus kommunaler sowie regionaler Sicht fällt die Erstellung von zutreffenden Abfallprognosen deshalb so schwierig, weil diese nicht nur von „abfallendogenen“

– falls es solche überhaupt gibt – Sachverhalten, z. B. Bevölkerung, bestimmbar sind, sondern erheblich durch politisch-rechtliche Entwicklungen belastet wird. Die künftigen Auswirkungen der Technischen Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen sind nur eins in der Menge von Beispielen, die große Unsicherheit sowie Ungewißheit verbergen. Zu dieser Menge gehören die Umsetzung der rechtlichen Abgrenzung zwischen Verwertung und Beseitigung, die Neuorientierung der kommunalen Daseinsvorsorge sowie der Kampf zwischen den „Verfahrensparadigmen“, d. h. zwischen den Verbrennungs- und den mechanisch-biologischen Technologien. Diese Problematiken werden mit der Frage nach der Entwicklung der europäischen Umwelt- und Abfallpolitik noch diffuser.

Das Problem der Abfallprognosen endet nicht mit der Festlegung von künftigen Jahresmengen, sondern beginnt damit. Wesentlich für die Planung sind ebenfalls Grundannahmen über andere zusammenhängenden Informationen, wie z. B. regionale Unterschiede, Spitzenbelastungen der Behandlungsanlagen, die Zusammensetzung der Inputs, thermische Eigenschaften usw. Dennoch ist selbst der Schritt der Mengenermittlung mit so vielen methodischen und praktischen Problemen behaftet, daß er gesondert betrachtet werden soll.

2 Zielstellung

Der Gesetzgeber hat vorgeschrieben, daß die öffentlichen Entsorgungsträger sowie die zuständigen Behörden Abfallwirtschaftskonzepte und Abfallwirtschaftspläne erstellen sollen, die unter anderem prognostische Aussagen beinhalten [93, § 29, Absatz 1]:

„Die Abfallwirtschaftspläne stellen dar

1. die Ziele der Abfallvermeidung und -verwertung sowie
2. die zur Sicherung der Inlandsbeseitigung erforderlichen Abfallbeseitigungsanlagen.

Die Abfallwirtschaftspläne weisen aus

1. zugelassene Abfallbeseitigungsanlagen und
2. geeignete Flächen für Abfallbeseitigungsanlagen zur Endablagerung von Abfällen (Deponien) sowie für sonstige Abfallbeseitigungsanlagen.

... Bei der Darstellung des Bedarfs sind künftige, innerhalb eines Zeitraums von mindestens zehn Jahren zu erwartende Entwicklungen zu berücksichtigen.“

Somit stellt sich die Frage, welches sind die künftigen, zu berücksichtigenden abfallwirtschaftlichen Entwicklungen und wie sind diese zu ermitteln. Im Hinblick auf den Bedeutungsgehalt von Prognosen soll vorweg in *Prognosegrundlagen*, *Prognosemethoden* und *Prognoseäußerungen* unterschieden werden. Im Alltagssprachgebrauch werden Prognosen synonym für die Prognoseäußerungen verwendet, was auch im folgenden eingehalten wird. Im Mittelpunkt der Untersuchung stehen allerdings nicht die Abfallprognosen im Sinne von Prognoseäußerungen, sondern ihre Prognosegrundlagen, d. h. Wissen und Information sowie die zu ihrer Erstellung anzuwendenden Prognosemethoden. Hinsichtlich der Verwendung und Anwendung der Grundlagen- und Methodenermittlung wird daher in zwei Hinsichten differenziert:

- Prognosegrundlagen: Welche sind die sachlichen Faktoren, die Einfluß auf den tatsächlichen Verlauf von Abfallmengen nehmen?
- Prognosemethoden: Wie kann die Kenntnis über diese Faktoren derart genutzt werden, daß fundierte Prognoseäußerungen über künftige Abfallmengen den Entscheidungsträgern zugänglich gemacht werden?

Die Beantwortung dieser Fragen wird als angestrebte Problemlösung aufgefaßt.

Hinsichtlich der Grundlagen werden zwei Bereiche untersucht. Zum einen werden die bisher bekannten theoretischen Grundlagen der Abfallwirtschaft vorgestellt. In diesem Zusammenhang ist besonders wichtig, daß die *Schlüsselfaktoren* herauskristallisiert werden, die wirklich relevant für die anzustrebende Prognose sind. Zum anderen, da davon ausgegangen wird, daß die vorhandenen Ansätze zur Prognose künftiger Siedlungsabfallmengen noch entwicklungsbedürftig sind, wird besonderer Wert auf die Untersuchung des Sachverhaltes „Abfallprognose“ in seinem wissenschaftlichen Kontext gelegt. Schon allein der Anspruch auf „Wissenschaftlichkeit“ leitet zu einer Reihe von epistemologischen Fragen über, die vertieft werden müssen. Vor allem soll der Spielraum zwischen „pragmatischen“ Methoden, die sich stringenter wissenschaftlicher Kontrolle entziehen und solchen, die deduktiv-nomologische Anforderungen erfüllen, beleuchtet werden. Es soll nicht zuletzt ein methodischer Rahmen entwickelt werden, der weitere Möglichkeiten für die Integration wissenschaftlicher Sichtweisen in die Realität der Planung eröffnet. Dieser Rahmen soll anwendungsorientiert sein, insofern er konform mit den üblichen Datenstrukturen ist, ohne aber dadurch bedingt zu werden.

Das Ziel der Prognose wird als der Stand der Mengen der in ferner Zukunft zu behandelnden und zu beseitigenden Siedlungsabfälle in einem bestimmten Planungsgebiet definiert. Idealerweise sollte eine Problemlösung universelle Gültigkeit haben, das heißt in *jedem* Planungsgebiet verifizierbar sein. Dieses Vorhaben ist aber nicht darauf ausgerichtet, allgemeine Gesetzmäßigkeiten aufzustellen, sondern anhand eines singulären Beispiels die wesentlichen Merkmale, die Besonderheiten, die Schwachstellen sowie den Nutzen *einer* Möglichkeit aufzuzeigen. Hierbei wird der Anspruch erhoben, die angestrebte Lösung derart transparent und nachvollziehbar darzustellen, daß sie durch weitere und spätere Arbeiten verifizierbar ist. Die Prognose soll langfristig und explorativ sein. Als räumlich-organisatorischer Bezugsgegenstand wird das Land Berlin zugrundegelegt.

3 Bezugsgegenstand: Abfallwirtschaft in Berlin

Die durch nicht zuletzt hygienische Gründe bedingte Sorge um die Beseitigung städtischer Abfälle existiert bereits seit Jahrhunderten [60,71]. Wichtige Meilensteine der Entwicklungen diesbezüglich werden im Anhang A zusammengefaßt. Die städtische Erweiterung Berlins und die Bevölkerungszunahme, insbesondere gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, gingen mit der Nutzung des Brandenburger Umlands als Ablagerungsgebiet einher [5]. Nach dem Zweiten Weltkrieg erfolgte die Abfallbeseitigung West-Berlins auf ungeordneten Ablagerungen und auf fünf Großdeponien innerhalb der Stadtgrenzen, in Spandau, Wannsee, Marienfelde, Rudow und Lübars [121, S. 131 ff.]. Bedingt durch die ansteigende Knappheit des in Berlin verfügbaren Deponieraums wurde 1972 ein Zweijahresabkommen über Abfallexporte in die vormalige DDR getroffen. Später, im Jahr 1974, durfte West-Berlin im Rahmen des sogenannten Langfristvertrages mit der DDR Brandenburger Deponien mit seinen Siedlungs- und Sonderabfällen für die nächsten zwanzig Jahre verfüllen. Somit wurden die bis dato akuten Entsorgungsprobleme West-Berlins externalisiert. Zudem wurden politische Entscheidungen, wie z. B. über den Ausbau der seit Ende der 60er Jahre in Ruhleben betriebenen Müllverbrennung¹, die jahrelang zur Diskussion standen, weiter verschoben [121, S. 138].

Seit Anfang der 90er Jahre fallen in Berlin jährlich mehr als 2,0 Mio Mg Siedlungsabfälle an, die zu verwerten, zu behandeln und/oder zu beseitigen sind. Die Gestaltung, die Regelung und die Überwachung der erforderlichen Maßnahmen ist gesetzlich verankert. Hierbei sind insbesondere das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG), das Landesabfallgesetz (LAbfG) sowie das Berliner Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfGBln) von Belang. Die Abfallprognosen werden im Rahmen der geregelten Abfallwirtschaft sowie der Abfallwirtschaftsplanung in Anspruch genommen, welche im folgenden erläutert werden.

¹Die Müllverbrennungsanlage – bzw. das Abfallbehandlungswerk-Nord – in Ruhleben ging 1967 in Betrieb [38]. Sie wurde bis 1974 auf acht Kessellinien ausgebaut. In den 80er Jahren wurden diese durch Rauchgasreinigung ergänzt. Die Kapazität der Ruhlebener Anlage beträgt 520.000 Mg Abfall pro Jahr. Etwa 30 v. H. dieser Mengen bleiben als Schlacke und Asche übrig, wovon der größte Teil im Tiefbau verwendet wird. Lediglich rund 13.000 Mg Schadstoffe pro Jahr werden in Sonderabfalldeponien eingelagert. Neben der primären Aufgabe der Abfallbeseitigung ergibt ihr Betrieb rund 13.000 Mg Eisenschrott pro Jahr sowie Strom und Wärme. Der entstehende Hochdruckheißdampf wird an das benachbarte Kraftwerk Reuter abgegeben. Der Betrieb der Anlage genügt den immissionsschutzrechtlichen Anforderungen. Die Errichtungskosten für eine ähnliche Anlage würden sich heute auf 0,8 bis 1,0 Mrd. DM belaufen.

3.1 Rechtliche Grundlagen

Innerhalb des deutschen Abfallrechtes, das seit Anfang der 70er Jahre gilt, sind drei Gesetze beschlossen worden, die bundesweit als Meilensteine für die Abfallwirtschaft angesehen werden: das Abfallbeseitigungsgesetz von 1972, das Abfallgesetz von 1986 und das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) von 1996 [79]. Jedes dieser Gesetze war ausschlaggebend für die Inhalte der zeitgemäßen abfallwirtschaftlichen Diskurse. Während in den 70er Jahren die Aufgabe einer umweltverträglichen Beseitigung und in den 80er Jahren die Aufgabe einer intensivierten Verwertung im Vordergrund stand, wird heute der „Schonung der natürlichen Ressourcen“ und der „Kreislaufwirtschaft“ eine größere Bedeutung beigemessen. In dieser Zeit sind ebenfalls eine Vielzahl von Landesabfallgesetzen, Verordnungen, Richtlinien, Verwaltungsvorschriften und Erlasse entstanden, die die Vorgaben der Bundesgesetzgebung weiter konkretisierten.²

In allen Fällen löst eine abfallrechtliche Entwicklung intensive Auseinandersetzungen über Grundsätze, Terminologien, Inhalte, Interpretationen und Handlungsspielräume bei den betroffenen Kreisen aus. In den letzten Jahren sind beispielsweise immer mehr Stimmen laut geworden, die die Sinnhaftigkeit der programmatisch festgelegten Hierarchie, welche das Leitbild abfallwirtschaftlicher Planung und Handlung seit drei Jahrzehnten maßgeblich prägt (d. h. Vermeidung hat Vorrang vor Verwertung und sie wiederum Vorrang vor Beseitigung), in Frage stellen. Infolge des KrW-/AbfG ist außerdem in vielen Fällen die Abgrenzung zwischen Verwertung und Beseitigung sehr umstritten [2]. Nicht zuletzt umstritten ist, ob die Bestimmungen der Technischen Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen, die eine Behandlung von Restabfällen durch thermische Behandlung implizieren, langfristig eingehalten werden können und sollen oder nicht. Die Entwicklung und Umsetzung des Abfallrechts führt aber nicht nur zu Verschiebungen der diskursiven Schwerpunkte, sondern auch zu tatsächlichen Veränderungen in der Realität des Alltags, wie vor allem die Einführung des Dualen Systems demonstriert hat.

In dem sehr komplexen rechtlichen Rahmen von europäischen und deutschen Regelungen nimmt heute das KrW-/AbfG eine zentrale Rolle ein. Gemäß den Bestimmungen des KrW-/AbfG ist das Land Berlin öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger, vertreten durch die für die Abfallwirtschaft zuständige Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, der die in Berlin angefallenen und überlassenen Abfälle aus privaten Haushaltungen und Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen zu verwerten oder zu beseitigen hat.³ Neben dem KrW-/AbfG ist das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfGBln), das 1999 das frühere Landesabfallgesetz (LAbfG) [94] abgelöst hat, besonders relevant für die Organisation der Berliner Abfallwirtschaft und -entsorgung [95]. Die

²Parallel zu den bundes- und landesweiten abfallrechtlichen Entwicklungen hat sich das Abfallrecht der Europäischen Union entwickelt, das ebenfalls relevant für die deutsche Abfallwirtschaft war und ist.

³Die Zuständigkeit für die Abfallbeseitigung Berlins hat in den letzten drei Jahrzehnten mehrmals gewechselt [121, S. 129 f.]. In den 70er Jahren lag sie bei der Senatsverwaltung für Verkehr und Betriebe sowie der Senatsverwaltung für Finanzen. 1978 ging sie in das Ressort Gesundheit und Umweltschutz über. Heute befindet sie sich in der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie.

Zuständigkeiten für die Entsorgung sind in § 5 Absatz 1 KrW-/AbfGBln festgelegt worden:

„Das Land Berlin ist verpflichtet, die auf seinem Gebiet angefallenen Abfälle zu entsorgen. Diese Aufgaben nehmen für das Land Berlin die Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR) wahr mit Ausnahme von Klärschlämmen von Abwasserbehandlungsanlagen des Landes Berlin, die durch die Berliner Wasserbetriebe (BWB) entsorgt werden, und von Bauabfällen, die von der für die Bauabfallbeseitigung zuständigen Senatsverwaltung entsorgt werden.“

Somit haben die Besitzer von Abfällen das Recht und die Pflicht, die zu beseitigenden Abfälle, soweit sie nicht von der öffentlichen Entsorgungswahrnehmung ausgeschlossen werden, den Berliner Stadtreinigungsbetrieben⁴ zu überlassen. Im wesentlichen bedeutet dies, daß die Berliner Stadtreinigungsbetriebe eine Art von rechtlich geregelter Monopolstellung im Beseitigungsmarkt einnehmen. Diese Stellung bleibt auf einen mengenmäßig kleinen Bereich der insgesamt entstandenen Abfälle beschränkt.

Zuständige Behörde für die Entsorgung von den Bauabfällen war bis Mitte 1997 die Senatsverwaltung für Bauen, Wohnen und Verkehr. Auf Grund der Umstrukturierung der Berliner Verwaltung während der 13. Legislaturperiode wurde jedoch die Bauabfallwirtschaft in den Aufgabenbereich der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie eingegliedert.

In §§ 6, 7 und 14 KrW-/AbfGBln sind, entsprechend den Bestimmungen von §§ 19, 20 und 29 KrW-/AbfG, das zentrale Werk der Abfallwirtschaftsplanung sowie seine Grundlagen festgelegt worden, d. h. der Abfallwirtschaftsplan, das ihm zugrundegelegte, regelmäßig fortzuschreibende Abfallwirtschaftskonzept und die jährlich zu erstellende Abfallbilanz. Das Abfallwirtschaftskonzept muß mindestens den Nachweis einer zehnjährigen Entsorgungssicherheit für die Abfallbeseitigung Berlins enthalten.

3.2 Organisation

Die Planung und Durchführung der Abfallentsorgung baut auf dem übergeordneten rechtlichen Grundlagen sowie auf einer Vielzahl nachgeordneter Verträge auf, die zwischen verschiedenen Entsorgungsträgern und dem Land Berlin abgeschlossen sind. Solche Verträge sind in der Regel nicht öffentlich zugänglich, was die

⁴War die Frage nach dem Bestand der Berliner Stadtreinigungsbetriebe jahrelang offen, soll sie durch die Verabschiedung des KrW-/AbfGBln eindeutig geklärt worden sein [34]. In der Begründung der Vorlage zur Beschlußfassung des KrW-/AbfGBln wird erörtert, daß die Berliner Stadtreinigungsbetriebe weder als vertraglicher, noch als gesetzlicher Drittbeauftragter des Landes Berlin aufgefaßt werden; stattdessen nehmen sie für das Land Berlin „den Aufgabenkreis der Entsorgung als Teil der mittelbaren Landesverwaltung wahr“ [4, S. 11]. Zugleich wird dort anerkannt, daß die Stellung der Berliner Stadtreinigungsbetriebe privilegiert ist. Die Rückenstärkung für die Berliner Stadtreinigungsbetriebe ist damit gerechtfertigt, daß die Berliner Stadtreinigungsbetriebe in den vergangenen Jahren hohe Investitionen für Abfallentsorgungsanlagen getätigt haben, die der Aufrechterhaltung einer ordnungsgemäßen Abfallentsorgung zugute kommen.

Transparenz der Abfallentsorgung stark beeinträchtigt. Die nachfolgende Darstellung der Organisation der Berliner Abfallwirtschaft beruht im wesentlichen auf Informationen, die in den Abfallentsorgungsplänen, in der Dokumentation der Materialien des Abgeordnetenhauses von Berlin (Drucksachen, Plenarprotokolle und Ausschußprotokolle) sowie in den Geschäftsberichten der Berliner Stadtreinigungsbetriebe enthalten sind.

3.2.1 Planung

Infolge des Landesabfallgesetzes (LAbfG) sind bislang

- das Abfallwirtschaftsprogramm 1994 [3],
- der Abfallentsorgungsplan (ohne Bauabfälle) 1995 [176] und
- der Abfallwirtschaftsplan – Teilplan Bauabfall 1999 [1]

durch die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie erstellt worden. Alle drei Werke werden als Grundlagen für Planung und Organisation der Berliner Abfallwirtschaft aufgefaßt, die dazu dienen, die Ziele des Landesabfallgesetzes zu verwirklichen. Diese Ziele spiegeln die „klassische“ abfallwirtschaftliche Hierarchie wider, wonach der Abfallvermeidung Vorrang vor der Verwertung und dieser wiederum Vorrang vor der umweltschonenden Beseitigung eingeräumt wird.

Der Gegenstandsbereich des Abfallentsorgungsplanes ohne Bauabfälle, um den es sich hier handelt, besteht aus zwei Teilbereichen, dem Teilbereich „Siedlungsabfälle“ und dem Teilbereich „Sonderabfälle“. Als Siedlungsabfälle werden sieben Abfallarten unterschiedlicher Herkunft festgelegt:

- Hausmüll,
- hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (Geschäftsmüll),
- Gewerbeabfälle (produktionsspezifisch),
- Sonderdienste,
- Sperrmüll,
- Straßenkehricht und
- Klärschlämme.

Mit Ausnahme der Klärschlämme werden diese Abfallarten in der Praxis als *feste* Siedlungsabfälle bezeichnet. Die Definitionen sowie die technischen Vorgaben des Abfallentsorgungsplans richten sich nach den Begriffsbestimmungen der Technischen Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen [65].

Berlin als dicht besiedelter Flächenstaat verfügt praktisch über keine Depo-
niekapazitäten und kann seine Abfallentsorgung nicht autonom gestalten. Die

Berliner Abfallwirtschaft ist direkt angewiesen auf Abstimmungen bzw. Zusammenarbeit mit dem Land Brandenburg. In diesem Zusammenhang sind bereits ein Konsortialvertrag sowie ein Koordinierungsrat entstanden [15]. Schwerpunkte der Zusammenarbeit der beiden Länder sind: [176]

- jede Abfallentsorgung muß dem Territorialprinzip entsprechen;
- das Land Brandenburg übernimmt Berliner Abfälle erst nach Reduzierung und – soweit möglich – Vorbehandlung;
- die Restabfälle aus Berlin werden schienengebunden oder auf dem Wasserweg nach Brandenburg transportiert.

Die Kooperation zwischen Berlin und Brandenburg erstreckt sich auch auf die Bereiche der Sonderabfall- und Bauabfallentsorgung und betrifft dort die Entsorgung von den, im Sinne des KrW-/AbfG, besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, die aus Gewerbe und Industrie herkommen und andienungspflichtig sind. Zu diesem Zweck ist 1994 die Sonderabfallgesellschaft Berlin/Brandenburg eingerichtet worden. An ihrem Stammkapital sind die beiden Länder sowie zwei Gesellschaften bürgerlichen Rechts als Zusammenschluß von Entsorgungsunternehmen und Sonderabfallherzeugern zu jeweils 25 v. H. beteiligt.

3.2.2 Entsorgung

Zur Entsorgung der Berliner Siedlungsabfällen, ohne Klärschlämme, stehen acht Anlagen (s. Tabelle 3.1) sowie fünf Deponien zur Verfügung (s. Tabelle 3.2). Im Jahr 1994 betrug die gesamte Kapazität der Entsorgungsanlagen 1.916.500 Mg [176, S. 4318].

Tabelle 3.1: Entsorgungsanlagen für die Berliner Siedlungsabfälle gemäß Abfallentsorgungsplan 1995

Anlagentyp	Betreiber	Standort
Gewerbeabfallsortieranlage	Alba Recycling GmbH	Reinickendorf
Kompostierungsanlage	BSR	Zehlendorf
Kompostierungsanlage	AWU (Fa. Alba)	Pankow
Kompostierungsanlage	AWU (Fa. Alba)	Hohenschönhausen
Restmüllverbrennungsanlage	BSR	Spandau
Umladestation	BSR	Pankow
Umladestation	BSR	Spandau
Umladestation	BSR	Neukölln

Quelle: [176].

Alle Siedlungsabfall- sowie Bauabfalldeponien befinden sich außerhalb Berlins im Land Brandenburg und werden zum größten Teil durch die Märkische Entsorgungsanlagen Betriebsgesellschaft mbH betrieben. Die Klärschlämme werden in

Klärwerken, Kläranlagen, Klärschlammverbrennungsanlagen in Berlin und Brandenburg sowie im Sekundärverwertungszentrum „Schwarze Pumpe“ in Sachsen durch die Berliner Wasserbetriebe behandelt. Die Sonderabfälle können chemisch-physikalisch in Berlin und Brandenburg, in der Sonderverbrennungsanlage Schöneiche in Brandenburg behandelt oder in der Sonderabfalldeponie Röthehof in Brandenburg abgelagert werden.

Die hoheitliche Aufgabe der Abfallbeseitigung ist rechtlich in § 5 Absatz 1 KrW-/AbfGBln, § 2 Absatz 4 BerlBG, und § 2 Absatz 3 BerlBG geregelt und durch das Land Berlin an die Berliner Stadtreinigungsbetriebe übertragen worden [16,39,40]. Die Berliner Stadtreinigungsbetriebe sind ein ehemaliger Eigenbetrieb, der im Jahre 1994 auf Grund des Berliner Betriebegesetzes (BerlBG) [37] in eine Anstalt des öffentlichen Rechtes umgewandelt wurde.⁵ Der Vorstand leitet die Berliner Stadtreinigungsbetriebe – gemäß § 7 BerlBG – in eigener Verantwortung nach kaufmännischen Grundsätzen, soweit nichts anderes gesetzlich bestimmt wird. In der Rolle der Berliner Stadtreinigungsbetriebe verbergen sich insofern Konflikte, denn diese sollen, abgesehen von den Dienstleistungen, die sie erbringen, gleichzeitig wirtschaftlich erfolgreich und sozial zufriedenstellend sein. Außerdem soll bei ihrer Führung landespolitischen Aspekten Rechnung getragen werden [15]:

„Die BSR sollen nach kaufmännischen Grundsätzen agieren, sie müssen sich aber übergeordneten Zielen des Landes Berlin (z. B. Erfüllungen der Verpflichtungen des Landes Berlin aus dem zwischen den Ländern Berlin und Brandenburg abgeschlossenen Konsortialvertrag und dem Beschluß des Berlin-Brandenburgischen Koordinierungsrates) beugen, auch wenn dies eine Ergebnisverschlechterung der BSR zur Folge hätte“.

Tabelle 3.2: Deponien für die Berliner Siedlungsabfälle gemäß Abfallentsorgungsplan 1995

Betreiber	Standort
BSR	Wernsdorf
BSR	Schwanebeck
BSR	Schöneicher Plan
MEAB	Vorketzin
MEAB	Schöneiche

Quelle: [176].

Der Aufsichtsrat der Berliner Stadtreinigungsbetriebe legt den Wirtschaftsplan

⁵In den Geschäftsjahren 1994 bis 1996 beschäftigten die Berliner Stadtreinigungsbetriebe über 8.000 Personen, für die sie jährlich mehr als 50 v. H. ihres Umsatzes aufwendeten [39–42]. Mehr als die Hälfte der Umsatzerlöse wurden durch die Entgelte für Abfallwirtschaftsleistungen, d. h. für Abfallbeseitigung, erzielt. Außerdem wurde mehr als ein Drittel dieser Erlöse durch Entgelte für Reinigungsleistungen erzielt. Einen verhältnismäßig kleinen Anteil an Umsatzerlösen – weniger als sieben v. H. – machten Geschäfte im Auftrag der DASS aus. Der gesamte Umsatz betrug über 1,1 Mio DM. Dabei ergab sich jährlich ein negativer Überschuß in der Größe von 1,3 bis 4,3 v. H. Ab 1997 ist die Mitarbeiterzahl auf weniger als 7400 Beschäftigte sowie der finanzielle Personalaufwand um vier v. H. reduziert worden. Der Umsatz wurde auf fast 1,4 Mio DM gesteigert [42,43].

sowie die Tarife und Entgelte für die Straßenreinigung sowie die Abfallentsorgung, für die Anschluß- und Benutzungszwang besteht, fest. Der Aufsichtsrat setzt sich zusammen aus einem vom Berliner Senat zu bestimmenden Mitglied, sieben von der Gewährträgerversammlung sowie acht vom Gesamtpersonalrat zu bestellenden Mitgliedern.

Das Tarifmodell der Berliner Stadtreinigungsbetriebe stützt sich auf drei Grundlagen:

- *Tarifstruktur* auf Grund der Teilbepreisung von Einzelleistungen über einen Erlösträger;
- Dichtesysteme als *Bemessungsgrundlage*;
- degressiver *Tarifverlauf*.

Die hauptsächliche Erlösträger für die Abfallwirtschaftsleistungen der Berliner Stadtreinigungsbetriebe ist die Restmülltonne bzw. die „graue Tonne“ [140]. Durch diese werden andere, entgeltfreie Dienstleistungen unterschiedlichen Charakters finanziert, wie z. B. die Einsammlung von Weihnachtsbäumen, der Betrieb von Recyclinghöfen oder die städtische Abfallberatung. Die letzten Tarifänderungen diesbezüglich erfolgten zum 1. April 1999 [210]. Gegenüber der vorletzten Änderungen, die ab dem 1. Januar 1997 galten⁶, ist eine generelle Reduktion der Entgelte zu verzeichnen. Die Entgelte bei einer regelmäßigen, wöchentlich einmaligen Entleerung der gängigsten Behältern schwanken zwischen 109,64 DM (Hofstandgefäße: 60 l) und 511,28 DM (Hofstandgefäße: 1.100 l) pro Quartal.

Neben der Anlagen und Deponien (s. Tabelle 3.1) befindet sich die für das Kerngeschäft (Straßenreinigung und Abfallentsorgung) der Berliner Stadtreinigungsbetriebe erforderliche Infrastruktur auf sieben Betriebshöfen bzw. „Einzugsgebieten“ und 34 Recyclinghöfen innerhalb der Stadtgrenzen. Die Erfassung der für die Verwertung vorgesehenen Abfälle wird haushaltnah (Holsystem) oder im öffentlichen Straßenbereich bzw. an zentralen Sammelplätzen (Bringsystem) vorgenommen.

⁶Die vorletzten Tarife waren durchschnittlich um 34 v. H. höher als jene der früheren Fassung. Nach einem Aufsatz von Landerer und Paschla ist diese Erhöhung ausschließlich auf die Berücksichtigung externer Effekte zurückzuführen [140]. Diese externen Effekte sind die Abführung der Eigenkapitalverzinsung in Höhe von 4 v. H. an das Land Berlin sowie die Sanierung der Brandenburger Deponien. Die Finanzierung der Brandenburger Deponien ist mit großen politischen und rechtlichen Komplikationen verbunden, was durch die Streitigkeit um die Deponieentgelte belegt wird. In dem Konsortialvertrag einigten sich die Länder Berlin und Brandenburg im Sommer 1993 darin, daß alle Brandenburgischen Deponien, die der Entsorgung Berliner Abfälle dienen, von der Märkischen Entsorgungsanlagen Betriebsgesellschaft mbH betrieben werden. Ferner sollten die notwendigen Investitionen durch eine entsprechende Kalkulation der Deponieentgelte für die Märkischen Entsorgungsanlagen Betriebsgesellschaft mbH finanziert werden. Die dafür erforderlichen Regelungen sollten in einem Entsorgungsvertrag zwischen der Märkischen Entsorgungsanlagen Betriebsgesellschaft mbH und dem Land Berlin festgeschrieben werden. Auf der Grundlage der von der Berliner Stadtreinigungsbetrieben in den Jahre 1993 bis 1995 abgelieferten Mengen hat die Märkische Entsorgungsanlagen Betriebsgesellschaft mbH unter Einrechnung der Kosten für Sicherung und Sanierung der Altkörper ein Deponieentgelt von 170 DM/Mg Siedlungsabfall errechnet. Der Vorstand der Berliner Stadtreinigungsbetriebe, die in den letzten Jahren immer kleinere Abfallmengen anlieferte, ging dagegen von 134 DM/Mg aus [5]. Zum Schluß hat jedoch die Gewährträgerversammlung der Berliner Stadtreinigungsbetriebe am 2. Juli 1998 verbindliche Beschlüsse gefaßt, die die Umsetzung einer vom gemeinsamen Koordinierungsrat Berlin-Brandenburg am 11. Mai 1998 getroffenen Vereinbarung sicherstellte. Danach sollten die Berliner Stadtreinigungsbetriebe im Jahr 1998 weitere 230.000 Mg zu je 170 DM/Mg liefern, wobei diese Menge und der Preis der Gesamtkalkulation bis zur Mindestverfüllmenge einbezogen werden sollen [15].

Der mengenmäßig größte Anteil der Verwertung der Siedlungsabfälle erfolgt über das Duale System Deutschland (DSD) bzw. die von ihr beauftragten Firma DASS. Hierbei handelt es sich um die Fraktionen von Papier-Pappe-Kartonage, Glas und Leichtverpackungen. Neben den Berliner Stadtreinigungsbetrieben gibt es mehrere Firmen, die an der Sammlung, Sortierung und Verwertung dieser Fraktionen im Auftrag der DASS agieren. Weitere Abfälle zur Verwertung umfassen Sperrmüll, Elektrik- und Elektronikschrott und Bioabfälle, wobei ebenfalls verschiedene Firmen beteiligt sind [211].

Es ist nicht allgemein bekannt, inwiefern die Berliner Stadtreinigungsbetriebe mit anderen Entsorgungsunternehmen, wie z. B. die Firmen Alba und DASS kooperieren oder mit ihnen in Konkurrenz stehen. Auch der Abfallentsorgungsplan ohne Bauabfälle 1995 liefert kein vollständiges Bild über die über die Beseitigung hinausgehende Berliner Siedlungsabfallwirtschaft. Wenig angesprochen wird beispielsweise die Verwertung von Abfällen wie Altholz, Kühlgeräten, Elektronikschrott, Altautos und Verpackungsmaterialien. Die im Plan enthaltene Abfallvermeidung und die Abfallverwertung werden insofern dargestellt, als erwartet wird, daß diese bezogen auf die Abfallarten (s. S. 22) durch die Aktivitäten der Berliner Stadtreinigungsbetriebe sowie Alba und der DASS instrumentalisiert werden.

Auf eine kleine Anfrage über Kooperation der Berliner Stadtreinigungsbetriebe mit anderen Unternehmen sah sich der Senator für Wirtschaft und Betriebe, der gleichzeitig Vorstandsmitglied der Berliner Stadtreinigungsbetriebe war, aus rechtlichen Gründen nicht in der Lage, Auskünfte über diese Sachverhalte zu geben [7]. Das Verhältnis zwischen den Berliner Stadtreinigungsbetrieben und den privaten Entsorgungsträgern könnte in einigen Geschäftsfeldern als Kooperation und in anderen als Konkurrenz bezeichnet werden. Die Beispiele der Abbildung 3.1 deuten auf Aspekte dieses Verhältnisses hin.

Insgesamt bleibt die Anbieterstruktur der Entsorgungswirtschaft intransparent. Eine genauere Analyse dieses Sachverhaltes wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht angestrebt.

3.3 Datengrundlagen

Daten über die behandelten und beseitigten Abfallmengen werden vom Statistischen Bundes- und Landesamt erhoben. Dabei handelt es sich nur um Mengen, die in öffentlichen Anlagen zur Behandlung und Beseitigung angeliefert werden.⁷ Nicht erfaßt werden viele Abfälle, die z. B. in gewerblich genutzten Anlagen beseitigt werden, durch karitative Sammlungen wiederverwendet oder illegal beseitigt werden. Daher läßt sich auf die Höhe des tatsächlichen *gesamten* Abfallaufkommens (Bruttoabfallmengen) nicht zurückschließen.

⁷Für das Verständnis der Problematik der abfallwirtschaftlichen Mengenermittlungen sei hier auf die Arbeit von Ketelsen verwiesen [131, S. 29 ff.]. Der Autor stellt sehr ausführlich sieben Problemfelder bei der Deklaration, Zuordnung und Bilanzierung von Abfällen vor. Aus seinen Ausführungen sollte festgehalten werden, daß das gesamte Abfallaufkommen nicht durch die Daten der angelieferten Abfallmengen abgedeckt werden kann. Zur Ermittlung dieses Aufkommens gehören noch Mengen, die exportiert sowie solche die, in Abhängigkeit von sich zeitlich und geografisch-administrativ variierenden rechtlichen Bestimmungen und bilanztechnischen Verfahren, umdeklariert werden.

- Die getrennte Wertstoffeffassung für Altpapier (Nichtverpackungen bzw. Druckzeugnisse) unterliegt privat-rechtlichen Verträgen [9]. Die DASS zahlt an das Land Berlin für die Sondernutzung vom öffentlichen Straßenrand in Zusammenhang mit der Aufstellung von Sammelcontainern 1,65 DM pro Einwohner und Jahr [8]. Außerdem besitzt die DASS prinzipiell die Sondernutzungserlaubnis für die Glas-, PPK- und LVP-Standorte. Sie bedient sich dabei Subunternehmen, wie der Berliner Stadtreinigungsbetriebe, Firma Rhenus und der Firma Meyer. Diese Firmen haben teilweise auch selbst Sondernutzungserlaubnisse für Standorte eingeholt [10].
- Die Firmen Alba, DASS und die Berliner Stadtreinigungsbetriebe haben 1996 ein Projekt namens „Recycling Initiative Berlin“ initiiert, das vom Senat *nicht* gesteuert oder koordiniert wird [6]. Diese Initiative hat in Zusammenhang mit dem Landessportbund im März ein Projekt gestartet, in dem ein Abfallkonzept für den Yacht-Club Berlin-Grünau erarbeitet werden sollte.
- Die Firma Alba und die Berliner Stadtreinigungsbetriebe haben eine Gemeinschafts-GmbH (Bral) zur Betreibung einer Zerlegeanlage für Kühlschränke in Marzahn gegründet [11].
- Seit dem 9. Juni 1997 gibt es eine Kooperationsvereinbarung zwischen den Berliner Wasserbetrieben und den Berliner Stadtreinigungsbetrieben zur gemeinsamen Nutzung der Sekundärrohstoff Verwertungszentrum Schwarze Pumpe. Es handelt sich hierbei um gemeinsame Vertriebs- und Marketingaktivitäten ausschließlich für hochkalorische Abfälle zur Verwertung. Diesbezüglich lassen sich Auswirkungen auf die künftige Siedlungsabfallentsorgung Berlins nicht quantifizieren, „da es sich um Abfälle zur Verwertung handelt, die nicht dem Anschluß- und Benutzungszwang unterliegen und die BSR/BWB insoweit im Wettbewerb mit privaten Entsorgungsunternehmen agieren“ [14].
- Die Berliner Stadtreinigungsbetriebe haben sich, um ihren Straßenkehrschicht zu reinigen, 1997 mit Zustimmung ihres Aufsichtsrates an der GBAV (Gesellschaft für Boden- und Abfallverwertung mbH) mit 51% beteiligt.

Abbildung 3.1: Beispiele für Entsorgerverhältnisse in Berlin

In Bezug auf Berlin bleibt die umfangreichste und dennoch unvollständige Quelle für allgemein zugängliche Informationen über das Abfallaufkommen der Abfallentsorgungsplan ohne Bauabfälle [176] sowie der Abfallwirtschaftsplan [1]. Darüber hinaus sind wichtige Informationsquellen Studien und Gutachten, die im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie bzw. der Berliner Stadtreinigungsbetriebe erstellt werden. Es sollte noch angemerkt werden, daß die im Abfallentsorgungsplan angegebenen Mengen nicht auf der Ermittlung von Zeitreihen, sondern auf den Daten eines Basisjahres beruhen (s. Tabelle 3.3). In dem Fall der Siedlungsabfälle und der Sonderabfälle ist dieses das Jahr 1992. Den Mengen der behandelten Klärschlämme (127 Mio Mg, trockene Substanz) wurde das Basisjahr 1994 zugrundegelegt.

Die Summe der Tabelle 3.3 enthält eine Menge von ca. 0,4 Mio Mg, die in diesem Jahr der stofflichen Verwertung zugeführt wurde, was einen Anteil von 17 v. H. an dem Bruttoaufkommen der Siedlungsabfälle ausmacht. Somit ergab sich eine Restmenge von ca. 2,0 Mio Mg fester Siedlungsabfälle, die zu behandeln und zu beseitigen waren. Dieser Rest wurde 1992 größtenteils deponiert (67 v. H.), thermisch behandelt (15 v. H.) oder anderweitig beseitigt (1 v. H.).

Im Rahmen des letzten Mediationsverfahrens 1997 in Berlin wurden Angaben zur Entwicklung der verwerteten und beseitigten Abfallarten zwischen 1992 und 1996 gemacht. Die entsprechenden Daten wurden in einem Bericht (nachfolgend *Mediationsbericht*) durch die Firma G.A.T. und das Öko-Institut e. V.

Tabelle 3.3: Bruttoaufkommen, einwohnerspezifisches Aufkommen und prozentualer Anteil fester Siedlungsabfallarten in Berlin 1992, ohne Klärschlämme und Bauabfälle gemäß Abfallentsorgungsplan 1995

Abfallart	Mg	kg/E,a	v. H.
Hausmüll	1.142.000	330	48.0
Sperrmüll	59.000	17	2.5
Geschäftsmüll	100.000	29	4.2
Gewerbeabfall	910.000	263	38.3
Straßenkehrsicht	119.000	34	5.0
Sonderdienste	50.000	14	2.0
Summe	2.380.000	687	100.0

Quelle: [176].

erhoben [87]. Die Überprüfung der bis dato vorhandenen Datengrundlagen, auch die der Tabelle 3.3, ergab Modifikationen für den Stand von 1992. Die Tabelle 3.4 [87, Anhang 6] ist eine lückenhafte Darstellung des Bruttoaufkommens, denn sie umfaßt neben der Gesamtheit der durch die Berliner Stadtreinigungsbetriebe beseitigten Mengen nur einen Teil der insgesamt verwerteten Berliner Siedlungsabfälle, nämlich die, die unter die Sparten Hausmüll, Geschäftsmüll und Sperrmüll fallen. Außerdem ist nicht bekannt, wieviel aus dem in Gewerbe entstandenen Siedlungsabfallmengen in dem untersuchten Zeitraum verwertet wurde. Ungeachtet dessen wurde durch die Berliner Mediation deutlich, daß

- die beseitigten Gewerbeabfallmengen zurückgegangen sind (s. Tabelle 3.4) sowie
- das quantitative Verhältnis der verwerteten Mengen zu den behandelten und beseitigten Mengen sich wesentlich verändert hat (s. Tabelle 3.5).

Diese Tendenzen wurden auch für 1997 und 1998 konstatiert [17]:

„Nach der BSR-Entsorgungsbilanz reduzierte sich das Siedlungsabfallaufkommen zur Beseitigung von ca. 1,67 Millionen Tonnen (1996) auf ca. 1,50 Millionen Tonnen (1997). Auch für das Jahr 1998 ist eine deutliche Reduzierung der Siedlungsabfälle zu erwarten.

Nach den vorliegenden Daten über die Mengenentwicklung bis Juni 1998 reduzierte sich gegenüber 1997 das gewerbliche Abfallaufkommen durch Fremdanlieferer um 28,5 % bzw. das zu beseitigende Siedlungsabfallaufkommen um 12,4%“.

Das Verhältnis der durch die Berliner Stadtreinigungsbetriebe verwerteten Mengen zu den beseitigten Mengen von Siedlungsabfällen war 1992 noch 10 v. H. zu 90 v. H. Innerhalb von sechs Jahren hat es sich jedoch in fast 30 v. H. zu 70

Tabelle 3.4: Entwicklung des Bruttoaufkommens fester Siedlungsabfälle 1992-1996, ohne Klärschlämme und Bauabfälle, gemäß Mediationsbericht 1997; Angaben in 1000 Mg

Abfallart	1992	1993	1994	1995	1996
Hausmüll & Geschäftsmüll	1.441	1.481	1.474	1.469	1.455
Sperrmüll	93	120	117	105	128
Gewerbeabfall	929	639	455	386	400
Straßenkehricht	131	157	132	100	139
Summe	2.594	2.397	2.178	2.060	2.122

Quelle: [87].

v. H. verwandelt. In demselben Zeitraum nahmen die absoluten beseitigten Mengen um mehr als ein Viertel ab. Die Abnahme dieser Mengen betrifft vor allem die Abfälle gewerblicher Herkunft.

Tabelle 3.5: Entwicklung des Verhältnisses der verwerteten zu den beseitigten Siedlungsabfallmengen 1992-1996, ohne Klärschlämme und Bauabfälle, in Anlehnung an Mediationsbericht 1997; Angaben in 1000 Mg und in v. H.

Entsorgung	1992		1993		1994		1995		1996		1998	
Verwertung	269	10	367	15	356	16	405	20	445	21	550	29
Beseitigung	2.325	90	2.030	85	1.822	84	1.655	80	1.677	79	1.324	71
Summe	2.594	100	2.397	100	2.178	100	2.060	100	2.122	100	1.874	100

Quellen: [36,87].

Eine plausible Begründung für diese Entwicklungen ist, daß sich vor allem die Einrichtung des Dualen Systems und später das Inkrafttreten des KrW-/AbfG auf den Verlauf der beseitigten Mengen reduzierend ausgewirkt haben.⁸ Die Aufhebung der Monopolstellung für Verwertung in Berlin, wie auch bundesweit, ist mit der Entwicklung des bundesweiten „Müllmangels“ zusammengefallen: Die durch die Berliner Stadtreinigungsbetriebe zu beseitigenden Restabfallmengen sind innerhalb von vier Jahren um mehr als ein Viertel zurückgegangen. Daraus läßt sich allerdings nicht auf die Entwicklung des Bruttoaufkommens schließen, da die insgesamt zur Verwertung zugeführten Abfallmengen unbekannt sind.

⁸In diesem Zusammenhang wird in der Abfallwirtschaft zwischen „Verwertungsmengen“ und Mengen, die „der Verwertung zugeführt werden“ unterschieden. Ein Teil der der Verwertung zugeführten Abfälle wird beseitigt, was häufig statistisch *nicht* erfaßt wird. Somit können falsche Informationen über das wahre Verhältnis der Beseitigungs- zu den Verwertungsmengen entstehen.

3.4 Prognosen

Der Abfallentsorgungsplan enthält Mengenprognosen zum Aufkommen der Siedlungsabfälle im Jahr 2005. Dabei werden zwei Typen von Angaben gemacht:

- Zum einen wird angegeben, welche Siedlungsabfallmengen 2005 zu erwarten sind, wenn sich die bis dato Trends der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung fortsetzen (2.487.000 Mg).
- Zum anderen wird angegeben, wie dieselben Mengen reduziert werden können, wenn bestimmte abfallwirtschaftliche Maßnahmen ergriffen und umgesetzt werden (2.303.000 Mg).

Die Reduktion des Bruttoabfallaufkommens ergibt sich aus der Addition einzelner Reduktionsziele, die in dem dazwischenliegenden Zeitraum erreicht werden sollen. Zu der Reduktion des erwarteten Siedlungsabfallaufkommens sollen vor allem die Verwertung durch das Duale System, die Altpapiererfassung, die Bioabfallfassung und die Verwertung des Gewerbeabfalls beitragen. Die Verteilung des Siedlungsabfallaufkommens in 1992 sowie ihre Prognose für 2005 werden in der Tabelle 3.6 dargestellt.

Tabelle 3.6: Bruttoaufkommen der festen Siedlungsabfälle in Berlin, ohne Klärschlämme und Bauabfälle gemäß Abfallentsorgungsplan 1995: Stand 1992 und Prognose 2005; Angaben in 1000 Mg

Abfallart	1992	2005
Hausmüll	1.142	1.080
Sperrmüll	59	59
Geschäftsmüll	100	155
Gewerbeabfall	910	851
Straßenkehricht	119	119
Sonderdienste	50	39
Summe	2.380	2.303

Quelle: [176].

Der Vergleich des heutigen Standes mit der Prognose des Abfallentsorgungsplans für 2005 zeigt eindeutig, daß die Reduktionsziele bereits übertroffen wurden (s. Tabelle 3.7), was manchmal mit einer positiven Bewertung der Planungsprognose assoziiert wird.⁹ Es ist jedoch offensichtlich, daß die Prognosegüte in diesem Fall eine früher als erwartet abfallpolitische Zielerreichung adressiert, die durch *exogene* Gründe – vom Standpunkt der Landesplanung und des Vollzugs – verwirklicht werden konnte: Die Reduktion des Bruttoabfallaufkommens ist

⁹So hat z. B. der Staatssekretär im Rahmen einer Tagungsveranstaltung (16. bis 17. Februar 2000 in Berlin) vorgetragen, daß die Prognosen des Abfallentsorgungsplans sehr gut waren.

ursächlich auf die Wirkungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) zurückzuführen, insbesondere auf den Rückzug der Gewerbeabfallmengen zwecks Verwertung aus den öffentlichen Entsorgungsströmen.

Tabelle 3.7: Entsorgungsoptionen für die festen Siedlungsabfälle in Berlin, ohne Klärschlämme und Bauabfälle gemäß Abfallentsorgungsplan 1995: Aufkommen und Anteile; Stand 1998 und Prognose 2005; Angaben in 1000 Mg

Entsorgung	1998	2005
Stoffliche Verwertung	550	1.273
Thermische Behandlung	426	1.107
Deponierung	891	83
Summe	1.874	2.443

Quellen: [36,176].

Der bisher letzte Versuch, einen städtischen Konsens bezüglich der künftigen Abfallwirtschaft Berlins zu erreichen, wurde 1997 unternommen. Zentrale Themen der zu diesem Zweck organisierten Mediation¹⁰ waren die Überprüfung der im Abfallwirtschaftsprogramm enthaltenen Daten sowie die Entscheidung über die Gestaltung künftiger Abfallbehandlung und -beseitigung. Das Vorhaben scheiterte an den unüberbrückbaren Differenzen in den geäußerten Strategien der kontrahierenden Akteure. Der Abschlußbericht dieser Mediation enthält zwei gesonderte Abschlußberichte von Gruppen, die an dem Verfahren teilgenommen haben [157]. Es war zum Schluß nicht gelungen, die unterschiedlichen Meinungen auf einen Konsens hin zu integrieren. Wichtige Kontrahenten waren die sogenannten „Umwelt“ und „Wirtschaft“. Markante Mitglieder der Umweltgruppe waren Umweltorganisationen (z. B. Müllnetz), Bürgerinitiativen und Bündnis 90/die Grünen. Diesen stellten sich die größten Entsorgungsträger Berlins und die Industrie- und Handelskammer zu Berlin als Vertreter der Wirtschaftsgruppe entgegen. Während sich die beiden Gruppen in der Unterstützung der Einhaltung abfallrechtlicher Grundsätze einigten (z. B. Vermeidungsvorrang vor Verwertung und Beseitigung, Verbindlichkeit der Technischen Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen), konnten sie keinen Konsens bezüglich der künftigen Behandlung und Beseitigung von Siedlungsabfällen erreichen. Umstritten waren sowohl die jeweils prognostizierten Mengen als auch die vorgestellten Maßnahmen und Technologien, die zur Behandlung und Beseitigung dieser Mengen eingesetzt werden sollten. Die Umweltgruppe ging von 825.000 bis 855.000 Mg Abfälle aus, deren Entsorgung durch die bereits vorhandenen Kapazitäten sichergestellt werden konnte. Im Gegensatz dazu unterstellte die Wirtschaft, daß

¹⁰Die am 6. Juni 1996 beschlossene Mediation wurde durch einen Antrag der Bündnis 90/Die Grünen über Aktualisierung des Abfallwirtschaftsprogramms von 1992 [12] ausgelöst. Ziel dabei war ein „gesellschaftspolitischer Konsens“ durch Erörterung der Daten zur Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung und Untersuchung der Abfallvermeidung, der Auswirkungen der stofflichen und energetischen Verwertung auf das Mengengerüst und die Möglichkeiten der Behandlung der Berliner Siedlungsabfälle.

das Nettoaufkommen im Bereich zwischen 1.000.000 und 1.200.000 Mg liegen wird und plädierte für den Ausbau der Entsorgungskapazitäten. In diesem Zusammenhang wurde der Einsatz von Verfahren wie Thermoselekt, Kombination von Rostfeuerung-Müllheizung und Vergasung-Methanolsynthese vorgestellt [13]. Die diskutierten Prognosen beruhen in erster Linie auf dem Bericht von G.A.T. und Öko-Institut [87], der als Planungsgrundlage für den nächsten Abfallwirtschaftsplan Berlins dienen soll [35]. Als Prognosejahr wurde das Jahr 2005 zugrundegelegt.

Im Mittelpunkt der Prognosen des Mediationsberichts stehen zwei Zielgrößen (s. Tabelle 3.8): das gesamte Siedlungsabfallaufkommen (Bruttoprognose) und das Siedlungsabfallaufkommen, das nach dem Einsatz von Vermeidungs- und Verwertungsmaßnahmen zu behandeln und zu beseitigen ist (Nettoprognose). Diese Prognosen werden dort als *Prognoseszenarien* deklariert [87, S. 99 f.] und werden folgend näher erläutert. Grundlage für die Bruttoprognose sind

- die Bevölkerungsentwicklung für die Prognose des Hausmülls und Sperrmülls und
- die wirtschaftliche Entwicklung für die Prognose des Geschäftsmülls und der Gewerbeabfälle,

die im Rahmen vorangegangener Studien erstellt wurden. Darüber hinaus wird die Bedeutung von anderen, das Siedlungsabfallaufkommen beeinflussenden Faktoren, wie z.B. des Konsumverhaltens oder der technologischen Veränderungen anerkannt. Diese Faktoren werden dennoch nicht weiter berücksichtigt. Die gutachterliche Begründung dafür ist, daß derartige Größen „sich nicht zuverlässig quantifizieren lassen“ [87, S. 99 f.], „schwer zu belegen bzw. zu prognostizieren sind“ [87, S. 101] bzw. „nicht quantifizierbar (sind) und in die Prognose nicht einfließen (können)“ [87, S. 111]. Insgesamt wird in das Szenario der nachhaltigen Stadtentwicklung (Bevölkerungsanstieg in 2010 auf 3,49 Millionen Einwohner) und in das Szenario der Stadtflucht (Bevölkerungsabnahme in 2010 auf 3,40 Millionen Einwohner) unterschieden (s. Tabelle 3.9).

Tabelle 3.8: Prognoseszenarien des Mediationsberichts 1997

Zielgröße	Prognoseszenarien		Grundlagen
Bruttoaufkommen	Stadtflucht	Nachhaltige Stadtentwicklung	Bevölkerungsprognosen Wirtschaftsprognosen
Nettoaufkommen	Trendszenario	Reduktionsszenario	Bruttoaufkommen Vermeidung, Verwertung

Quelle: [87].

Grundlage für die Nettoprognose waren die Bruttoprognose sowie alternative, prozentuale Veränderungen der Vermeidungs- und Verwertungsquoten je nach Abfallart und -fraktion. Die angegebenen positiven Veränderungen basieren auf Einschätzungen seitens Gutachter. In Abhängigkeit von ihrer Höhe wurde in Trendszenarien und Reduktionsszenarien differenziert.

Tabelle 3.9: Prognosen des Nettoaufkommens 2005 fester Siedlungsabfälle in Berlin, ohne Klärschlämme und Bauabfälle, gemäß dem Mediationsbericht 1997; Angaben in 1000 Mg

	Stadtflucht	Stadtentwicklung
Trendszenario	961	969
Reduktionsszenario	855	863

In den Trendszenarien wurde unterstellt, daß das Bruttoaufkommen auf Grund der Wirkung von Maßnahmen, die bereits eingeführt bzw. beschlossen wurden sowie geltender landesrechtlichen Vorgaben, reduziert wird. Bei den Reduktionsszenarien wurde über die Annahmen für die Trendszenarien hinausgehend ermittelt, welche weitere Verminderung des Bruttoaufkommens zu erwarten ist, wenn „das auf Landesebene zur Verfügung stehende Instrumentarium an Vermeidungs- und Verwertungsmöglichkeiten vollständig ausgeschöpft werden würde“ [87, S. 99 f.]. Durch die Kombination verschiedener anderweitig erstellter Prognosen mit gutachterlichen Einschätzungen entstanden Prognoseszenarien für Menge und Zusammensetzung der 2005 anfallenden Siedlungsabfälle.

Die Prognosen des Mediationsberichts wurden, in Abhängigkeit von der jeweiligen Interessenlage, entweder positiv kommentiert oder kategorisch abgelehnt;¹¹ nicht zuletzt Ausschnitte aus der Tagespresse zeugen von der Brisanz, die das Mediationsverfahren geprägt hat [156,172,191,224]. Im Mittelpunkt der Dissense stand die Korrektheit der verwendeten Zahlen, der zusammenhängenden arithmetischen Operationen und der statistischen Schlußfolgerungen. Die Berliner Stadtreinigungsbetriebe und die Berliner Kraft- und Licht(Bewag)-Aktiengesellschaft haben während der Mediation gemeinsam Kritik an den Prognosen des Mediationsberichtes geäußert [33,44,45]. Die alternativen Mengenprognosen des Mediationsberichts (Trendszenario) waren niedriger als die daraufbezogenen Stellungnahmen (Angaben in 1000 Mg):

Abfallart	[87]	[33]	Differenz
Hausmüll	525	614	89
Sperrmüll	0	50	50
Gewerbeabfall	246	277	31
Geschäftsmüll	167	214	47
Straßenkehrsicht	26	39	13
Summe	965	1.195	-230.

¹¹Zum Beispiel hat das an der Mediation beteiligte Bezirksamt Lichtenberg festgestellt, daß „das Land Berlin mit dem G.A.T./Öko-Institut-Gutachten über eine der zuverlässigsten Datengrundlagen verfügt, die in den letzten 8 Jahren erstellt wurden, denn bisher wurden noch nie derart viele Datengrundlagen und Einflußfaktoren auf die zukünftige Mengenentwicklung berücksichtigt“ [225, S. 3]. Auch der Senator sei im Hinblick auf die Prognose des Mediationsberichts der Meinung gewesen, daß „die Zahlen sind sauber“ [191]. Im Gegensatz dazu, sollen die Berliner Stadtreinigungsbetriebe und die Berliner Kraft- und Licht(Bewag)-Aktiengesellschaft den Bericht als „tendenziös, unrealistisch und keine belastbare Planungsgrundlage“ [172] bzw. „unplausibel“ charakterisiert haben [224].

Somit war die Prognose der Berliner Entsorger für das Nettoaufkommen in 2005 (1.195.000 Mg) um 19 v. H. (230.000 Mg) höher als die des Mediationsberichtes (965.000 Mg).

Der gemäß den Vorgaben des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) [93, § 29] zu erstellende Abfallwirtschaftsplan – Teilplan Siedlungsabfall – für Berlin, sollte bis zu dem 31. Dezember 1999 vorliegen, was bisher, d. h. vor dem Redaktionsschluß dieser Arbeit, noch nicht realisiert ist. Aus der Sicht der zuständigen Senatsverwaltung ist die Verspätung hauptsächlich auf rechtliche Unsicherheiten bei der langfristigen Planung zurückzuführen. Diese Unsicherheiten sind derart hinderlich, daß die Planungsinstanzen offen zugeben [35, S. 75]:

„Wir sind in Berlin noch nicht in der Lage, ein überzeugendes und in sich stimmiges Entsorgungskonzept zu präsentieren. Das mögen manche bedauern; die bisher vermiedene Festlegung birgt allerdings die Chance, auf die sich verändernden Rahmenbedingungen zu reagieren. . . . Die Diskussion in den nächsten Wochen und Monaten muss insbesondere der Frage nachgehen, ob und in wie weit die Zauberformel des flexiblen Entsorgungskonzeptes trägt. Zu wünschen ist eine nüchterne und vorurteilsfreie Debatte über die Frage, ob und gegebenenfalls welche Überkapazitäten als Preis für eine langfristige Entsorgungssicherheit die Berlinerinnen und Berliner zu zahlen bereit sind.“

Grundlagen für die Erstellung des neuen Plans sind

- der Mediationsbericht,
- die jährlichen Bilanzen der Berliner Stadtreinigungsbetriebe, die bis einschließlich 1998 vorliegen,
- die aktualisierten Planzahlen der Bevölkerungsentwicklungen sowie
- Zahlen der Wirtschaft und des Arbeitsmarktes [35, S. 66].

In Bezug auf die für 2005 geschätzten Restabfallmengen, die der thermischen Behandlung in Ruhleben und der Ablagerung in Brandenburg zugeführt werden, geht die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie heute von 960.000 Mg aus. Im Hinblick darauf, daß künftig möglicherweise keine Gewerbeabfälle zur Beseitigung deklariert werden, will sie keine weiteren thermischen Behandlungsanlagen einrichten. Die zentrale Idee für den neuen Plan ist die Operationalisierung eines *flexiblen* Konzepts, das einerseits auf die gerade auch rechtlich bedingten Planungsunsicherheiten so reagieren kann, daß Überkapazitäten möglichst vermieden werden und das andererseits Bausteine festlegt, die Entsorgungssicherheit gewährleisten [35, S. 67].

4 Wissensgrundlagen

4.1 Abfallwirtschaftliche Sachverhalte

Abfallwirtschaftliche Sachverhalte können aus zwei Perspektiven betrachtet werden: aus einer physischen und aus einer ökonomischen. Die Analyse der jeweiligen Dimension setzen unterschiedliche Wissenstraditionen, -verständnisse und -interessenlagen voraus, die isoliert oder in Zusammenhang vertreten werden können. Das Zusammentreffen von ökonomischen und physischen Überlegungen findet zum einen innerhalb des neoklassischen ökonomischen Paradigmas statt. Hierbei handelt es sich um den Bereich der Umweltökonomie, der in seinen normativen Vorgaben durch die Externalitätenökonomie sowie die Ressourcenökonomie vertreten wird [185, S. 40 ff.]. Zum anderen erfolgt dieses Zusammentreffen in einem Kontext, der auf einer radikalen Kritik der „Neoklassik“ beruht: Die in den 90er Jahren herausragenden Leistungen der „ecological economics“ und der nachhaltigen Entwicklung könnten als ein Anliegen angesehen werden, daß darauf abzielt, die Synthese von Ökonomie und Ökologie auf Grund der ökonomischen Implikationen der Thermodynamik neu zu konstruieren. Es gibt unterschiedliche Ansätze zu diesem Kontext, die auf Entwicklungen innerhalb von zwei miteinander kommunizierenden Herkunftsbereichen zurückgeführt werden: auf die Theorie, so wie sie durch die wissenschaftliche Gemeinschaft und auf die Praxis, so wie sie von politischen und wirtschaftlichen Verfechtern und Agenten erzeugt und gestaltet wird [128]. Die Theorie wird durch verschiedene Sachverhalte und dazugehörige Debatten charakterisiert, insbesondere intergenerationelle Gerechtigkeit, ökologische Tragkapazität und entropische Irreversibilität. Die wirtschaftliche und neuerdings auch politische Praxis zur nachhaltigen Entwicklung wird von physikalisch orientierten Konzepten geprägt, die die Bewertung und Gestaltung der Wirtschaftlichkeit um das Kriterium der materiellen und energetischen Effizienz erweitern. Hofmeister hat in diesem Zusammenhang aufgezeigt, daß es in der heutigen Realität deutliche Anzeichen dafür gibt, daß eine Ablösung der Abfallwirtschaft durch Stoffwirtschaft stattfinden könnte [110]. Nach ihren Ausführungen manifestiert sich der Unterschied zwischen Abfallwirtschaft und Stoffwirtschaft an der Perspektive des gesellschaftlichen Anspruchs auf Reproduktion [110, S. 71]:

„Mit der *Abfallwirtschaft* wird der Versuch unternommen, das industrieökonomisch erzeugte, von den als ‘Abfälle’ hergestellten Stoffen ausgehende ökologische Zerstörungspotential abzuwehren: Indem die Abfallwirtschaft das unproduktive ökologische Resultat industrieller Produktion und Konsumtion im nachhinein zu korrigieren sucht, vermag sie

bestenfalls die von diesem ausgehenden destruktiven Kräfte für eine Zeit zu zähmen – ein produktives Naturprodukt vermag sie auf diese Weise jedoch nicht hervorzubringen. . . . *Stoffwirtschaft* als Element einer ökologischen Wirtschaftsweise zielt demgegenüber darauf ab, die gesamte Produktions- und Produktkette derart auszugestalten, daß die damit einhergehenden und daraus hervorgehenden Stoffströme ausnahmslos *reproduktive* Qualitäten aufweisen.“

Die Analyse des Phänomens Abfall wird fast automatisch mit der Diagnose eines gesellschaftlichen Übels bzw. Problems identifiziert und geht somit schnell in den Diskurs einer Gesellschafts(selbst)kritik und darauffolgend der gesellschaftlich richtigen Lösungsstrategie über.¹ Daher ist es schwierig, die empirischen sowie die theoretischen Beiträge zur Analyse des Abfallphänomens von normativen Vorstellungen zu trennen. Umstritten sind die politischen Prioritäten der abfall- bzw. stoffwirtschaftlichen Ziele sowie – selbst wenn davon ausgegangen wird, daß die allgemeinen Formulierungen konsensfähig sind – das „wie“ diese Ziele erreicht werden können. In der vorliegenden Arbeit sei dahingestellt, ob sich eine Umwandlung der Abfallwirtschaft in eine Stoffwirtschaft vollziehen wird, etwa weil sie sich vollziehen *muß*. Schwerpunkt der folgenden Ausführungen sind theoretische Grundlagen sowie empirisch überprüfbare Hypothesen denen unterstellt wird, daß sie als Basis zur *Beschreibung* und *Erklärung* bzw. *Verständnis* der historisch gewachsenen Abfallwirtschaft angesehen werden. Im Mittelpunkt dieser Darstellung stehen die Phänomene der *Abfallentstehung* und des *Abfallanfalls*.

Im Rahmen von ökonomischen Analysen wird die Abfallentstehung in Zusammenhang mit den grundsätzlichen Tätigkeiten der Produktion und der Konsumtion betrachtet [53,62,67]. Hinsichtlich der Produktion wird wiederum die Abfallentstehung in Zusammenhang mit den theoretischen Grundlagen der Kuppelproduktion und der externen Effekte gesehen [63,66].² Als Erweiterung der theoretisch bekannten Ansätze zur Beschreibung der Abfallwirtschaft können die physikalischen Grundlagen der Ökonomie, so wie sie im Kontext der „ecological economics“ entstanden sind, betrachtet werden.

4.1.1 Kuppelproduktion

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen hat in seinem Sondergutachten die Bedeutung der *betrieblichen* Kuppelproduktion für das Phänomen der Abfallentstehung hervorgehoben [63, S. 111 ff.]. Die Kuppelproduktion wird dadurch definiert, daß zwei oder mehrere Produkte aus einem gemeinsamen Produktionsprozeß *zwangsläufig* anfallen [53, S. 177]. Standardbeispiele hierfür sind die Produktion von Schaffleisch und Wolle oder von Koks und Gas [174, S. 27]. Dabei können die Kuppelprodukte [63, S. 111]

¹Aus der einschlägigen Literatur sei hier exemplarisch auf nur wenige Quellen bezüglich der Kritik [99,164,196] und der möglichen Lösungen [72,109,149] verwiesen.

²Diese Dichotomie spiegelt die schwerpunktmäßige Einteilung der ökonomischen Disziplinen in die volkswirtschaftlichen und in die betriebswirtschaftlichen. Während bei den Ansätzen zu den externen Effekten sich auf den Vergleich von einzel- und gesamtwirtschaftlichen Nutzen abgestellt wird, werden im Rahmen der Kuppelproduktion häufiger die einzelwirtschaftlichen Sachverhalte in den Vordergrund gestellt.

„in strengem Austauschverhältnis auftreten, oder aber die Mengenverhältnisse sind in gewissen Grenzen durch Substitutionsmöglichkeiten oder Verfahrensänderungen variierbar. Die einzelnen Kuppelprodukte können entweder am Markt nachgefragt werden oder Abfall darstellen . . . , wobei letzterer dann nicht zu den Gütern im wirtschaftlichen Sinne gezählt werden kann“

Die im deutschsprachigen Raum stattfindende Diskussion über die theoretischen Grundlagen der Kuppelproduktion verweist auf die Arbeit von Riebel [174]. Da diese einen fundamentalen Charakter für die Beschreibung der Abfallentstehung hat, wird sie im folgenden näher analysiert. Riebel betrachtet die Kuppelproduktion³ als eine durchaus übliche Ausprägung der *Produktionsverbundheit*, welche darüberhinaus die komplementär verbundene Produktion, die alternative Produktion, die parallele Produktion und die isolierte Produktion umfaßt [174, S. 62]. Somit distanziert er sich deutlich von der vorherrschenden Meinung, daß die Kuppelproduktion eine betriebswirtschaftliche „Kuriosität“ ist. Riebel erweitert die übliche Umschreibung des Phänomens der Kuppelproduktion, wonach verschiedenartige Produkte aus einem gemeinsamen Produktionsprozeß zwangsläufig entstehen, indem er folgendes anführt [174, S. 28 ff.]:

„Jedem Entstehen von Kuppelprodukten muß ein Aufspaltungsprozeß (im weitesten Sinne) vorausgehen und sei er auch nur ganz untergeordneter Natur. Die möglichen Richtungen der Spaltprozesse sind durch die *Eigenart der Naturrohstoffe* und der zur Wahl stehenden *Produktionsverfahren* mehr oder weniger eindeutig vorgegeben. Ob es jedoch zu einer Spaltung kommt, welche der Spaltungsmöglichkeiten gewählt wird und bis zu welchem Grade man aufspaltet, das hängt von den *wirtschaftlichen Zielsetzungen* ab und dies ist in den gleichen Wandlungen unterworfen wie die Zielsetzungen selbst.“

Als *Anlässe* zur Entstehung von Kuppelprodukten führt er acht Kategorien an [174, S. 28 ff.]: Gewinnung und Aufbereitung von Rohstoffen, Umwandlung von Stoffen und Energien, Formgebung, Anfall von Hilfsstoffen, Anfall von außerplanmäßigen Qualitäten, künstliche Produktkopplung, ausgediente Produktionsmittel und gekoppelte Leistungsmöglichkeiten.

Es stellt sich die Frage, ob die *Zwangsläufigkeit* des Anfalls von Kuppelprodukten eine *Naturgesetzmäßigkeit* ist oder nicht. Riebel wiederholt, daß die Kuppelproduktion in der Regel, aber nicht immer, ein naturgesetzlich und technisch bedingtes Phänomen ist, das durch wirtschaftliche – und insbesondere marktwirtschaftliche – Zielsetzungen wesentlich beeinflusst wird [174, S.27 f., S. 62 ff., S. 225]. Im Zusammenspiel der die Kuppelproduktion beeinflussenden Kräfte ist jedoch die Bewertung der von ihnen ausgehenden Restriktionen nicht bei allen acht Kategorien – und wenn schon, dann „mehr oder minder“ – eindeutig festlegbar. Beispiele aus dem Bereich der künstlichen Produktkopplung, wie Kauf

³Die Kuppelproduktion bleibt nicht auf Stoffe beschränkt. Riebel unterscheidet in Stoff-Stoff-Kopplung, Stoff-Energie-Kopplung und Energie-Energie-Kopplung [174, S. 68].

„in Bausch und Bogen“ oder Verpackungen zeigen, daß die vom Produktverwender bzw. Konsument vorgenommene Aufspaltung zwar zwangsläufig, aber nicht naturgesetzmäßig ist. Lediglich bei der Gewinnung und Aufbereitung von Rohstoffen und bei der Stoff- und Energieumwandlung dominieren die Eigenarten der Naturrohstoffe. In diesen Fällen lassen sich die Einflüsse der Beschaffenheit der Kuppelprodukte nur begrenzt durch technische Verfahren und/oder wirtschaftliche Zielsetzungen modifizieren.

Die *Konsequenzen* der Kuppelproduktion sind in vielen Fällen wirtschaftlich oder technisch *latent* [174, S. 63 ff.]. Die Gemeinsamkeit der Entstehung von Kuppelprodukten bedeutet weder, daß diese an demselben Zeitpunkt oder im selben Rhythmus entstehen [174, S. 77 ff.], noch daß sie gemeinsam verbraucht werden [174, S. 115]. Die natürlichen sowie die verfahrens-technischen Voraussetzungen der Kuppelproduktion, vor allem die Speicherbarkeit und die Transportfähigkeit der Kuppelprodukte sowie marktwirtschaftliche bzw. Nachfrageschwankungen sind ausschlaggebend für die Gestaltung des Lebensweges dieser Produkte: Entstehung, Anfall, Produktionsverwendung sowie Absatzverwendung.

Zwar ist der Schwerpunkt der Arbeit von Riebel die betriebswirtschaftliche Kuppelproduktion.⁴ Parallel lassen sich jedoch auch Konturen einer Beschreibung, wenn nicht teilweise Erklärung der Abfallentstehung, in einem gesamten produktionsökonomischen Zusammenhang abzeichnen: Abfälle können während verschiedener Ausprägungen der Produktionsverbundheit entstehen. Während ihre Entstehung in den ideal-typischen Extremfällen der isolierten und verlustlosen Einprodukt-Produktion oder der verlustlosen Mehrproduktion ausbleiben muß, kann sie in den sonstigen, üblichen Fällen, bedingt durch die *Vielfalt der abzusetzenden Produkte*, verwirklicht werden.

4.1.2 Externe Effekte

Ein Teil der Konsequenzen aus der Kuppelproduktion wird im Rahmen der Theorie der externen Effekte diskutiert. Diese Theorie wurde im Rahmen der neoklassischen Wohlfahrtskonstruktionen entwickelt und geht auf die Arbeit von Pigou zurück [166]. Ihre Bedeutung für die Umweltökonomie sowie für die Umweltpolitik sind vor allem von Baumol und Oates [31] sowie von Siebert [184] vertieft worden. Danach können ökonomische Aktivitäten, d. h. Produktion und Konsumtion, Beeinträchtigungen der natürlichen Umwelt verursachen, die sich wiederum in Kostenerhöhung bzw. Nutzenverminderungen Dritter niederschlagen.

⁴Die betriebswirtschaftliche Bewertung der Kuppelprodukte als Abfälle hängt nach Riebel davon ab, ob diese wirtschaftlich verwertbar sind oder nicht und welche Regelmäßigkeit, d. h. sporadisch oder stetig, ihr Ertrag besitzt [174, S. 126 f.]. Im Vergleich zu sonstigen Kuppelprodukten, z. B. Emissionen, weisen die festen Abfälle – aufgrund ihrer räumlichen Verdichtung bzw. Greifbarkeit – häufig ein höheres Potential für Rentabilität auf. Wegen gerade dieser Eigenschaft können sie Markterlöse erzielen: „Während es sich bei Emissionen in Luft und Wasser so verhält, daß die emittierten Stoffe nicht in wirtschaftlicher Weise anders verwendet werden können, waren und sind Abfälle oft an der Grenze zu einem Gut im wirtschaftlichen Sinne“ [53, S. 177]. Bei der Analyse der betriebswirtschaftlichen Kuppelproduktion wird die Abfallentstehung als eine unternehmerische Option beschrieben, die erst dann anvisiert wird, wenn andere, gewinnmaximierenden oder kostenminimierenden Optionen ausgeschlossen werden. Diese Modellstruktur kommt in der Literatur häufig vor [105, S. 19], [106], [67, S.26].

Die so entstandenen Kosten bei Dritten sind negative externe Effekte. Die Kuppelprodukte, ungeachtet ihrer Wirtschaftlichkeit, wirken sich auf die Umwelt in ihren Versorgungs- und Assimilationsfunktionen aus. Die Beeinträchtigung beider Funktionen kommt dadurch zum Ausdruck, daß ihre Träger – seien es die Umweltmedien, die Ökosysteme oder der Raum – nicht mehr in der Lage sind, sie so zu erfüllen, wie es früher möglich war. Die Quantifizierung dieses Phänomens wird als Verknappung verstanden, die den Ausgangspunkt für alle ökonomischen Ansätze darstellt. In diesem Zusammenhang können die festen Abfälle in zweierlei Art externe Effekte hervorrufen:

1. direkt, indem sie durch ihre Menge und Volumen zur Verknappung des Raums führen können;
2. indirekt, indem sie durch ihr Emissionspotential zur Verknappung der Umweltmedien und Beeinträchtigung von Ökosystemen führen können.

Die Aufhebung von externen Effekten ist der Nährboden für die Umweltökonomie, die sich mit der Entwicklung spezieller Instrumente befaßt.⁵ Im allgemeinen sind solche Instrumente ordnungs-rechtlichen, ökonomischen oder konsensualen Charakters [63,222].

4.1.3 Materie, Energie und Entropie

Die zwei thermodynamischen Hauptsätze sind seit Ende der 60er Jahren in das Bewußtsein der Ökonomie eingedrungen und als Grundlagen von ökonomischen Systemen intensiv behandelt worden. In diesem Zusammenhang sollen insbesondere die Arbeiten von Boulding [49], Georgescu-Roegen [89], Ayres, Kneese und D' Arge [27,134] hervorgehoben werden.

Durch das Bild des „Raumschiff-Erde“ konnte Boulding den ersten Hauptsatz der Thermodynamik, nämlich den Energieerhaltungssatz in den Bereich der standard-ökonomischen Diskussionen etablieren. Die materielle Ausprägung dieses Hauptsatzes, nämlich die Erhaltung der Materie wurde in den Anfang der 70er Jahre veröffentlichten Arbeiten von Kneese und Ayres und D' Arge eingeführt. Hierbei wurden die Theorie der externen Effekte mit der Analyse von Materialströmen verbunden [27,134].⁶ Fast gleichzeitig kam die ökonomische Relevanz des die Entropiezunahme⁷ behandelnden zweiten thermodynamischen Hauptsatzes von Georgescu-Roegen zum Ausdruck. Eine Konsequenz der Roegenschen Arbeit ist die Betrachtung des ökonomischen Systems als ein offenes und dissipatives System im thermodynamischen Sinne. Dies bedeutet, daß seine Entropie nicht zwangsläufig zunehmen muß, denn anders als im Fall der idealen thermodynamischen Systeme, liegt dieses weit entfernt vom thermodynamischen Gleichgewicht.

⁵Hinsichtlich der Internalisierung externer Effekte ist die klassische ökonomische Sichtweise insbesondere auf die Theorie der öffentlichen Güter und die Theorie der Eigentumsrechte ausgerichtet [46].

⁶Die Idee der Anwendung von Materialstromanalysen für abfallwirtschaftliche Sachverhalte wurde nach den Autoren in einer Dissertation 1967 eingeführt [134, S. 7 f.].

⁷Die Einführung des Entropiebegriffs in die Ökonomie als ihre unabdingbare stoffliche Gesetzmäßigkeit hat Effekte ausgelöst, die möglicherweise einen „Paradigmenwechsel“ im klassischen Kuhnschen Sinne bedeuten [55].

Das ökonomische System kann seine Struktur nur dadurch aufrechterhalten, daß es Energie dissipiert, „also aus seiner Umwelt permanent Materie und Energie von niedriger Entropie importiert und solche von hoher Entropie wieder exportiert – also sozusagen per Saldo Negentropie, negative Entropie, importiert“ [185, S. 81].

Die Diskussion der Entropiezunahme in den Sozialwissenschaften hat gezeigt, daß diese nicht ohne weiteres dort anwendbar ist [30, Kapitel 3]. Während die Pionierarbeiten von Gibbs von der Betrachtung der Gleichgewichtszustände in geschlossenen Systemen ausgingen, wurde durch das Werk von Prigogine das Vorhandensein von *offenen* Systemen hervorgehoben. Derartige Systeme können durchaus ihre Entropie durch Energiezufuhr konstant halten oder sogar reduzieren, mit paralleler Aufrechterhaltung ihrer (Selbst-)Organisation und interner Struktur und stehen im Vordergrund der „klassischen“ Systemtheorie von v. Bertalanffy [209].

Im Hinblick auf die Abfallentstehung ergeben sich aus den einschlägigen Fachbeiträgen zwei Konsequenzen: Erstens wäre ein vollständiges stoffliches Recycling theoretisch möglich, denn diese Möglichkeit leitet sich gerade vom erstem Hauptsatz ab. Zweitens ist der limitierende Faktor jedoch nicht die Verfügbarkeit der Materie, sondern der verfügbaren Energie. Wichtig hierbei ist festzuhalten, daß die entropische Zunahme, die in der Regel mit der Abfallentstehung einhergeht, ein *irreversibler* Prozeß ist, sofern von einem geschlossenen System ausgegangen wird.

Die Beachtung der stofflichen Grundlagen kommt auf der Ebene der angewandten Forschung in drei verwandten Ansätzen zur Geltung [128]: industrielle Ökologie [26], dienstleistungsorientierte Ökonomie [96] und Öko-Effizienz [215]. Die industrielle Ökologie erhebt den Anspruch eines holistischen Ansatzes zur Beschreibung von anthropogenen Effekten. Analog zu der Ökosystemforschung wird hierbei davon ausgegangen, daß industrielle Aktivitäten dissipative und selbstorganisierende, stoffumwandelnde Systeme sind, die sich in Zuständen thermodynamischen Ungleichgewichts entwickeln. Die auf die dienstleistungsorientierte Ökonomie bezogenen Konzepte sind auf die Schließung von Kreisläufen, die Entmaterialisierung und die Verlangsamung von Stoffflüssen fokussiert [177,188,189]. Das zuerst von Business Council für Sustainable Development eingeführte Konzept der Öko-Effizienz befaßt sich mit der Maximierung von spezifischen Stoff- und Energieproduktivität bei paralleler Minimierung von spezifischen Emissionen und Abfällen [162,163].

Die in der Theorie behandelten physikalischen Konzepte finden zunehmend Anwendung für rein praktische Zwecke, insbesondere beim betrieblichen und überbetrieblichen Stoffstrommanagement [110, S. 145 ff.]. Zur ersten Kategorie gehören prozeßbezogene, stoffbezogene und produktbezogene Bilanzen. Zur zweiten Kategorie, die umfassender ist, gehören Ansätze wie Ökobilanzen [22], die Materialintensität pro Serviceeinheit [177] und regionale Stoffflußanalysen [29]. Besonders bei den Ökobilanzen wird der Anspruch eines Produkt- bzw. Systemvergleichs erhoben bzw. wird nach einer Optimierung des untersuchten Gegenstandes durch Berücksichtigung umwelt-ökologischer Gesichtspunkten gesucht [22, S. 19]. Wich-

tige Bedingung für die Umsetzung derartiger Instrumente ist neben der Darstellung der physikalischen Analyse die Bewertung derselben.

4.1.4 Volkswirtschaftliche Leistung

Daß höheres Sozialprodukt mit höheren Abfallmengen zusammenfällt, ist eine naheliegende Hypothese, die im Vergleich der verschiedenen Länder verifiziert wird: „In modern throwaway economics, the more you have, the more you chuck out“ [98, S. 33]. Da das Sozialprodukt bzw. Volkseinkommen eine makro-ökonomische Größe ist, die durch Konsumtion und Produktion erfaßt wird, erscheint es sinnvoll, die Empirie des Abfallaufkommens im Hinblick auf diese beiden Kategorien darzulegen.

Im Fall der durch die Konsumtion bedingten Abfallaufkommens lassen sich empirisch untersuchte Hypothesen in zwei Erklärungskategorien unterteilen: [62, S. 61 ff.]

1. Abfall als Kuppelprodukt der Konsumaktivitäten. Im Mittelpunkt der empirischen Forschung steht diesbezüglich die Abhängigkeit der Abfallentstehung von Einkommen, Lebensform – vor allem Konsum- und Nutzungsgewohnheiten – sowie Bildung.
2. Abfall als Ergebnis der durch die Rahmenbedingungen staatlicher Entsorgungskonzepte beeinflussten Verhaltensweisen der Konsumenten als Abfallproduzenten. Hierzu gehört die Überprüfung von Hypothesen über die Wirkung des staatlich organisierten Entsorgungsangebots.

Der Anfall des Abfalls während oder bei der Konsumtion hängt von drei individuellen *Entscheidungen* ab: *Kauf* und *Nutzung* des Gutes sowie *Behandlung* des Abfalls. In der einschlägigen Literatur werden sehr häufig empirische Untersuchungen dokumentiert, die – in der Regel fallspezifisch und induktiv – auf die Zusammenhänge dieser Sachverhalte schließen [62, S. 101 ff.], [20,160,204]. Das theoretische Untermauern der empirischen Befunde bedient sich ökonomischer wie auch psychologischer Sichtweisen. Die ökonomische Sichtweise geht in der Regel von der Annahme rationalen Handelns aus, wonach das (konsumierende oder nutzende) Subjekt bestrebt ist, das Verhältnis des zu erreichenden, individuellen Nutzens zum geleisteten Aufwand zu maximieren. Die psychologische Sichtweise, die weniger homogen und in sich geschlossen ist, geht auf die Differenzierung in *Bewußtsein* und *Verhalten* ein [151, Kapitel 2].

Die Erhöhung der Abfallmengen, darunter auch der Siedlungsabfallmengen, ist ein Phänomen, das in der Produktion aller modernen, industrialisierten Ländern beobachtet wird [227, S. 12]:

„Most of the raw materials that enter industrial economies eventually emerge as waste. Although municipal solid waste, or garbage, is neither the largest nor the most dangerous category of waste materials in industrial nations, it is certainly an indicator of overall profligacy. And

producing the items that end up as garbage accounts for much of the other waste generated by industrial societies.

The rapid increases in materials consumption in the United States, Western Europe, and Japan after World War II were accompanied by correspondingly sharp growth in garbage output.“

Das Phänomen von erhöhten Abfallmengen hängt offensichtlich mit der wachsenden Beanspruchung von Ressourcen und Nutzung von Rohstoffen für Produktionszwecke zusammen. Seit Anfang der 70er Jahre scheint jedoch diese Tendenz in bestimmten Bereichen rückläufig zu sein. Die Materialintensität, d. h. „Verbrauch“ von Materialien im Verhältnis zum Bruttosozialprodukt, für Grundstoffe wie Stahl, Zement und Papier geht in den Industrieländern Europas, in den USA und in Japan zurück. Empirische Analysen langer Zeitreihen führten in den USA in den 80er Jahren zur Formulierung der Hypothese „des Endes der Materialära“ [143], wonach die rückläufige Tendenz sowohl für die Materialintensität als auch für die absoluten Materialmengen gültig ist. Untersuchungen von Jänicke [120] zeigen jedoch, daß, obwohl die Hypothese einer langfristigen Abnahme der Materialintensität in hochentwickelten Ländern „empirisch plausibel“ bleibt, es keine generelle Reduktion des Materialverbrauchs in den OECD Staaten gibt [119, S. 7 f.]. Nach Angaben des OECD wurde sogar in der Zeit zwischen 1985 und 1995 das durchschnittliche Wachstum des Bruttosozialprodukts (ca. 2.5 v. H.) durch eine Steigerung der Siedlungsabfallmengen in einem Verhältnis von etwa 1:1 begleitet [163, S. 11, S. 47]. Daher ist insgesamt keine generelle Entkopplung zwischen volkswirtschaftlicher Leistung und Abfallanfall in den OECD Ländern zu konstatieren [163, S. 66]:

„The generation of municipal and hazardous waste is growing more quickly than the use of materials in the OECD, although the picture varies among Member countries. Municipal waste generation increased by 40% between 1980 and 1995 . . . “.

Dennoch sind die empirischen Zusammenhänge zwischen Wirtschaftsleistung und Abfallmengen mit Vorsicht zu interpretieren. Das Verhältnis zwischen Wirtschaftsentwicklung und Abfallaufkommen kann variierend ausgelegt werden. So wurde z. B. in Bezug auf Deutschland gezeigt, daß der Zusammenhang zwischen dem Bruttoinlandsprodukt und dem *Hausmüll*aufkommen unterschiedlich interpretierbar ist [62, Kapitel 3]. Zurückgreifend auf die Daten des Statistischen Bundesamtes wurde für den Zeitraum zwischen 1977 und 1984 festgestellt, daß sich die *Abfallmengen* seit Anfang der 80er Jahre zwar negativ entwickeln im Vergleich zu der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts.⁸ Im Vergleich der Entwicklung des *Abfallvolumens* mit der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts zeigt sich dagegen, daß die beiden Entwicklungen relativ konstant und positiv zueinander sind.

⁸Dieser Vergleich sah jedoch früher anders aus. Zwischen 1950 und 1980 war die Wachstumsrate der Abfallmengen halb so groß wie die des Sozialprodukts [62, S. 65].

Ähnlich wie im Fall des Zusammenhangs zwischen Bruttoinlandsprodukt und Hausmüllmengen zeigt sich in Deutschland seit Anfang der 80er Jahre eine geringe Entkoppelung zwischen der Entwicklung industrieller Nettoproduktion und der Entwicklung produktionspezifischer Abfälle [62, S. 104 ff.], [170]. Dies gilt nicht nur für das produzierende Gewerbe, sondern auch für das verarbeitende Gewerbe sowie den Bergbau. Dennoch kann davon ausgegangen werden, daß der Kuppelproduktionszusammenhang „voll bestehen bleibt, demzufolge die Abfallabnahme den Produktionsrückgang voraussetzt und bei Produktionswachstum im günstigen Fall mit Konstanz, überwiegend jedoch mit einem Wachstum sogar der Nettoabfallmenge zu rechnen ist“ [62, S. 109].

4.1.5 Organisation der Abfallwirtschaft

Im Mittelpunkt der Empirie steht sowohl die Entwicklung des gesamten Siedlungsabfallaufkommens auf lokaler, regionaler oder bundesweiter Ebene als auch die Entwicklung der einzelnen von den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern erfaßten Abfallarten, wofür eine höhere „Belastbarkeit“⁹ unterstellt werden kann. Als wichtigste Meilensteine der empirischen Forschung können die bisher zwei bundesweiten Hausmüllanalysen angesehen werden [23,24]. Beide Analysen wurden auf Grund von statistisch fundierten Methoden geplant, durchgeführt und ausgewertet.

Der ersten bundesweite Hausmüllanalyse wurde ein an die Behälteraufstellung und Abfallsammlung angelehntes methodisches Schema [23, S. 66] zur Erfassung des Aufkommens und Zusammensetzung des Hausmülls und Sperrmülls in der Bundesrepublik Deutschland auf Stichprobenbasis (in vier Bundesländern) zugrundegelegt. Die Stichprobenplanung erfolgte in Bezug auf fünf dafür ermittelten „Cluster“, die unterschiedliche sozial-ökonomische Verhältnisse bzw. Siedlungsstrukturen repräsentierten: dienstleistungsorientierte Stadt, produktionsorientierte Stadt, Land mit vorstädtischem Charakter, gewerblich durchsetztes Land und offenes Land. Diese Schichtung war das Ergebnis einer hierarchischen Clusteranalyse auf Grund von elf Variablen, die als Einflußgrößen angenommen wurden. Dies waren: Bevölkerungsdichte, Bruttoinlandsprodukt, Anteil der mit Kohle beheizten Wohnungen, Anteil der Erwerbstätigen im produzierenden Gewerbe, Anteil der Erwerbstätigen in Handel und Verkehr, Anteil der Erwerbstätigen im Dienstleistungsbereich, Anteil der Selbstständigen, Anteil der Beamten, Anteil der Angestellten, Anteil der Arbeiter. Die gesamte Analyse zeigte, daß neben der siedlungsstrukturellen Schichtzugehörigkeit insbesondere das *Behältersystem* (Behälterart und Behältervolumen) maßgeblich für das spezifische Hausmüllaufkommen ist: dieses erscheint generell deutlich höher zu sein dort, wo das Behältervolumen großzügig verfügbar ist.

Der Zusammenhang war so prägnant, daß die Planung der zweiten bundes-

⁹Die Diskrepanzen zwischen Aufkommens- und Anlieferungs- [131, S. 29 ff.] oder Erfassungsmengen [86, S. 15] lassen nicht ohne weiteres auf die Entwicklung des gesamten Aufkommens schließen. Die zweckgerichteten Abfalluntersuchungen sind jedenfalls näher an die Ermittlung des tatsächlichen Abfallaufkommens als die aggregierten öffentlichen Statistiken.

weiten Hausmüllanalyse noch stärker an die vorhandenen Behältersysteme erfolgen mußte.¹⁰ Die erneute bundesweite Analyse bestätigte die Behälterabhängigkeit der Hausmüllmengen [24, S. 67]:

„Die Müllmengen aus MGB [Müllgroßbehälter] sind innerhalb der Kreise meist die höchsten und die Mengen aus Eimern immer die niedrigsten, regionale Besonderheiten werden im Hinblick auf die Müllgesamtmenge weniger deutlich als die Abhängigkeit der Müllmengen vom Behältersystem.“

Ein ähnlicher Zusammenhang, jedoch in einer anderen Richtung, wurde beim Vergleich des spezifischen Sperrmüllaufkommens und des Behältervolumens beobachtet: Je größer das Volumen desto kleiner die Menge des Sperrmülls. Ansonsten ist das Sperrmüllaufkommen dann erhöht, wenn bessere Sammlungsmöglichkeiten gegeben sind, d. h. eher bei häufiger und regelmäßiger Abfuhr als bei Abfuhr auf Abruf. Die zweite bundesweite Hausmüllanalyse ergab nicht zuletzt eine Reduktion des zu beseitigenden Hausmüllaufkommens, die mit der gleichzeitigen Steigerung der getrennten Sammlung begründet wurde.

In diesem Bereich, d. h. Beobachtung des (spezifischen) Siedlungsabfallaufkommens differenziert nach Abfallarten, Wertstoffen und Behältersystemen, haben Gallenkemper [86], Doedens [64] und Ketelsen [131] umfangreiche empirische Untersuchungen gemacht. Die Arbeiten von Gallenkemper haben die im Rahmen der bundesweiten Hausmüllanalyse ermittelte Abhängigkeit der Hausmüllmengen (inklusive Geschäftsmüll) vom spezifischen Behältervolumen bestätigt. Ketelsen hat bei der Untersuchung von 60 Gebietskörperschaften zwischen 1983 und 1992 in Westdeutschland die wesentlichen Befunde der vorangegangener bundesweiten Analysen ebenfalls verifiziert. Dabei hat er die Ursprungshypothese erweitert, indem er behauptet, daß sich die Erhöhung des spezifischen Behältervolumens in einem Anstieg des gesamten Siedlungsabfallaufkommens niederschlägt. In seinen Schlußfolgerungen leitet er aus seinen Ergebnissen ab, daß der Anstieg der Hausmüllmenge bei erhöhten Behältervolumen vor allem durch zusätzlich entsorgte Gartenabfallmengen verursacht wird [131, S. 262]. Dieser Anstieg wiegt bei weitem die gleichzeitig beobachtete tendenzielle Abnahme der Sperrmüllmengen auf. Außerdem hat sich der Einfluß des Behältervolumens auf das Sperrmüllaufkommen in den letzten Jahren (bis dato) stark abgeschwächt. Das heißt, Entsorgungsgebiete mit hohem Behältervolumen haben ein ungleich höheres Gesamtabfallaufkommen als Entsorgungsgebiete mit niedrigem Behältervolumen. Steigendes Behältervolumen führt zu einem drastischen Anstieg des Gesamtabfallaufkommens aus Haushaltungen: „höhere Hausmüllmengen werden nicht effektiv durch niedrigere Sperrmüll- und Selbstanlieferungen ausgeglichen“ [131, S. 268].

¹⁰Die für die Stichprobenerfassung verwendeten Schichtungen umfaßten fünf verschiedene Regionen, 328 Stadt-/Landkreise und fünf Behälterarten [24, S. 44].

4.2 Prognosen

4.2.1 Erkenntnistheoretische Zugänge

In der einschlägigen Literatur werden Prognosen in Abhängigkeit von ihrer Stellung innerhalb der wissenschaftlichen Aufgaben dargestellt. Dort werden nämlich die Prognosen, neben den Erklärungen, als die wichtigsten Aufgaben erfahrungswissenschaftlicher Tätigkeit angesehen [137, S. 279]. Somit wird sofort ersichtlich, daß die Diskussionen um Wissenschaftsinhalte, -grenzen und -möglichkeiten direkt mit den Diskussionen über Prognosen zusammenhängen. Die Wissenschaftlichkeit von Prognosen wird unmittelbar mit Problemen verbunden, die philosophische Streitfragen sind und sich insbesondere um die Einordnung der Zusammenhänge zwischen die Phänomene (Kausalität vs. Teleologie) und um die Art der Ableitung von Erkenntnissen anhand der Empirie (induktiv vs. deduktiv) drehen. In diesem Zusammenhang sind zwei Sachverhalte maßgeblich für die Einordnung von Prognosen:

- die Inhalte von Empirie, Theorie, Erklärung, Prognose sowie ihre Beziehungen und
- die Beziehung zwischen Erklären und Verstehen.

Obwohl die durch Beobachtung gewonnenen Voraussagen sich bewähren können, sind sie nicht ohne weiteres Prognosen im wissenschaftstheoretischen Sinne. Koyré [135] zeigt dies anhand des Studiums der kosmologischen Wissenschaft. In Babylonien hatte man jahrhundertlang die Konstellationen der Sterne beobachtet und registriert. Somit war man in der Lage, die Stellung der Sterne im Himmel vorherzusagen – mit Erfolg: die Voraussagen konnten jedes Jahr erneut bestätigt werden. Dennoch [135, S. 16]:

„Wenn . . . Vorhersehen und Voraussage Wissenschaft sind, so ist nichts wissenschaftlicher als die babylonische Astronomie. Wenn man aber in der wissenschaftlichen Arbeit vor allem eine theoretische Arbeit sieht, und wenn man . . . glaubt, daß es keine Wissenschaft ohne Theorie gibt, wird man die babylonische Wissenschaft verwerfen und sagen, daß die wissenschaftliche Kosmologie ihre Anfänge in Griechenland nahm, weil es die Griechen sind, die zum erstenmal die intellektuelle Forderung theoretischen Wissens begriffen und formuliert haben: die Erscheinungen zu retten, d. h. eine Theorie zu formulieren, die die beobachtbare Tatsache erklärt.“

Der Anspruch auf Prognosen kann nur insofern erhoben werden, als dann auf einen vollständigen, „radikalen“ Empirismus verzichtet wird. Dieser fordert nämlich, daß Erkenntnis über die Zukunft nicht möglich ist, da sie bisher nicht beobachtet wurde: Erkenntnis bezieht sich auf die Vergangenheit und die Gegenwart, nicht aber auf die Zukunft.¹¹ Der Anspruch des Erkenntnisgewinns über die

¹¹Die Problematik, die mit der Ableitung von Erkenntnissen aus wiederholten Beobachtungen entsteht – kurzum: die unvollständige Induktion – wurde bereits von Hume erkannt und stellte in unserem Jahrhundert den

Zukunft kann dagegen in anderen Fällen erhoben werden, die wiederum Leitbilder für konträre wissenschafts-philosophische Standpunkte sind, nämlich

- in der rationalistischen Tradition, so wie sie vor allem von Platon und Kant geprägt wurde,
- in der analytisch-empiristischen Tradition, so wie sie sich auf der Linie der englischen Empiriker, des logischen Positivismus und der analytischen Philosophie bewegt.

Es sind insbesondere die Entwicklungen innerhalb der theoretischen sowie experimentellen Physik in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts, die die philosophisch fundierten Monumente der Kausalität, des Determinismus und des Rationalismus stark erschütterten [82]. So hat z. B. die von Heisenberg formulierte Unschärferelation die Unmöglichkeit aufgezeigt, die Bahn (Geschwindigkeit und Ort) von sub-atomaren Teilchen zu prognostizieren. Die Konzepte der Quantenmechanik sowie der Thermodynamik konnten erst nur mit der Überwindung des Anspruchs auf Determinismus und Kausalität bzw. ihre Überführung in der Akzeptanz der Wahrscheinlichkeitstheorien als Mittel zur wissenschaftlichen Erkenntnis entwickelt werden.

Die Diskussionen um den Inhalt und Zweck von wissenschaftlichen Prognosen sind nicht zuletzt durch die Arbeiten von Popper, Hempel und Oppenheim belebt worden und beziehen sich auf die sogenannte Strukturgleichheitsthese. Nach dieser These weist die Erstellung der Prognosen eine ähnliche logische Struktur wie die Erstellung von deduktiv-nomologischen Erklärungen auf [108,167,168]. Der Unterschied zwischen Erklärung und Prognose liegt darin, daß beim Vorgang des Erklärens jene Sätze gegeben oder gesucht sind, die beim Vorgang des Prognostizierens gesucht oder gegeben sind.¹²

Ausgangspunkt für grundsätzliche Differenzierungen des Inhaltes wissenschaftlicher Tätigkeit schlechthin dar. Obwohl die vorwiegende Anwendung der unvollständigen Induktion, vielerseits und wiederholt kritisiert worden ist [56,168], findet sie als wissenschaftlich operationalisierbares Prinzip heutzutage Eingang in vielen wissenschaftlichen Bereichen, wie z. B. in den Wirtschaftswissenschaften, in der Statistik, Künstliche Intelligenz oder Entscheidungstheorien.

¹²Der idealisierte Vorgang der wissenschaftlichen Erklärung und Prognose wird durch das sogenannte Hempel-Oppenheim-Schema folgendermaßen dargestellt [138]:

$$\begin{array}{cccc} G_1 & G_2 & \dots & G_n \\ A_1 & A_2 & \dots & A_n \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{cccc} G_1 & G_2 & \dots & G_n \\ A_1 & A_2 & \dots & A_n \end{array}} \right\} \textit{Explanans}$$

$$\begin{array}{cc} E & \textit{Explanandum} \end{array}$$

Hierbei stellen (A_1, \dots, A_n) Anfangsbedingungen und (G_1, \dots, G_n) Gesetze bzw. Gesetzmäßigkeiten dar. Im Falle einer Erklärung nach diesem Schema werden diejenigen Konjunktionen von Anfangsbedingungen und Gesetzen gesucht, aus denen der das zu erklärende Phänomen beschreibende Satz, das Explanandum, deduktiv abgeleitet werden kann. Im Falle einer Prognose dagegen werden Erkenntnisse durch das logische Schließen aus den bekannten Gesetzen und Anfangsbedingungen gewonnen. Die somit erstellte Prognose kann zwei verschiedenen Zwecken dienen: Zum einen als Planungsgrundlage und zum anderen als Instrument der Falsifikation der zugrundegelegten Hypothesen oder Theorien. Hierbei wird die zeitliche Dimension relativiert. Wenn die Prognosen als Planungsgrundlagen dienen sollen, müssen sie *vor* dem Eintritt des Explanandum-Ereignisses erstellt werden. Sind aber Prognosen Instrumente zur Falsifikation der zugrundegelegten Erklärung, dann können sie auch *nach* dem Eintritt des Explanandum-Ereignisses erstellt werden. In diesem Fall können sie nicht als Voraussagen über die Zukunft verwendet werden.

Auf Kritiken des Anspruchs auf nomologische Erklärungen, wie z. B. bei Toulmin [202], wird hier nicht eingegangen. Es soll nun festgehalten werden, daß bei der Prognoseerstellung im üblichen naturwissenschaftlichen Sinne das Vorhandensein von Randbedingungen, von unabhängigen Gesetzen oder Gesetzmäßigkeiten vorausgesetzt und die Annahme – und zugleich Erwartung! – des menschlichen Zugangs zur Erkenntnis durch die Unterstützung des Kausaldenkens zugrundegelegt wird.

Wenn davon ausgegangen wird, daß Erklärungen, das heißt „Zurückführungen auf Bekanntes“ [108, S. 155] oder „Wiederherstellungen des Vertrautseins“ [186, S. 17 ff.], hinreichende Bedingungen für die Erstellung von Prognosen sind, dann bleibt offen, welches Ziel diese haben können oder sollen. Die Auswirkung der aristotelischen Unterscheidung in *causa efficiens* und *causa finalis* läßt sich deutlich bis heute in den wissenschaftlichen Ansätzen erkennen. Diese Unterscheidung entsteht, indem versucht wird, Antworten auf Warum-Fragen zu geben. Zum einen können solche Fragen an Ereignisse oder natürliche Phänomene und zum anderen an handelnde Menschen gerichtet sein. Dementsprechend gibt es Traditionen, die ihre methodische Systeme auf der Grundlage entweder von kausal-mechanistischen oder von teleologischen Erklärungen aufbauen. Die im o. g. Text beschriebenen Möglichkeiten für oder durch wissenschaftliche Prognosen finden sich primär innerhalb der Schulen dieser ersten Kategorie. Die Schulen der zweiten Kategorie dagegen finden sich häufiger in geistes- und sozialwissenschaftlichen Traditionen. In diesem Zusammenhang unterscheidet v. Wright in *funktionelle* und *zweckmäßige* oder *intendierte* Domäne [216, S. 16].¹³ Die Perspektiven, die hier für oder durch die Erstellung von Prognosen offen sind, scheinen anders zu sein, denn hier sind die untersuchten Phänomene stärker von dem menschlichen *Handeln* beeinflussbar. In dieser Hinsicht sind zwei entgegengesetzte Auffassungen entstanden. Die Vertreter der ersten Auffassung versuchen, methodische Vorgehensweisen (seien sie deduktiv-nomologischer oder induktiver Art), die im Kontext der naturwissenschaftlichen Erklärungen praktiziert werden, in die Sozialwissenschaften zu übertragen. Die Vertreter der zweiten Kategorie dagegen heben die Unterschiede zwischen den natur- und den humanwissenschaftlichen Wissensgebieten hervor und lehnen die Möglichkeit – und manchmal auch die Notwendigkeit – analog zu den naturwissenschaftlichen Methoden vorzugehen, an vielen Stellen ab. Diese Auseinandersetzung wird häufig durch die von Droysen eingeführte und von Dilthey entwickelte Semantik „Erklären“ und „Verstehen“ [216, S. 5 ff.] zum Ausdruck gebracht und spielt immer noch eine wesentliche Rolle innerhalb der Wissenschaften. Im Mittelpunkt der verstehenden Betrachtungen steht die menschliche Intensionalität, die es zu „interpretieren“ gilt,¹⁴ oder auch die dauerhaften Produkte von Kommunikationshandlungen, wie es etwa die *Texte* sind [19, S. 151].

¹³Eine eindeutige Zuordnung der semantischen Paare „kausal vs. teleologisch“ zu den Paaren „positivistisch vs. anti-positivistisch“ oder „naturwissenschaftlich vs. sozialwissenschaftlich“ ist jedoch, wie die Ausführung von vielen Beispielen zeigen kann (Biologie, Ökonomie), nicht möglich.

¹⁴Für die Richtigkeit von Interpretationen gibt es allerdings keine Möglichkeit eines Beweises [32].

4.2.2 Planungstechnische Ansätze

Prognosen werden im Rahmen der Planung und Entscheidungsunterstützung für militärische, volks- und betriebswirtschaftliche Zwecke erstellt. Die Forschung der angewandten Prognosemethodik wurde vor allem in den USA nach dem Zweiten Weltkrieg vorangetrieben, wobei insbesondere die „Establishment-Futurologie“¹⁵ der RAND (R-and-D) Corporation ausschlaggebend war. Markanteste Forschungsergebnisse waren die Entwicklungen der Szenario-Methoden und der Delphi-Techniken [107,122,123]. Wesentlicher Schwerpunkt der einschlägigen Arbeiten war die Integration von *Expertenwissen* in die Entscheidungsunterstützung [58].¹⁶

Das Studium der einschlägigen Literatur zeigt, daß sich die Prognosen nach vier Kriterien kategorisieren lassen:

- Methodenverständnis,
- Zweckmäßigkeit,
- Erfüllung und
- Zeithorizont.

In methodischer Hinsicht lassen sich die Prognosen in quantitative und qualitative unterscheiden (s. Tabelle 4.1).¹⁷ Die quantitativen werden mathematisch-statistisch formuliert. In der einschlägigen Literatur werden sie oft als „objektiv“ oder „rational“ bezeichnet. Sie werden in der Regel für einzelne, kurz- bis mittelfristig quantifizierbare Variablen verwendet. Die qualitativen Prognosemethoden dagegen werden häufig als „subjektiv“ oder „heuristisch“ bezeichnet. Bei ihrer Anwendung geht es darum, daß empirisch gewonnene Erkenntnisse, die sich nur schwer durch formale Sprachen beschreiben lassen, systematisch untersucht und in einer nachvollziehbaren Art in die Prognosestruktur integriert werden. Diese Methoden werden auch für langfristige Zeiträume verwendet. Wenn von gut strukturierten Problemen ausgegangen werden darf und wenn zugleich umfangreiche und verlässliche Datengrundlagen vorliegen, dann eignen sich für kurzfristige Prognosen besonders die quantitativen, meist statistischen Verfahren. Das Vorhandensein von schlecht strukturierten oder sehr komplexen Problemen hingegen

¹⁵Der Begriff der Futurologie wurde 1945 in den USA von Ossip Flechtheim eingeführt [74,76]. Untersuchungsgegenstand der Futurologie ist die Zukunft, d. h. das was vor der Gesellschaft liegt oder was auf sie zukommt. Flechtheim unterteilte die Futurologie bzw. Zukunftsforschung in die Establishment-Futurologie und die kritische Futurologie. Ihr Hauptunterschied besteht in der Zielsetzung: Schwerpunkt der Establishment-Futurologie ist die Prognostik, welche sich mit der Vorhersage von möglichen Entwicklungen auf Grund von vorhandenen Daten, Tendenzen und Trends befaßt. Die Establishment-Futurologie hat somit einen technisch-deskriptiven Charakter und besitzt eine geringere gesellschaftliche Relevanz. Die kritische Futurologie umfaßt neben der Prognostik die Planung und die Futuristik. Ihr genügt es nicht, die Zukunft passiv zu betrachten. Vielmehr erhebt sie Anspruch, „einen konkreten Beitrag zur Verwirklichung einer besseren Zukunft zu leisten“ [75, S. 43].

¹⁶Für einen Überblick über die Gesamtheit des Prognoseinstrumentariums sei hier auf die Schriften von Bruckmann, Daenzer, Fowles, Hüttner, Jantsch, Linstone und Simmonds, Schütz, Theil et al. [52,61,81,114,117,147,150,181,195] verwiesen. Das Bild über die Gesamtheit der bewährten prognostischen Techniken kann durch Arbeiten vervollständigt werden, die sich mit speziellen Themen befassen. Diesbezüglich sei hier auf weitere Quellen verwiesen: [83,91,112,158,182,220].

¹⁷Bei dieser Prognoseauffassung wird unterstellt, daß die Zukunftsforschung unter Prognosen subsumiert werden kann [21, S. 88].

Tabelle 4.1: Überblick über die wichtigsten Prognosemethoden und -techniken

Kurzfristig	Mittelfristig	Langfristig
Adaptives Filtering	Input-Output-Analysen	Befragungen
Box-Jenkins-Methode	Komponentenmethoden	Historische Analogien
Glättungstechniken	Regressionen	Relevanzbaum
Trendanalysen	Ökonometrische Modelle	Szenario-Techniken
Wachstumsanalysen	Simulationen	Delphi-Techniken
Neuronale Netze	Spieltheoretische Modelle	
	Cross-Impact-Analysen	

führt zu der Notwendigkeit der Verfolgung von qualitativen Ansätzen. Wesentlich für die methodische Einordnung ist nicht zuletzt die Entscheidung, unter welcher Sicherheit die Prognosen vorweggenommen werden. Der Unsicherheit wird durch Anwendung der Wahrscheinlichkeitstheorie Rechnung getragen.

Im Hinblick auf die Zweckmäßigkeit können Prognosen in zwei Unterkategorien unterschieden werden, die explorativen und die normativen. Bei den ersten sind die Anfangsbedingungen und die Transformationen gegeben; gesucht sind die Auswirkungen. Bei den normativen Prognosen hingegen werden die Anfangsbedingungen und der gewünschte Zustand vorgegeben; gesucht werden diejenigen Transformationen, die die Erreichung des gewünschten Zustandes hervorbringen.

Die Prognoseäußerung kann Handlungen tätigen, die zu der Verifikation oder Falsifikation der Prognose führen. In der anglo-amerikanischen Literatur wird diesbezüglich von self-fulfilling und self-defying prophecies gesprochen. Im ersten Fall führt eine „positive“ bzw. allgemein erwünschte Prognoseäußerung zu der Erfüllung der Prognose; im zweiten Fall führt eine negative Prognoseäußerung zu der Verhinderung der Prognoseerfüllung.

In Abhängigkeit von der Zeitperspektive lassen sich die Prognosen in kurzfristige (bis etwa ein Jahr), mittelfristige (bis etwa fünf Jahre) und langfristige unterteilen [181, S. 10]. Die Abgrenzung der Fristen wird nicht einheitlich gesehen. Die jeweilige Festlegung wird problemspezifisch getroffen und ist dann mit einer gewissen Willkür verbunden [104]. Die Auswahl der Technik wird letztlich durch den Anspruch der Langfristigkeit bestimmt. Die Anwendung von Trendextrapolationen und Glättungstechniken ist beispielsweise in der Regel für kurzfristige Prognosen angebracht. Die Szenario- oder die Delphi-Techniken können auf der anderen Seite für langfristige Prognosen eingesetzt werden.

4.3 Abfallprognosen

In den abfallwirtschaftlichen Fach- und Planungskreisen ist bekannt, daß Prognosen kein einfaches Problem sind, da sehr viele Prognosen an der Realität gescheitert sind. Aus Mangel an landesübergreifenden Anleitungen für Siedlungsab-

fallprognosen müssen die Planungsbehörden auf die bisweilen bekannten Mittel zurückgreifen, die folgend erläutert werden. Die dazu verwendete Literatur umfaßt Quellen, die angewandte Abfallprognosen methodisch beschreiben [85,131] oder solche, die eine Übersicht der bekannten Abfallprognosemethoden wiedergeben [116,125,175].

Die Ausführungen des Kapitels 3.4 stellen ein typisches Beispiel für die gängigen Siedlungsabfallprognosen dar. Hierbei können drei Prognosekategorien unterschieden werden:

- Prognose der *Potential-* bzw. *Bruttoabfallmengen*, d. h. der maximal anfallenden Mengen einer oder mehrerer Abfallarten,
- Prognose der *Reduktionsmengen*, d. h. der Mengen einer oder mehrerer Abfallarten, die durch Verwertungs- bzw. Vermeidungsmaßnahmen der Beseitigung entzogen werden und
- Prognose der *Restabfallmengen* bzw. *Nettoabfallmengen*, d. h. der Mengen der Abfallarten, die letztlich zu beseitigen sind.

Die Siedlungsabfallprognosen zielen darauf ab, künftige Restabfallmengen, die von den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern zu beseitigen sind, quantitativ zu erfassen. Die Restabfallmengen ergeben sich durch die Differenz der Reduktionsmengen, d. h. Vermeidungs- und Verwertungsmengen aus den Bruttoabfallmengen. Als Prognosekriterien dienen die Bevölkerungsanzahl und die branchenspezifische Beschäftigtenanzahl. Die Bevölkerungsanzahl wird für die Prognose aller Siedlungsabfallarten mit der Ausnahme der produktionsspezifischen Gewerbeabfälle verwendet. Die im folgenden vorgestellten Formeln wurden im Rahmen einer Diplomarbeit an der Technischen Universität Berlin erarbeitet und fassen den Stand der Praxis zusammen [125].

Prognose der nicht-produktionsspezifischen Restabfallmenge auf der Basis der Bevölkerungsanzahl

Die zu prognostizierende Größe R_t kann durch Anwendung der folgenden Formel beschrieben werden [125, S. 45 ff.]:

$$(4.1) \quad R_t = B_t \times \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^p (Sauf_{ij} - Sred_{ij})$$

mit

R_t : die in dem Planungsgebiet künftig zu entsorgende Restabfallmenge (Nettomenge),

B_t : Bevölkerungsanzahl,

$Sauf$: künftige spezifische Bruttoabfallmenge, d. h. maximale prognostizierte Menge der angefallenen Abfälle pro Einwohner und Jahr,

Sred: künftige spezifische Reduktionsmenge, d. h. prognostizierte Menge der durch Vermeidung und Verwertung erreichten Reduktion der künftigen spezifischen Aufkommensmenge,

j: Siedlungsabfallart,

n: Anzahl der betrachteten Siedlungsabfallarten,

i: Abfallfraktion,

p: Anzahl der betrachteten Abfallfraktionen und

t: Prognosejahr.

Die zu entsorgende Restabfallmenge ergibt sich aus der Multiplikation des Prognosewertes B_t für die Bevölkerung im Jahre t mit der Differenz der Summen der spezifischen Werte *Sauf* und *Sred*. Diese Werte werden wiederum numerisch anhand von subjektiven Schätzungen festgelegt.

Prognose der produktionsspezifischen Restabfallmenge auf der Basis der Beschäftigtenanzahl

Die zu prognostizierende Größe R'_t kann durch Anwendung der folgenden Formel beschrieben werden:

$$(4.2) \quad R'_t = A_t \times \sum_{u=1}^z Sres_u$$

mit

R'_t : die in dem Planungsgebiet künftig zu entsorgende Restabfallmenge (Nettomenge),

A_t : Beschäftigtenanzahl,

Sres: künftige spezifische Restabfallmenge,

u: Branche,

z: Anzahl der betrachteten Branchen und

t: Prognosejahr.

Das heißt, die künftige gewerbliche Restabfallmenge R'_t wird durch die Multiplikation der prognostizierten Beschäftigtenanzahl A_t mit der aktuellen spezifischen Restabfallmenge R'_t prognostiziert.

Prognose der gesamten Restabfallmenge auf der Basis der Bevölkerungs- und Beschäftigtenzahl

Aus den Gleichungen (1) und (2) ergibt sich eine generelle Prognoseformel für die künftige Restabfallmenge eines Planungsgebietes:

$$(4.3) \quad R_{ges_t} = R_t + R'_t = [B_t \times \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^p (S_{auf_{ij}} - S_{red_{ij}})] + A_t \times \sum_{u=1}^z S_{res_u}.$$

Die gesamte Restabfallmenge, die im Jahre t zu entsorgen gilt, ergibt sich aus der Addition aller im Jahre t prognostizierten Restabfallmengen; die letzteren stützen sich wiederum auf quantitative Prognosen für die bis zum Jahre t entwickelten Größen der Bevölkerung und der Beschäftigtenanzahl.

Den Kern der o. g. Prognosen bildet die Schätzung der spezifischen Kennzahlen von Potential, Reduktion und Rest, die für die Gegenwart mehr oder weniger bekannt sind. Gesucht wird, wie sich diese spezifischen Kennzahlen *verändern* werden. Die Veränderungsraten sind in der Regel Multiplikationsfaktoren, die intuitiv bzw. aufbauend auf Erfahrungen festgelegt werden. Sie können aber auch gegebenenfalls auf Regressionsanalysen gestützt sein. Ausgehend von dem Ist-Zustand, der sich im oft genannten Basisjahr findet, werden die Entwicklungen aller einzelnen Kennzahlen *heuristisch* ermittelt. Die Summe der so entstandenen Kennzahlen ergibt dann den Wert des künftigen Abfallaufkommens, welches häufig Szenario genannt wird. Unterschiedliche Annahmen über die einzelnen Variablen führen zu unterschiedlichen Endergebnissen bei der Berechnung des künftigen Abfallaufkommens, nämlich zu unterschiedlichen Szenarien, die mit ihrer Bewertung als „optimistisch“, „im Trend“ oder „pessimistisch“ betitelt werden.

Die im vorangegangenen Text vorgestellten theoretischen Konzepte, die die *Abfallentstehung* beschreiben, d. h. die Kuppelproduktion und die Thermodynamik finden – mit der Ausnahme des umweltökonomischen Instrumentariums auf der Basis der Theorie von externen Effekten – keine direkte bzw. explizite Anwendung in der Praxis der Abfallprognosen. Die Erstellung von Abfallprognosen basiert hauptsächlich auf der teilweisen Operationalisierung von den den *Abfallanfall* bestimmenden Faktoren, die häufig als „Einflußfaktoren“¹⁸ oder „Bestimmungsfaktoren“ bezeichnet werden. Es scheint, daß insbesondere die Faktoren, die sich auf die Kategorien

- Siedlung (z. B. Bevölkerungszahl, Flächennutzung) und
- Organisation der Abfallentsorgung (z. B. Behältersystem, Abfallgebühren),

beziehen, *unmittelbar* für Abfallprognosen berücksichtigt werden (s. Kapitel 4.1.5). Dies sind zudem Faktoren, die eher *lenkbar* sind. Darüberhinaus gibt es drei weitere Kategorien von Faktoren, die eher mittelbar bzw. implizit Beachtung finden, da sie in der Regel nicht einfach quantifizierbar sind:

¹⁸Es bleibt offen, inwiefern bei der Verwendung des Begriffs „Einfluß“ der Anspruch des kausalen Erklärens nach der Strukturgleichtheorie erhoben wird oder dieser nur suggeriert wird. Jedenfalls scheint keine Trennung zwischen Faktoren, die Abfallwirtschaft beschreiben und Faktoren, die diese prognostizieren in der Abfallwirtschaftslehre und -praxis vorhanden zu sein.

- Konsumtion (z. B. Einkommen),
- Produktion (z. B. branchen- oder unternehmensspezifische, interne Abfallökonomie, Produktgestaltung, Marktentwicklungen) und
- Recht (z. B. Bundesgesetzgebung, Verwaltungsvorschriften).

Obwohl die Bedeutung dieser Kategorien für das Abfallaufkommen allgemein unstrittig ist, bleibt es unbekannt, wie ihre Zusammenhänge darzustellen sind, denn es sind keine invariante Gesetzmäßigkeiten im naturwissenschaftlichen Sinne bekannt, die (mono-)kausale Beziehungen zwischen Abfall und den darauf einflussnehmenden Faktoren eindeutig festlegen.

5 Lösungsaufbau

Der Wissensstand über die Sachverhalte der Entstehung und des Anfalls von Abfällen wird in verschiedenen, in der Regel ökonomischen, Disziplinen reflektiert. Das vorhandene Wissen scheint jedoch nicht zweckgerichtet für die Problematik der Abfallprognosen in ihrer öffentlichen Dimension erzeugt worden zu sein. Der Entwurf einer abfallwirtschaftlichen Theorienbildung bleibt noch aus.

Die Operationalisierung von Konzepten wie das der Kuppelproduktion oder der Entropiezunahme für die kommunale oder regionale Abfallwirtschaftsplanung ist praktisch nicht durchführbar, denn sie setzt nicht zuletzt eine enorme Menge von Daten voraus, die in der Realität nicht verfügbar sind, möglicherweise nicht verfügbar sein können. Daher sollte es nicht verwundern, daß die Abfallprognosen sich somit auf den Sachverhalt des Abfallanfalls beschränken, genauer gesagt auf jeden Teilbereich des Abfallanfalls, der in empirischer Hinsicht direkt oder einfach zugänglich und zudem durch umweltpolitische Instrumente und insbesondere organisatorische Maßnahmen lenkbar ist: das Abfallmanagement. Die spezifischen Potential-, Reduktions- und Restabfallmengen werden als abhängige Variablen aufgefaßt, deren Höhe besonders durch Bevölkerungs- und logistische Faktoren bestimmt, d. h. erklärt und prognostiziert werden. Liegen keine umfassenden statistisch fundierten Kenntnisse über diese Zusammenhänge vor, so wird dann auf planerische Erfahrung und Intuition zurückgegriffen werden müssen.

Wie das Beispiel des Berliner Mediationsberichts zeigt, führen die Auseinandersetzungen um Abfallprognosen zur Entflammung von heiklen Diskussionen über ihren Wahrheitsgehalt, obwohl der letztere sicherlich nicht vorbestimmt werden kann. Geringe Aufmerksamkeit wird dagegen den „Szenarien“ zugrundegelegten methodischen Prinzipien geschenkt. Die abfallwirtschaftlichen Szenarien werden oft als quantitative Aussagen über künftige Werte von abfallmengenbezogenen Variablen aufgefaßt. Dies bedeutet allerdings eine sehr beschränkte Auffassung über die Möglichkeiten der Anwendung von Szenarien. Die einschlägige Literatur zeigt vielmehr, daß es sich bei der Szenario-Technik um logisch aufgebaute, ganze „Zukunftsbilder“ handelt.

Mit solchen Problemen sind heutzutage alle abfallwirtschaftlichen Standardprognosen behaftet. Diese lassen sich durch die im vorangegangenen Kapitel vorgestellte Formel (4.3) beschreiben, deren ausschließliche Verwendung folgendes nahelegt:

- Aus einer Vielzahl von den die Abfallwirtschaft beschreibenden bzw. erklärenden Faktoren sind zwecks Prognosen wenige, auf den Abfallanfall direkt bezogenen, quantitative Größen – d. h. Bevölkerungsanzahl, Beschäftig-

tenanzahl und spezifische Aufkommens-, Reduktions- und Restabfallmengen – heuristisch zu verwenden.

- Qualitative Aspekte der zugrundeliegenden Bevölkerungsentwicklung, z. B. Umweltbewußtsein und -verhalten, können nicht berücksichtigt werden, weil sie nicht ohne weiteres meßbar sind.

Zusammengefaßt liegt die Problematik der Berliner Mediationsprognosen in methodischer Hinsicht nicht in den veröffentlichten Zahlen per se, sondern in der scheinbar zwangsläufigen Ausklammerung von Faktoren, die zwar nicht einfach meßbar, aber, wie die Theorie zeigt, durchaus relevant für die gesamte Abfallwirtschaft sind. Prognosemethoden, so wie sie in der Theorie und Praxis der Entscheidungsunterstützung definiert und beschrieben werden, finden in der Praxis der Abfallwirtschaft bzw. im Abfallmanagement kaum Beachtung; diese Feststellung ist der Ausgangspunkt für *eine* mögliche Lösung des hier aufgeführten Problems.

5.1 Erkenntnistheoretischer Rahmen

Es soll hervorgehoben werden, daß die in der vorliegenden Arbeit angestrebten Prognosen *nicht normativen*, sondern *deskriptiven* Charakter haben sollen. Es handelt sich um explorative Langfristprognosen: Im Mittelpunkt steht nicht die Frage danach, was passieren *soll*, sondern nach dem, was alles langfristig passieren *kann*.

In der Praxis des Abfallmanagements verweist die Frage der Restabfallprognose auf die Frage der Bruttoabfall- und der Reduktionsmengen. Sind diese bekannt, so kann dann auf ihre Differenz, d. h. den zu beseitigenden Restabfall geschlossen werden. In dieser Arbeit, die nicht quantitativ angelegt ist, wird dagegen keine arithmetische Optimierungslösung angestrebt. Die Frage der Prognose wird direkt auf die Restabfallmengen bezogen, die im Mittelpunkt der kommunalen Daseinsvorsorge und der abfallwirtschaftlichen Landesplanung stehen.

Anzumerken ist des weiteren, daß die angestrebten Prognosen nicht als Korrektur oder Modifikation der Berliner Abfallprognosen, z. B. des Mediationsberichts verstanden werden dürfen. Die Wertung und die Verwendung dieser Prognosen ist ein Thema des öffentlichen Diskurses und der Planung, das hier konsequent ausgeklammert bleibt.

Die Entscheidung über Erklärung oder Verständnis kann nicht im Rahmen dieser Arbeit endgültig gelöst werden. Es bleibt offen, inwiefern von invarianten „Gesetzmäßigkeiten“ für die Phänomene der Abfallentstehung und des Abfallanfalls ausgegangen werden kann und soll. Historische Aufzeichnungen zeugen zwar davon, daß es Abfall als Kulturprodukt oder Artefakt seit jeher gegeben hat [99,113]. Das Phänomen Abfall und das Bewußtsein darüber hat aber erst seit Beginn der Neuzeit einen in der menschlichen Geschichte einmaligen Umfang erlangt. Evolutorische Gesetzmäßigkeiten diesbezüglich können erst im Rahmen von weiteren Forschungsarbeiten untersucht werden.

Es wird unterstellt, daß die Sachverhalte, die als Erklärungskomponenten für das Aufkommen der Siedlungsabfälle angesehen werden, zugleich zu dessen Prognose dienen können. Weiterhin wird unterstellt, daß diese Sachverhalte bislang nicht zu einem gesamten theoretischen Rahmen integriert wurden. Diese Sachverhalte werden hier *Schlüsselfaktoren* genannt. Was man über die aus ihnen zusammengesetzte Abfallwirtschaft weiß, erinnert eher an ein Mosaik und weniger an ein verständliches Bild. Es soll daher in erster Linie untersucht werden, welche die Strukturelemente eines derartigen hypothetischen und konsistenten Bildes sind. Mit Reichenbachs Worten [173] handelt es sich um einen Ansatz, der sich nicht im Begründungszusammenhang sondern im *Entdeckungszusammenhang* versteht. In diesem Zusammenhang steht die Anwendung von Expertenwissen [58]. Die Empirie beschränkt sich nicht auf die Beobachtung der Phänomene per se, sondern nimmt vielmehr die menschliche Beobachtung und Interpretation dieser Phänomene an sich in Kauf.

Es läßt sich sicherlich darüber streiten, inwiefern der Umweg über die Abbildung der menschlichen Expertise tatsächlich zum Erkenntnisgewinn von „wesentlichen“ Strukturmerkmalen führen kann. In dieser Arbeit wird nicht unterstellt, daß die Expertiseerfassung der einzige Weg zur Verbesserung der Abfallprognosen ist. Angesichts

- des Mangels an abfalltheoretischen Grundlagen,
- der pragmatischen Restriktion, daß die städtische Abfallwirtschaft experimentell kaum untersucht werden kann und
- des realen Scheiterns der heuristischen Standard-Abfallprognosen

scheint es jedoch sinnvoll, ein Verständnis der öffentlichen Abfallwirtschaft durch das Wissen von sich professionell damit beschäftigten Personen anzustreben.

5.2 Methodisches Schema

Die bisherigen theoretischen Ausführungen haben einige Aspekte der in Kapitel 2 formulierten Zielstellung beleuchtet. Die abschließende Beantwortung der dort gestellten Fragen bezüglich der Grundlagen und der methodischen Entwicklung für Abfallprognosen soll nun empirisch untermauert werden.

Das zu verwendende Instrumentarium dafür wird aus den Bereichen der Systemtheorien, qualitativer Forschung und präskriptiven Entscheidungstheorien selektiert. Auf die angewandten Systemtheorien und die Systemtechnik wird zurückgegriffen, um die angestrebte Lösung in einem Systemkontext zu positionieren. Ausgehend von der Beschreibung des Bezugsgegenstandes in Kapitel 3 soll ein System festgelegt werden, in welchem die Methode der Abfallprognose umgesetzt werden kann. Die empirischen Anforderungen an die Prognose sollen sich auf die qualitative Forschung stützen. Die „qualitativen“ Daten werden den Input für die Prognosemethode ausmachen. Die angestrebten Schlüsselfaktoren werden auf der

Basis aller in Kapitel 4 präsentierten Sachverhalte ermittelt. Vorläufige Ergebnisse dieser Ermittlung werden hier Einflußfaktoren genannt. Als Rahmen für die methodische Entwicklung der Prognose und Operationalisierung der Schlüsselfaktoren wird die Szenario-Technik ausgewählt. Die Lösungsumsetzung wird somit in vier Phasen erfolgen:

1. Systemdefinition;
2. Auswahl von Einflußfaktoren durch Einflußanalysen;
3. Auswahl von Schlüsselfaktoren durch Wissenserfassung;
4. Erstellung von darauf aufbauenden Szenarien durch Wissenserfassung und EDV-Unterstützung.

Obwohl die Ergebnisse der ersten drei Phasen in der einschlägigen Literatur als Zwischenschritte in der formalisierten Erstellung von Szenarien angesehen werden, wird ihre Ermittlung hier gesondert behandelt. Insbesondere wird den Schlüsselfaktoren eine zentrale Bedeutung beigemessen – ebenso wie bei der Fragestellung der darauf aufbauenden Abfallprognosen.

Die Systemdefinition in der ersten Phase umfaßt die Elemente und ihre Beziehungen sowie die Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands, d. h. der Berliner Abfallwirtschaft. Neben dem Restabfall werden die mit ihm zunächst hypothetisch zusammenhängenden Elemente definiert. Da die *Struktur* des Berliner abfallwirtschaftlichen Systems im Hinblick auf seine Prognose untersucht wird, wird seine Systemdefinition als Arbeitshypothese aufgefaßt.

In der zweiten Phase sind die Faktoren zu ermitteln, die auf das zugrundegelegte System Einfluß nehmen. Die Gesamtheit des Systems und der darauf einflußnehmenden Faktoren sind als zweite Arbeitshypothese aufzufassen. Die Auswahl der Einflußfaktoren baut auf dem Aspekt des ganzheitlichen und vernetzten Denkens auf, so wie es von Vester [206–208] und Probst und Gomez [169] operationalisiert wird.

Die nachfolgenden Phasen werden mittels Expertiseerfassung und ihrer Auswertung unterstützt. Diese Expertiseerfassung ist an Methoden der qualitativen Forschung angelehnt. Die qualitative Forschung grenzt sich von den quantitativen Methoden insofern ab, als daß sie zur Exploration von Objekten bzw. Hypothesengewinnung angewandt werden kann [48, S. 327 ff.]. Im Mittelpunkt der empirischen Untersuchung stehen Grundzüge der qualitativen Forschung, so wie sie von Flick [77, S. 40 f.] zusammengefaßt und erläutert wurden.

5.3 Systemdefinition

Als untersuchtes System wird die Abfallwirtschaft des Landes Berlin in seiner geografischen und administrativen Abgrenzung festgelegt. Die geografischen Grenzen des Systems werden um die Entsorgungsorte, Anlagen und Deponien des Berliner Umlandes, so wie sie in Kapitel 3 erläutert wurden, erweitert. Die zeitliche Abgrenzung umfaßt die Zeit zwischen 1998 und 2020.

Das gesamte System ist ein offenes, dissipatives System, das Energie, Materie und Information mit seiner Umgebung austauscht. In seiner materiellen Dimension wird das System derart aufgefaßt, daß Güter-, Stoff- und Abfallmengen, produziert, konsumiert, genutzt, recycelt, transportiert, behandelt, zwischen- und abgelagert werden (s. Tabelle 5.1). Die Gewinnung von Primärrohstoffen, die Emissionen in die Umweltmedien sowie der Export in anderen als die im Abfallentsorgungsplan vorgesehenen Anlagen finden sich ebenfalls in der Umgebung dieses Systems wieder.

Als Subsysteme des Systems werden die Sachverhalte der Abfallentstehung und des Abfallanfalls aufgefaßt. Das gesamte System umfaßt somit den stofflichen Durchfluß Berlins sowie allen mit diesem in Beziehung stehenden Elementen, materiell oder nicht.¹ Die Abfallentstehung wird als das feste stoffliche Subsystem der Abfallwirtschaft aufgefaßt, die sich aus primärrohstofflicher Produktion, Konsumtion und ihrer Verflechtungen zusammensetzt, wobei letztere sowohl materiell als auch immateriell sein können. Die Abfallentstehung umfaßt den gesamten stofflichen Durchfluß der Ökonomie, für den unterstellt wird, daß er ein Abfallaufkommenspotential besitzt, minus die Reduktions- und Restmengen, die bereits der Verwertung und Beseitigung, bestehend aus Vorbehandlung und Ablagerung, zugeführt wurden.

Die Systemdefinition der Abfallwirtschaft ist somit an die Ausführungen des Sondergutachtens des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen angelehnt [63, S. 21, S. 34]. Demzufolge ist Abfallwirtschaft

- aus ökologischer Sicht ein Teil der allgemeinen „Stoffwirtschaft“, der den naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten der Erhaltung und Wiederverwendung jeglicher Materie unterliegt;
- ein in die volkswirtschaftlichen Funktionsbereiche Versorgung, Verbrauch und Entsorgung integriertes Subsystem der kulturellen Umwelt; funktionell ist sie zu definieren als die Gesamtheit aller Aufgaben, die verbunden sind mit
 - der Vermeidung oder der Verminderung von Stoffen und Produkten, die potentielle Abfälle auf der Versorgungs- und Verbrauchsebene darstellen,
 - der Verwertung entstandener, also nicht vermiedener Stoffe und Produkte aus Versorgungs-, Verbrauchs-, Luftreinhaltungs- und Abwasserreinigungsprozessen,
 - der Beseitigung von Abfällen (nicht vermiedene und nicht verwertete Stoffe);
- im weitesten Sinne die Gesamtheit aller umweltpolitischer Maßnahmen im Reststoff und Abfallbereich.

¹Es wird jedoch darauf verzichtet, von einem gesamten, selbst-regulierbaren Stoffsystem auszugehen, denn dies impliziert mehr eine akademische Forderung als eine reale Entität. Der Nachdruck auf einer Stoff- und -kreislaufmäßigen Betrachtung hat weniger einen deskriptiven, sondern mehr einen normativen Bezug.

Tabelle 5.1: Übersicht des Berliner Abfallwirtschaftssystems

System	Subsysteme	Subsubsysteme
Abfallwirtschaft	Abfallentstehung	<i>P</i> Produktion <i>K</i> Konsumtion/Nutzung <i>H</i> Handel
	Abfallanfall	<i>S</i> Sammlung/Transport/Zwischenlagerung <i>R</i> Verwertung <i>B</i> Behandlung/Ablagerung

Die Subsysteme der Abfallwirtschaft sind miteinander verbunden und können durch funktionale Abhängigkeiten dargestellt werden:

$$P = f(K, H, R),$$

$$K = f(P, H, R),$$

$$H = f(P, K),$$

$$R = f(P, K, H),$$

$$S = f(P, K, H, R) \text{ und}$$

$$B = f(P, H, K, R, S).$$

Die Größe B stellt die gesuchten künftigen Restabfallmengen dar. Die gegenwärtig praktizierten Abfallökobilanzen befassen sich in der Regel mit der Analyse des „Lebenswegs“ der Abfälle *nach* ihrer Entstehung, d. h. mit dem Subsystem des Abfallanfalls und -managements [199,219,221]. Im Gegensatz dazu wird hier eine Systemabgrenzung *vor* dem Abfallanfall im Mülleimer des Haushaltes vorgenommen. Das zugrundegelegte System umfaßt die „Wiege“ der Abfallentstehung sowie die „Bahre“ des Abfallanfalls. Eine Konsequenz dabei ist, daß das gesamte System nicht auf das, was meßbar und lenkbar ist, beschränkt bleibt, sondern ausgedehnt wird auf das, was potentiell abfallrelevant sein kann.

6 Methodik

6.1 Einflußanalysen

Die Durchführung von Einflußanalysen wird häufig als einleitender Schritt in der Erstellung von Szenarien beschrieben [88,101,214]. Diese Analysen lassen sich durch zwei Instrumente operationalisieren: die *Einflußmatrix* und den *System-Grid* [208]. Während die Einflußmatrix der systematischen Erfassung der Einschätzung von kausalen Beziehungen zwischen den in Frage kommenden Sachverhalten dient, stellt der System-Grid eine Möglichkeit der visuellen Unterstützung der Gesamtauswertung dieser Einschätzung dar. Der Ablauf der hier behandelten Einflußanalysen umfaßt:

1. Auswahl der zunächst zu untersuchenden Einflußfaktoren,
2. paarweise Messung der Wechselwirkungen zwischen den Einflußfaktoren und Eintragung derer in die Einflußmatrix (Bewertung),
3. Ableitung der gesamten Einflußwirkungen von und auf jeden Einflußfaktor (Auswertung) und
4. Übertragung der Auswertungsergebnisse in den System-Grid (Visualisierung der Auswertung).

In die Einflußmatrix werden die subjektiv ermittelten Einschätzungen zu den Wechselwirkungen zwischen den sogenannten *Einflußfaktoren* eingetragen. Als Einflußfaktoren werden hier alle Größen des untersuchten Systems und seines Umfeldes verstanden, die zunächst relevant für die zu entwickelnden Szenarien zu sein scheinen. In der einschlägigen Literatur wird häufig empfohlen, daß nicht mehr als 30 Faktoren in ihren Wechselwirkungen analysiert werden. Es gibt im wesentlichen zwei Gründe, die für die Einbeziehung von möglichst wenigen Faktoren sprechen: Erstens nimmt der rechnerische Aufwand nach dem Hinzufügen jedes neuen Faktors in die Liste exponentiell zu. Zweitens wird die von den befragten Personen vorgenommene Aufgabe des Ausfüllens der Einflußmatrix mit steigender Komplexität zunehmend aufwendiger.

Generell wird in der Darstellung des System-Grid in vier Bereiche unterschieden [208, S. 98]. Der *aktive* Bereich beinhaltet Faktoren, die starke Einflüsse auf den Rest des Gesamtsystems (bestehend aus System und Umfeld) ausüben, ohne daß sie viel Einfluß entgegennehmen. Dies sind die Faktoren, an die angesetzt werden soll, um Entscheidungen erfolgreich umsetzen zu können. Die Faktoren des

kritischen Bereichs üben ebenfalls einen starken Einfluß auf das Gesamtsystem aus, werden aber gleichzeitig dadurch stark beeinflusst. Insofern ist ihre Handhabung „mit Vorsicht zu genießen“. Die *reaktiven* Faktoren sind diejenigen, die vom Gesamtsystem stark beeinflusst werden. Die *puffernden* Faktoren sind diejenigen, die nur schwach und träge mit dem Gesamtsystem reagieren. Versuche an diesen Stellen einzugreifen, werden kurz- und mittelfristig ineffektiv sein, können aber unter Umständen langfristig Erfolg haben. Die Faktoren, die innerhalb dieser Extrembereiche liegen, werden als neutral bezeichnet.

6.2 Wissenserfassung

Die Wissenserfassung ist das Thema verschiedener Wissenschaftsbereiche, zum einen innerhalb der empirischen Sozialforschung und der Psychologie, wobei sie unter dem Sachverhalt der Datenerhebung subsumiert wird und zum anderen innerhalb der Informationstechnik. Im letzteren Fall spielt sie im Gebiet der Entscheidungshilfetechniken und der wissensbasierten Systeme eine sehr wichtige Rolle. In diesem Zusammenhang wird sie in der anglo-amerikanischen Literatur als *knowledge elicitation* [145, S. 27], [84, S. 206] angesprochen. Es existiert zur Zeit keine Methode, die für sich allein genommen, eine valide Wissenserfassung sichert: stets sollten *Methodenkombinationen* genutzt werden [200].

Bei der Frage der Wissenserfassung wird in der Regel von zwei Wissenstypen ausgegangen:

- deklaratives Wissen in Bezug auf Fakten und Erfahrungswerte, ihre Assoziationen und Interdependenzen;
- prozedurales Wissen in Bezug auf Anwendung (durch Methoden, Regeln oder Heuristiken) des Faktenwissens.

Aus der Vielfalt der Klassifikationen für die Methoden zur *Erhebung* des Wissens [25, S. 153 ff., S. 175] [48, S. 216 ff., S. 244 ff., S. 290], [73], [84, S. 211 ff.], [111, S. 177], [139, S. 37], [146, S. 102 f.], [179, S. 294 ff.], [203, S. 59 ff.] wird auf das Schema von Karbach und Linster zurückgegriffen [129, S. 77]. Danach lassen sich die Techniken zur Wissenserhebung in drei Kategorien unterteilen:

- Befragungen,
explizite Erfragung des Wissens, z. B. Delphi-Methode,
- Beobachtungstechniken,
Beobachtung des Vorgehens beim Problemlösen, z. B. Protokollanalyse,
- indirekte Techniken,
neutrale Erfragung „zählen Wissens“, z. B. Konstruktgitterverfahren.

Ebenso wie die Wissenserhebung findet sich die *Auswertung* dieses Wissens in den Bereichen der empirischen Sozialforschung und der Informationstechnik wieder. Im Letzteren behandelt sie speziell die Modellierung des Wissens für

Experten- bzw. wissensbasierte Systeme [129, S. 11]. Ziel einer derartigen Auswertung ist eine intersubjektiv nachvollziehbare Vorgehensweise. Insofern als Basis für die Erhebung ein Experteninterview dienen wird, entsteht die Problematik, daß mit abnehmendem Grad der Strukturierung die Vergleichbarkeit bzw. intersubjektive Nachvollziehbarkeit abnimmt.

Die Form der Auswertung hängt von der Art der erhobenen Daten ab. Quantitative Daten können mit speziellen quantitativ-statistischen Methoden ausgewertet werden; transkribierte qualitative Daten, wie sie z. B. in Interviews erhoben werden, können mittels qualitativer sowie quantitativer Inhaltsanalyse ausgewertet werden. Das allgemeine Vorgehen bei der Auswertung qualitativer Daten läßt sich nach Flick [77, S. 196] in folgende Phasen untergliedern:

1. Aufbereitung der erhobenen Daten,
2. Analyse (Interpretation) mittels spezieller Verfahren und
3. Ergebnispräsentation.

Die Vielzahl der Methoden zur Auswertung zu kategorisieren ist schwierig, da die einzelnen Methoden selbst in verschiedenen Varianten existieren. Flick [77, S. 196 ff., S. 234 f.] unterscheidet in zwei Gruppen von Verfahren des Umganges mit Text: in die sequentielle Analysen des Textes und in die Kodierung von Text. Ziel bei der sequentiellen Analyse ist eine Rekonstruktion der Fallstruktur (Ordnung/Sinn schrittweise herstellen); bekannte Methoden sind die Konversationsanalyse, die Diskursanalyse, die narrative Analyse, die objektive Hermeneutik.¹ Ziel bei der Textkodierung ist eine Kategorisierung und/oder Theoriebildung; bekannte Methoden sind die Globalauswertung,² die grounded theory³ und die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring, auf die nachfolgend näher eingegangen wird.

¹Mayring differenziert darüber hinaus noch nach dem Grad der Systematik der Vorgehensweise bei der jeweiligen Methode [153, S. 17].

²Die Globalauswertung hat zum Ziel, „eine Übersicht über das thematische Spektrum des zu interpretierenden Textes zu gewinnen“ [77, S. 215]. Bortz und Döring geben als Erfahrungswerte an, daß Dokumente von ca. 20 Seiten übersichtsartig bei einem Zeitaufwand von fünf bis 15 Minuten pro Seite sowie insgesamt ca. 30 Minuten für die Zusammenfassung der Ergebnisse ausgewertet werden können. Nach der Gewinnung eines ersten Überblicks über den Inhalt des Textes wird dieser sorgfältig gelesen. Wichtige Textstellen werden markiert sowie interessante Ideen werden extra notiert. Anschließend wird ein Stichwortverzeichnis angelegt, in dem pro Seite die wichtigsten Themen aufgeführt sind. Die nun zu schreibende Zusammenfassung des Textes (30-50 Zeilen) enthält geordnet die wichtigsten Inhalte. Anschließend wird der Text bewertet im Hinblick auf Glaubwürdigkeit, Unklarheiten der Kommunikationssituation etc. und die Relevanz des Textes für die eigentliche Fragestellung wird eingeschätzt. Abschließend werden die während der Globalauswertung erhaltenen Erkenntnisse in einem Ergebnisbericht zusammengestellt [48, S. 306 f.].

³Die grounded theory dient der Entwicklung und Überprüfung von gegenstandsbegründeten, d. h. auf ein bestimmtes Gegenstandsfeld bezogen und in den jeweiligen Daten grundierten, Theorien [48, S. 308]. Auch für die grounded theory werden bestimmte Teilschritte vorgeschlagen [223, S. 412 ff.], [77, S. 197 ff.], wobei ein induktives, offenes Herangehen an das Textmaterial kombiniert wird mit einem zunehmend deduktiven Umgang mit dem Text und den Kategorien [77, S. 204]. Nachdem die relevanten Untersuchungseinheiten durch ein theoretisches Sampling ausgewählt sind, erfolgt die Interpretation durch ein theoretisches Kodieren. Die grounded theory wird als flexibles Interpretationsverfahren charakterisiert. Dabei wird auf eine stärkere Vernetzung von Kategorien abgezielt, als dies z. B. bei der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring der Fall ist [48, S. 308]. Bortz und Döring weisen jedoch auf das schlechte Kosten-/Nutzenverhältnis der Methode hin [48, S. 309]. Ein weiteres Problem stellt auch die Auswahl des zu untersuchenden Materials dar, welche nach dem theoretischen Sampling [77, S. 81 ff.] erfolgt und erst bei Erreichen der theoretischen Sättigung abgebrochen wird.

Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring

Eines der bekanntesten Verfahren bei der Analyse von transkribierten Texten ist die qualitative Inhaltsanalyse [48, S. 307 f.], [77, S. 212 ff.], [139, S. 197 ff.], [154, S. 42 ff.]. Mayring hat ein systematisches Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse zur regelgeleiteten Analyse und Interpretation von Texten entwickelt. Er definiert ihr Ziel [152, S. 209] als

„ ... die systematische Bearbeitung von Material aus Kommunikationen. Das müssen nicht ausschließliche Texte sein, es kann sich um ein musikalisches, bildliches, plastisches o. ä. Material handeln. In jedem Falle aber soll das Kommunikationsmaterial in irgendeiner Form festgehalten, protokolliert sein.“

Die qualitative Inhaltsanalyse ist primär eine Auswertungstechnik, die mit Techniken der Datenerhebung und -aufbereitung kombiniert werden und in einen übergeordneten Untersuchungsplan eingefügt werden muß [152, S. 213]. Ihr zentrales Instrument ist ein Kategoriensystem, das auf das Datenmaterial angewendet, daran überprüft und gegebenenfalls verändert wird.

Mayring weist auf die Gefahr einer Übersystematisierung hin und empfiehlt ein flexibles Anpassen der Methodik auch im Laufe des Forschungsprozesses [153, S. 41]. Die Durchführung der Analyseschritte erfolgt mittels spezieller qualitativer Analysetechniken, d. h.

- zusammenfassende [154, S. 55 ff.],
- explizierende [154, S. 70 ff.] und
- strukturierende Inhaltsanalyse [154, S. 76 ff.].

Bei der zusammenfassenden Inhaltsanalyse erfolgt eine Reduktion des Materials unter Erhaltung der wesentlichen Inhalte. Die Abstraktionsebene der Zusammenfassung wird genau festgelegt und der Text wird durch bestimmte Makrooperatoren der Reduktion, d. h. Konstruktion, Bündelung und Weglassen, auf diese Abstraktionsebene transformiert. Weitere Zusammenfassungen können durch Erhöhung des Abstraktionsniveaus erreicht werden. Bei großen Textmengen, wo eine Paraphrasierung aller relevanten Textstellen nicht möglich ist, kann eine Zusammenfassung mehrerer Analyseschritte erfolgen. So können die Textstellen gleich auf das angestrebte Abstraktionsniveau generalisiert werden.

Bei der explizierenden Inhaltsanalyse (Explikation) erfolgt eine Betrachtung einzelner fraglicher (widersprüchlicher, mehrdeutiger) Textteile und Herantragung zusätzlichen Materials mit dem Ziel, die einzelne Textstelle zu erklären. Es wird so jeweils eine explizierende Paraphrase formuliert und überprüft. Dabei ist festzulegen, welches zusätzliche Material herangezogen wird. Im Gegensatz zur zusammenfassenden Inhaltsanalyse führt die explizierende zu einer *Vermehrung* des Textmaterials.

Das Ziel der strukturierenden Inhaltsanalyse ist das Herausfiltern einer Struktur aus dem Textmaterial. Es werden vier spezielle Formen der Strukturierung

mit jeweils unterschiedlicher Zielstellung unterschieden: die formale (Herausfilterung der inneren Struktur des Materials), die inhaltliche (Zusammenfassung von bestimmten Themen aus dem Material), die typisierende (genauere Beschreibung besonders markanter Bedeutungsgegenstände) und die skalierende (Einschätzung von bestimmten Materialteilen auf einer Skala) Strukturierung.

6.3 Szenario-Techniken

6.3.1 Ansätze zur Erstellung

Man kann verschiedene Kriterien heranziehen, um Konzepte der Szenario-Technik zu unterscheiden [100, S. 306].⁴ Hierbei geht es vor allem um die Differenzierung in Begriffspaare wie intuitiv/formalisiert, explorativ/vorwegnehmend, deskriptiv/normativ, Trend/Peripherie und System/Umfeld. Insbesondere differieren die Anteile quantitativer und qualitativer Methoden sowie der Umfang, in dem eine Formalisierung des Prozesses der Szenario-Erstellung vorgenommen wird.

Zieht man das Ausmaß, in dem quantitative und qualitative Methoden bei der Erstellung von Szenarien eingesetzt werden, zur Klassifizierung heran, so lassen sich zwei Gruppen von Ansätzen der Szenario-Technik identifizieren [159, S. 22 f.]: Die erste Gruppe umfaßt alle Ansätze, die Szenarien erstellen, indem *quantitative* Daten in mathematischen Modellen verarbeitet werden. Es kommen demnach rein quantitative, modellorientierte Methoden bzw. Simulationen, z. B. im Sinne von system dynamics [59,80,144,205,218] zum Einsatz. In diese Kategorie sind Studien wie „Die Grenzen des Wachstums“ [155] einzuordnen. Die zweite Gruppe umfaßt Ansätze, in denen vorrangig *qualitative* Methoden zum Einsatz kommen. Dabei werden quantitative Daten nur teilweise verwendet und dienen dann vorrangig als Hilfsmittel zur Informationsverarbeitung. Innerhalb dieser Gruppe lassen sich zwei Teilmengen unterscheiden [159, S. 23 ff.]:

- Ansätze, die durch eine intuitive nicht-formalisierte Vorgehensweise gekennzeichnet sind und
- Ansätze, die durch eine systematische formalisierte Vorgehensweise geprägt sind.

Ansätze der Szenario-Technik, die überwiegend qualitativ ausgerichtet sind und einem stufenweisen Vorgehen folgen, ähneln sich in weiten Teilen.⁵ Infolge der jedem Szenario zugrundeliegenden spezifischen Problemstruktur, die darin besteht, das Zustandekommen einer zukünftigen Situation darzulegen, kann man den Prozeß der Szenario-Technik in die nachstehend aufgeführten Grobphasen unterteilen [161, S. 11 ff.]:

⁴Für einen Überblick über die Entwicklungsgeschichte und die Anwendungsformen der Szenario-Technik vgl. [18,51,88,90,92,97,100,101,103,123,124,133,136,141,148,159,161,165,178,194,214,217,226,228].

⁵Es besteht keine weitgehende Übereinstimmung in Bezug auf die Szenario-Techniken dahingehend, daß diese einen Prozeßcharakter haben sollen. Ein systematisches formalisiertes Vorgehen wird nicht von allen Vertretern der Szenario-Techniken als wesentlich erachtet.

1. Analyse-Phase: In dieser Phase werden Informationen erarbeitet, die zur Charakterisierung der Gegenwartssituation erforderlich sind. Den Ausgangspunkt bildet eine detaillierte Problembeschreibung.
2. Prognose-Phase: In dieser Phase werden fundierte Annahmen über die künftigen Entwicklungen getroffen.
3. Synthese-Phase: In dieser Phase werden die ausgewählten Annahmen in zweckmäßiger Weise zusammengestellt.

Die neuesten Entwicklungen in Deutschland bezüglich der qualitativen, formalisierten Verfahren lassen sich mit dem von Gausemeier und seinen Mitarbeitern beschriebenen „Szenario-Management“ [88] demonstrieren.

6.3.2 Anmerkungen zum Szenario-Management

Die Szenariendefinition von Gausemeier et al. baut auf die Ideen des vernetzten Denkens sowie der multiplen Zukunft auf [88, S. 90]:

„Ein Szenario ist ein mögliches Zukunftsbild, dessen Eintreten wir nicht mit Sicherheit vorhersagen können. Es basiert daher weniger auf Prognosen, sondern auf Projektionen und Vorhersagen.
Ein Szenario ist ein komplexes Zukunftsbild, weil es auf den Entwicklungsmöglichkeiten vieler, miteinander vernetzter Einflußgrößen basiert.“

Das Verfahren des „Szenario-Managements“ ist in fünf Phasen eingeteilt [88, S. 16 f. und S. 101 f.], nämlich:

1. Szenario-Vorbereitung,
 - a) Projektbeschreibung,
 - b) Gestaltungsfeldanalyse,
2. Szenariofeld-Analyse,
 - a) Bildung von Einflußbereichen,
 - b) Bildung von Einflußfaktoren,
 - c) Erarbeitung von Schlüsselfaktoren,
3. Szenario-Prognostik,
 - a) Aufbereitung von Schlüsselfaktoren,
 - b) Bildung der Zukunftsprojektionen,
4. Szenario-Bildung,
 - a) Projektionsbündelung,
 - b) Rohszenario-Bildung,

- c) Zukunftsraum-Mapping,
 - d) Szenario-Beschreibung,
5. Szenario-Transfer,
- a) Auswirkungsanalyse,
 - b) Eventualplanung und
 - c) Robustplanung.

Die vorliegend dokumentierte Arbeit läßt sich in die Phasen 1 bis 4 der obigen Aufzählung einordnen. Die Beschreibung des Bezugsgegenstandes, des Lösungskontexts sowie die bereits erläuterte Systemdefinition läßt sich zu der „Szenario-Vorbereitung“ zuordnen. Die angestrebten Szenarien sind, im Sinne der Terminologie des „Szenario-Managements“, „Systemsznarien“ [88, S. 132 ff.], die dadurch charakterisiert werden, daß sie einen nur *teilweise lenkbaren* Gegenstand behandeln.⁶ In der Phase der „Szenariofeld-Analyse“ sind die *Einflußfaktoren* und die *Schlüsselfaktoren* zu ermitteln. Schlüsselfaktoren sind die für die weitere Szenarienerstellung relevanten Einflußfaktoren [88, S. 102].

Die „Szenario-Prognostik ist „die Kernphase des Szenario-Managements“ [88, S. 102]. Dort werden für jeden Schlüsselfaktor alternative Zukunftsprojektionen im Text formuliert, die die Basis der nachfolgend zu erstellenden Szenarien sind. Die Schlüsselfaktoren selbst werden durch *Merkmale* näher beschrieben [88, S. 228 f.]:

„Die Festlegung der Merkmale und damit die genaue Beschreibung des Schlüsselfaktors ist eine Konkretisierung der bereits im Rahmen der Bildung von Einflußfaktoren . . . erfolgten Beschreibung. Sie obliegt dem Szenario-Ersteller, der hier Merkmale, die ihm wichtig erscheinen, hervorheben und solche, die für die Szenarien weniger relevant sind, vernachlässigen kann.“⁷

Die Zukunftsprojektionen lassen sich anhand der formulierten Merkmale konstruieren. Als Hilfswerke dafür stehen vier Möglichkeiten zur Verfügung, nämlich

- Fortschreibung der Entwicklungen,
- Überzeichnung der Entwicklungen,
- Beschleunigung der Entwicklungen und
- Einbeziehung der Umfeldentwicklungen.

⁶Hierbei wird unterstellt, daß die Lenkbarkeit aus der Sicht der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie zu betrachten ist.

⁷Um dies mit einem Beispiel zu verdeutlichen, führen die Autoren die Beschreibung des Schlüsselfaktors „Medienkultur“. Der Faktor ließe sich durch die Entwicklungen von zwei Merkmalen beschreiben: die Gliederung des Medienmarktes und die Medienkontrolle. Daraus ableitend werden dann drei Zukunftsprojektionen beschrieben.

Die Formulierung von Zukunftsprojektionen kann sowohl analytisch wie auch kreativ erreicht werden [88, S. 231 f.]. Analytisch lassen sich Zukunftsprojektionen vor allem dann erfassen, wenn die Schlüsselfaktoren durch quantitative Merkmale beschrieben werden. Die Kreativität bietet sich dagegen dann an, wenn die Schlüsselfaktoren qualitativ beschreibbar sind.

In der Phase der „Szenario-Bildung“ werden alle möglichen Kombinationen der Zukunftsprojektionen miteinander gebildet. Jede dieser Kombination stellt ein Bündel von Zukunftsprojektionen, das sogenannte *Projektionsbündel*, dar. Mit der Steigerung der Anzahl von Schlüsselfaktoren sowie der Steigerung der Anzahl der Zukunftsprojektionen jeweils steigt die gesamte Anzahl der Zukunftsprojektionen so an, daß kein direkter Vergleich über ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede praktisch möglich ist. Das Hinzufügen von den sogenannten unkritischen Schlüsselfaktoren, d. h. von solchen, die durch nur *eine* Zukunftsprojektion in der Prognostik vertreten werden, hat keinen Einfluß auf die gesamte Anzahl der Projektionsbündel.

Somit besteht ein Hauptproblem der gesamten Szenario-Erstellung⁸ darin, die Anzahl der Projektionsbündel auf wenige, z. B. zwei bis fünf, in sich möglichst *homogene* Gruppen zu reduzieren. Diese Reduktion erfolgt nach einer Kombination von cluster- mit konsistenzanalytischen Methoden. Die gebildeten Gruppen heißen *Rohszenarien*, sind gegenseitig möglichst unterschiedlich und enthalten verschiedene Projektionsbündel, die ähnlich in Bezug auf ihre Ausprägungen, d. h. Zukunftsprojektionen sind.

Die Phase der „Szenario-Bildung“ beginnt mit der Visualisierung der ermittelten Rohszenarien mittels der Methode der multidimensionalen Skalierung. Danach wird untersucht, mit welchen Anteilen die Zukunftsprojektionen in den Rohszenarien vertreten werden. In den Rohszenarien kommt es vor, daß die dort befindlichen Projektionsbündel durch eine oder mehrere alternative Zukunftsprojektionen vertreten werden. Mit anderen Worten, zwei Projektionsbündel, die demselben Rohszenario angehören, können sich dadurch unterscheiden, daß sie in Bezug auf denselben Schlüsselfaktor alternative Zukunftsprojektionen enthalten, z. B. $1_a, 2_a, \dots, n_a$ und $1_b, 2_b, \dots, n_b$. Die Untersuchung der Rohszenarien befaßt sich deshalb mit der Messung der Häufigkeit der Zukunftsprojektionen. Somit läßt sich schlußfolgern, welche die Grundriße der Rohszenarien bzw. welche die *eindeutigen* Zukunftsprojektionen sind. Nachfolgend werden die endgültigen Szenarien gebildet. Diese können neben den eindeutigen weitere, ausgewählte Zukunftsprojektionen enthalten. Die Phase der „Szenario-Bildung“ wird mit der textlichen Beschreibung der Szenarien abgeschlossen.

In der Phase des „Szenario-Transfers“ geht es darum, die formulierten Szenarien in die Entscheidungsstrukturen der Anwender zu integrieren. Diese Phase wird hier nicht weiter behandelt.

⁸Gausemeier et al. definieren die Szenario-Erstellung als die Zusammenfassung der Phasen „Szenariofeld-Analyse“, „Szenario-Prognostik“ sowie „Szenario-Bildung“ [88, S. 100].

Clusteranalyse. Der Clusteranalyse kommt im „Szenario-Management“ eine besondere Bedeutung zu, denn sie wird dazu eingesetzt, „daß die Projektionsbündel innerhalb eines Rohszenarios möglichst ähnlich und die Rohszenarien selbst bzw. die Projektionsbündel unterschiedlicher Szenarien möglichst verschieden sein sollen“ [88, S. 273 ff.].

In diesem Zusammenhang schlagen Gausemeier et al. die Verwendung eines *hierarchischen, agglomerativen* Verfahrens [190] vor, machen jedoch keine explizite Vorgabe in Bezug auf die Auswahl des Fusionierungsverfahrens. Die Projektionsbündel sollen auf das Vorkommen der alternativen Zukunftsprojektionen „geclustert“ werden. Dies bedeutet, daß für die Bildung der Rohszenarien *nur*

- die Anzahl der Schlüsselfaktoren sowie
- die Anzahl der Zukunftsprojektionen je Schlüsselfaktor

bestimmend sind. Wenn es dabei belassen würde, dann entstünde eine methodische Determiniertheit, welche der Sinnhaftigkeit der Szenarien einen Riegel vorschleibt. Die Bildung von Rohszenarien wäre nämlich eine rechnerische Aufgabe, die völlig unabhängig von den Inhalten der Zukunftsprojektionen lösbar wäre. Die Konsequenz wäre, daß jede Szenario-Erstellung genau zu denselben Distanzen und Clustern führen müsste, solange von derselben Anzahl von Projektionsbündeln ausgegangen würde.

Die Bildung der Rohszenarien ist jedoch tatsächlich weder pre-determiniert, noch simpel. Sie wird ebenfalls durch die Inhalte der Zukunftsprojektionen beeinflusst. Die Verdichtung der Projektionsbündel zu Rohszenarien erfolgt nicht ausgehend von den theoretisch möglichen feinsten Partition, sondern anhand einer reduzierten Menge von Projektionsbündeln, die kontextspezifisch variiert. Der Weg, der dahin führt, geht über die Verwendung der folgend erläuterten Konsistenzanalyse.

Konsistenzanalyse. Durch die Anwendung der Konsistenzanalyse soll sichergestellt werden, daß eine begrenzte Zahl *widerspruchsfreier* Projektionsbündel bestimmt wird. Vor Beginn der Konsistenzanalyse ist zu klären, wie unkritische Zukunftsprojektionen, d. h. solche mit einer eindeutigen Entwicklungstendenz, zu behandeln sind. Im allgemeinen werden diese nicht einbezogen. Grundsätzlich zeichnet sich die Konsistenzanalyse durch drei Phasen aus, d. h. die Erhebung der Konsistenzsicherungen, die Berechnung der Konsistenzen der Projektionsbündel und die Auswahl konsistenter Projektionsbündel.

Die Konsistenzwerte für jedes Projektionspaar werden ordinal gemessen, in der Regel auf der Skala von eins bis fünf, wobei die Werte folgende Bedeutung haben [88, S. 255]:

1 = totale Inkonsistenz; die beiden Projektionen schließen einander absolut aus und können nicht zusammen in einem glaubwürdigen Szenario vorkommen.

2 = partielle Konsistenz; die beiden Projektionen widersprechen einander; ihr gemeinsames Auftreten beeinträchtigt die Glaubwürdigkeit eines Szenarios.

3 = neutral oder unabhängig voneinander. Die beiden Projektionen beeinflussen einander nicht und ihr gemeinsames Auftreten beeinträchtigt die Glaubwürdigkeit eines Szenarios nicht.

4 = gegenseitiges Begünstigen; die beiden Projektionen können gut in einem Szenario vorkommen.

5 = sehr starke gegenseitige Unterstützung; die beiden Projektionen können gut in einem Szenario vorkommen. Auf Grund des Eintretens der einen Projektion kann auch mit dem Eintreten der anderen Projektion gerechnet werden.

Gausemeier et al. unterscheiden die Auffassung der Konsistenz von der Wahrscheinlichkeit. Dabei berufen sie sich auf Ergebnisse der experimentellen Psychologie, die implizieren, daß die Menschen irrtümlicherweise dazu neigen, „von der Widerspruchsfreiheit einer Annahme auf ihre Wahrscheinlichkeit zu schließen“ [88, S. 262]. Im „Szenario-Management“ wird deshalb die Einschätzung von Konsistenzen viel stärker gewichtet als die von Wahrscheinlichkeiten. Es wird unterstellt, daß die Operationalisierung von Wahrscheinlichkeiten – insbesondere der „subjektiven“, um die es letzten Endes in der qualitativen Szenario-Technik handelt – mit höheren Risiken verbunden ist als im Fall der Konsistenzeinschätzungen.

Das zentrale Hilfsmittel, um eine graphische Übersicht über die getroffenen Einschätzungen zu geben, stellt die Konsistenzmatrix dar. In der Matrix sind die Konsistenzwerte für alle möglichen Paare von Zukunftsprojektionen enthalten. Es wird dabei unterstellt, daß die Einschätzungen bezüglich der Konsistenz zweier Zukunftsprojektionen prinzipiell symmetrisch sind. Ausgangspunkt für die Konsistenzberechnung der Projektionsbündel ist die Überlegung, daß sich diese aus den Konsistenzwerten seiner Zukunftsprojektionen additiv ergibt.⁹

Die Überprüfung sowie die Operationalisierung dieser Kennwerte zwecks Reduktion der Projektionsbündel ist ein wesentlicher Vorgang, der ausführlich von Gausemeier et al. diskutiert wird [88, S. 265 ff.]. Als definitives Ausschlußkriterium verwenden sie das Vorkommen totaler Inkonsistenzen. Werden diese ermittelt, dann werden alle sie enthaltene Projektionsbündel von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

Szenario-Beschreibung. Die Rohszenarien sind geclusterte Gruppen von Projektionsbündeln, die nicht identisch in Bezug auf die Zukunftsprojektionen desselben

⁹Die Konsistenzberechnung kann vier wesentliche Kennwerte für jedes Projektionsbündel liefern, d. h. über [88, S. 258 ff.]: den Konsistenzwert des Projektionsbündels, den durchschnittlichen Konsistenzwert des Projektionsbündels (d. h. Konsistenzwert dividiert durch die Anzahl der Projektionspaare), das Vorkommen zumindest einer totalen Inkonsistenz in einem Projektionsbündel und die Anzahl partieller Inkonsistenzen in einem Projektionsbündel.

Schlüsselfaktors sind. Die Häufigkeit mit der jede Zukunftsprojektion in dem jeweiligen Rohszenario vorkommt, wird nach Gausemeier et al. [88, S. 308 ff.] als „Schärfe“ aufgefaßt. Eindeutig sind die Zukunftsprojektionen, die im Rohszenario eine hohe Häufigkeit bzw. Schärfe aufweisen, d. h. über 75 v. H. Solche dagegen, die in dem Schärfebereich zwischen 25 v. H. und 75 v. H. liegen, sind unscharf. Diese werden eventuell in die Beschreibung der Szenarien aufgenommen [88, S. 310]:

„Kommt für einen Schlüsselfaktor nur eine scharfe Projektion vor, so ist auch diese als eindeutige Ausprägung des Szenarios zu interpretieren.
... Liegen für einen Schlüsselfaktor mehrere unscharfe Projektionen vor, so wird von mehrdeutigen Projektionen gesprochen.“

Die unscharfen, mehrdeutigen Zukunftsprojektionen können wiederum als eindeutige behandelt werden, z. B. wenn sie in keinem anderen Rohszenario vorkommen oder vernachlässigt werden, z. B. wenn sie in einem anderen Rohszenario als eindeutige Projektionen vorkommen.

Wenn die Zuordnung der Projektionen zu den Szenarien festgelegt ist, dann besteht die letzte Aufgabe dieser Phase darin, die alternativen Szenarien textlich zu formulieren. Die Formulierung ist nach Gausemeier et al. mehr als die Summe der Inhalte der Zukunftsprojektionen [88, S. 308 ff.]. Die Szenarien sollen kreativ und visionär ausgearbeitet werden und mit stimulierenden Kategorien betitelt werden, um die Chancen ihres Verständnisses und ihrer Akzeptanz bei den Anwendern zu erhöhen.

7 Durchführung der Untersuchung

Die einzige kontinuierliche Verbindung zu dem aktuellen abfallwirtschaftlichen Stand der Dinge in Berlin bestand in informellen Gesprächen mit Beamten der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie. Dies begründet eine hohe „Unabhängigkeit“ des gesamten Vorhabens von realen, abfallwirtschaftlichen Interessenlagen. Gleichzeitig wurde jedoch seine Durchführung dadurch erschwert, daß weder Daten, noch Ansprechpartner in ausreichendem Maß für die Untersuchung zur Verfügung standen. Die Wissenserfassung, von deren Bedeutung hier ausgegangen wurde, konnte nicht entlang der ganzen Linie des methodischen Schemas sichergestellt werden¹ und mußte daher auf die sehr wesentlichen Fragen beschränkt bleiben.

Der Aufbau der Durchführung erfolgte in Anlehnung an die Vorgehensweise des „Szenario-Managements“ [88]. Das „Szenario-Management“ ist kein standardisiertes Verfahren, sondern ein Methodenrahmen, der in jeder Phase die Anwendung alternativer Techniken erlaubt. Die Entscheidung über die Anwendung der Techniken mußte deshalb an die Gegebenheiten des Vorhabens angepaßt werden.

7.1 Szenariofeld-Analyse

Nach der einleitenden Literaturrecherchen und der darauf aufbauenden Systemdefinition wurden die Einflußanalysen im Rahmen einiger, vom Autor betreuten Arbeiten am Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme zwischen Oktober 1997 und März 1998 von zwei voneinander unabhängigen Studienprojekten [47,192] durchgeführt. Insbesondere wurde in einem Studienprojekt der Lehrveranstaltung „Systemtechnik“ als Aufgabe definiert, die auf die Berliner Abfallwirtschaft einflußnehmenden Faktoren zu ermitteln. Fünfzehn Studenten des Hauptstudiums verschiedener Fachrichtungen haben nach Einführung in die Thematik erste Annahmen über die wesentlichen Faktoren definiert und diesen Einflußanalysen nach der Methodik von Vester [208] unterzogen. Die Einflußanalysen wurden am Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme durch Programmierung in Mathematica 3.0 validiert und durch gnuplot 3.6 visualisiert.

¹Die Durchführung von Experteninterviews ist bekanntlich nicht ohne weiteres möglich. Es liegt nah, daß Experten nicht selbstverständlich Interesse an der Teilnahme an Befragungen – oder Zeit dafür – haben.

7.2 Szenario-Vorbereitung

Die vergleichende Synthese der Arbeiten mündete im Herbst 1998 in der Formulierung der für die Berliner Abfallprognose relevanten Einflußfaktoren. Diese Einflußfaktoren waren nun die Basis für eine fachliche Überprüfung bei anerkannten Experten. Da keine Standardmethode für sich allein optimal das Expertenwissen zu erfassen vermag,² mußte eine qualitativ angelegte Methode umgesetzt werden. Die Expertiseerfassung zielte auf [142]

1. die für die abfallwirtschaftlichen Szenarien Berlins relevanten Schlüsselfaktoren,
2. die die Schlüsselfaktoren beschreibenden Merkmale und ihre Meßbarkeit sowie
3. die Zukunftsprojektionen, anhand der ermittelten Schlüsselfaktoren und Merkmale im Hinblick auf 2005 und 2020.

Gausemeier et al. stellen die Expertenbefragung als Mittel zur direkten Ermittlung nicht der Schlüsselfaktoren, sondern der Einflußfaktoren vor. Demzufolge bleibt die weitere Expertiseerfassung auf die im Rahmen der Operationalisierung der Einflußmatrix vorgenommene Messung von Einflußwirkungen beschränkt [88, Kapitel 5]. Abweichend von der Beschreibung des „Szenario-Managements“ stützte sich die Ermittlung der Schlüsselfaktoren nicht ausschließlich auf die Ergebnisse von Einflußanalysen; diese wurde vielmehr durch das direkte Heranziehen von Expertenwissen unterstützt. Die Formulierung von Zukunftsprojektionen wurde ebenfalls anhand der Auswertung des Expertenwissens vorgenommen.

Die Expertiseerfassung erfolgte anonym bei 30 (Rücklaufquote = 75 v. H.) sorgfältig ausgewählten in Berlin und Brandenburg ansässigen Abfallexperten. Bei ihrer Auswahl wurde berücksichtigt, daß sie über langjährige Erfahrungen im Gebiet der Abfallwirtschaft verfügen, in Fachkreisen anerkannt sind und unterschiedliche Institutionen vertreten. Die an den Befragungen repräsentierten Institutionen waren (in Klammern die Anzahl der befragten Personen):

- Universitäten (5),
- Umweltbundesamt (5),
- Wirtschaft (2),
- Entsorgungswirtschaft (6),
- Verwaltung und Regierung (6),
- Umweltberatungsdienstleister (3) und
- Sonstige (3).

²Deshalb wird immer eine Methodenkombination empfohlen [84, S. 221] [129, S. 101].

Die Experten wurden in zwei Runden *leitfadengestützt* interviewt. In der ersten Runde wurden die o. g. Fragen 1 und 2 (s. S. 74), in der zweiten Runde wurde die Frage 3 untersucht. Die geplante Interviewdauer war für jede Person auf 30 Minuten angesetzt; in der Tat betrug sie jedoch eine Stunde im Durchschnitt. Die ermittelten Einflußfaktoren wurden validiert und so weiterentwickelt, daß sie zu der Formulierung der endgültigen Schlüsselfaktoren führten.

Das durch Interviews gesammelte Datenmaterial war nach Durchführung und Auswertung von Transkription entsprechend zu kategorisieren. Zur Kategorisierung in Schlüsselfaktoren wurde eine qualitative Inhaltsanalyse in Anlehnung an die Vorgehensweise nach Mayring [154] angewendet. An die Kategorisierung wurde eine Analyse der Häufigkeiten der gefundenen Begriffe herangezogen. Die Protokolldaten (in Umfang von ca. 380 A4-Seiten) sowie die Durchführung der inhaltsanalytischen Auswertung sind in einer Diplomarbeit [142] dokumentiert sowie in zwei Veröffentlichungen vorgestellt worden [126,127]. Für die Kategorisierung in Zukunftsprojektionen wurde ebenfalls von einer zusammenfassenden Inhaltsanalyse ausgegangen; diese wird im folgenden Kapitel näher erläutert.

7.3 Szenario-Prognostik

Bei der Durchführung der Experteninterviews stellte sich heraus, daß die Experten – auch aus interviewtechnischen Gründen – nicht zwischen Merkmal und Schlüsselfaktor unterscheiden konnten [142, S. 36]:

„Um diese Differenzierung schon durch den Experten selbst zu erreichen, wäre eine ausführliche Erklärung des Szenario-Management erforderlich gewesen und die Interviewführung wäre nicht nur verlängert, sondern auch erschwert worden, da der Experte sich ständig die Unterschiede hätte verdeutlichen müssen.“

Insofern konnte die Formulierung der Zukunftsprojektionen nicht durch systematische Analyse ihrer Merkmale erfolgen. Die transkribierten Interviewprotokolle mußten deshalb auf einem anderen Weg hinsichtlich ihres prognostischen Gehalts interpretiert werden. Ausgangspunkt für die Bildung von Zukunftsprojektionen waren die vorhandenen transkribierten Interviewprotokolle, die zusammen mit den Tonbandaufzeichnungen als Rohdaten aufgefaßt wurden.³

Die primär erstellten Interviewprotokolle enthielten Textaussagen bzw. Textblöcke, die unter anderem prognostischen Gehalt besaßen. Die Textaussagenblöcke wurden durch jeweils eine Interpretation ergänzt. Die Interpretationen wurden systematisch dargestellt nach dem folgenden Muster:

³Die stichpunktartigen Aufzeichnungen, die während des Interviews entstanden, wurden als ASCII-Dateien gespeichert und mußten im nachhinein mit Hilfe der Tonbandprotokolle ergänzt werden, da nur Teile der Aussagen umfassend mitgeschrieben werden konnten. Die Stichpunkte wurden also beim anschließenden Abhören der Tonbandaufnahmen ergänzt. Es entstand eine inhaltliche Wiedergabe der Aussagen des Experten. Dabei wurden die folgend dargestellten Transkriptionszeichen/Strukturierungszeichen einheitlich verwendet: Absatz und Leerzeile bedeuten Abtrennung einer Aussage; Linie „-----“ bedeutet Abtrennung nacheinander; Gedankenstrich „-“ bedeutet Zugehörigkeit der Aussage zur Fragestellung; Semikolon „;“ oder „?“ (nach einer Frage) bedeuten Ende einer Teilaussage; ⇒ bedeutet „daraus folgt“ bzw. „folglich“.

X_Y (Datenquelle)
 - Schlüsselfaktor bzw. Merkmal
 Textaussagenblock
 [Prognosezuordnung]

Hierbei wies die Datenquelle auf die Transkriptionsdatei bzw. Interview-Datei, in der die relevante Textaussage vorkommt, hin. Die Zeile des Schlüsselfaktors enthielt eine vorläufige Kategorienbezeichnung für einen Schlüsselfaktor oder Merkmal. Der Block der Textaussage enthielt die eigentlich wichtige Information, d. h. die Aussage(n) des Experten, in komprimierter Form. Die Zeile der Prognosezuordnung stellte eine Interpretation für die Zugehörigkeit der Aussage zu dem gemeinten Zeitraum dar. Dies alles kann durch das folgende Beispiel erläutert werden. In einer Datei findet sich der folgende Textbereich:

2_2

- Sammelsysteme
 große Sammler ähnlich / identisch strukturiert zu großen Entsorgern; ggf. kleine Subunternehmen => Entsorgung Richtung Osten (Vgl. Bauwirtschaft als Vorbild für die Abfallwirtschaft)
 [Prognose 5.2]

2_5

- Sammlung
 immer monopolartige Strukturen => Mindestgrößen (ca. 60000 Einwohner) => 5-6 Anbieter für Entsorgung in Berlin => Wettbewerb im Markt oder um den Markt => Ausschreiben für mehrere Jahre;
 Sammelsysteme: wie variable Gebührenerfassung ?
 [Prognose 5.2] [2005] [2020]

2_6

- Sammelsysteme
 noch stärker ausdifferenziert bis 2005;
 bis 2020 wird es wieder einfacher werden => man hat umgedacht: langlebigere Produkte / produktintegrierter Umweltschutz, leichter zu entsorgende Produkte
 [Prognose 5.2] [2005] [2020]

2_7

- Sammelsysteme
 Bsp.: Sero-Sammelsystem als Alternative (z. B. Papier und Glas in einem Sack, weil leicht zu trennen);
 DSD-Monopolist => Sero-Sammelsystem ist gescheitert und auch Lahn-Dill wird scheitern, Trockenstabilat wird sich nicht rechnen
 [Prognose 5.2] [2005].

Das Beispiel ist charakteristisch für die Schwierigkeiten der Interpretation hinsichtlich der künftigen Entwicklungen. Oft wurden in den Interviews die zeitlichen Eingrenzungen nicht scharf ausgedrückt. Somit war die erwünschte Einteilung der gewonnenen Aussagen in zwei Zeiträume, d. h. bis 2005 und von 2005 bis 2020 nicht ohne weiteres möglich. Die Interpretation mußte sich deshalb in diesen Fällen innerhalb des gesamten Prognosezeitraums bewegen. Es kristallisierte sich heraus, daß die Menge der die zeitliche „Zwischenstation“ (2005) ansprechenden Textaussagen nicht ausreichend für die Bildung von umfangreichen Zukunftsprojektionen war. Dies führte dazu, daß zum Schluß nur langfristige Zukunftsprojektionen gebildet werden konnten.

Damit wurde jedoch ein neues Problemfeld ersichtlich; die Prognoseaussagen waren nicht homogen quer durch die ermittelten Schlüsselfaktoren verteilt. Die die „klassische“ Abfallwirtschaft behandelnden Schlüsselfaktoren und Merkmale fielen stärker ins Gewicht als andere. So wurde z. B. viel mehr zu den Entwicklungen über die Duale Abfallwirtschaft oder die Sammlungssysteme als zu den Entwicklungen über den Sekundärrohstoffmarkt oder die produzierende Wirtschaft zum Ausdruck gebracht. Die darauf aufbauende Bildung von Zukunftsprojektionen hätte zu einer verzerrten Darstellung geführt: Einige von den Schlüsselfaktoren wären durch vier oder fünf, andere dagegen durch zwei Zukunftsprojektionen in der Szenario-Prognostik vertreten. Um dieser „Unausgeglichenheit“ vorzubeugen, wurden die zwei am ausführlichsten angesprochenen Schlüsselfaktoren in vier aufgesplittet [88]. Die langfristigen Zukunftsprojektionen sollten also nicht auf acht, sondern auf insgesamt zehn Faktoren aufbauen.

Die zuletzt zu lösende Aufgabe betraf die Verknüpfung der Textaussagen zu alternativen Zukunftsprojektionen. Wie das folgende Beispiel exemplarisch zeigt, gab es durchaus konträre Auffassungen über die Entwicklung desselben Schlüsselfaktors bzw. Merkmals:

Expertenaussagen zu 5.2

·Sammelsysteme noch stärker ausdifferenziert bis 2005; bis 2020

wird es wieder einfacher werden

⇒ man hat umgedacht: langlebigere Produkte

/ produktintegrierter Umweltschutz, leichter zu entsorgende Produkte

·Sammelsysteme: neue Systeme: in Städten

⇒ versenkbare Behälter, Einwurf über Müllsäulen

⇒ weniger belästigend und hygienischer;

Sammeln wird regionalisiert, unterschiedliche Stadtbezirke;

elektronische Erfassung: im Müllfahrzeug Information für

spezifische Standorte gespeichert (d. h. nur bei bestimmten Häusern bestimmte Tonnen leeren)

-

·Sammelsysteme im Moment sieht es nicht so aus, als ob noch mehr kommen; Berliner Modell (Holsystem auf den Höfen) sehr teuer,

fraglich, ob sich das halten wird
·Sammelsysteme nichts mehr zu erwarten

Die Vermengung von Aussagen unterschiedlicher Interviewherkunft zu einem zusammengehörenden, richtungsweisenden Textblock war eine weitere Interpretation des Textmaterials. In diesem Zusammenhang wurden Kriterien festgelegt, um diese Interpretation systematisch anzugehen:

1. Die Projektionen hätten nicht das bloße Ergebnis des einseitigen Durchspielens von theoretisch möglichen Varianten sein dürfen; vielmehr sollten sie die tatsächliche Verteilung der *Überzeugung* innerhalb der gesamten Anzahl der befragten Personen repräsentieren. Damit sind zwei Punkte gemeint:
 - a) Eindeutigkeit der einzelnen Projektionsüberzeugung. Oft wurden innerhalb eines Interviews Aussagen in einer analytischen und indifferenten Art zum Ausdruck gebracht. Solche Projektionen, die die Konsequenz logischer Beziehungen (entweder-oder) darstellten, waren wichtig für das Verständnis der Komplexität der relevanten Sachverhalte. Die alleinige Erfassung aller logischen Ausprägungen wurde jedoch als weniger bedeutsam aufgefaßt, soweit nicht gesagt wurde, was eigentlich stattfinden wird.
 - b) Hervorhebung der besonders strittigen Sachverhalte innerhalb der gesamten Anzahl der befragten Experten. Aussagen, an denen die Expertenmeinung deutlich geteilt war, sollten besondere Beachtung finden. Derartige Aussagen waren häufig das „Ja“ oder „Nein“ für eine Entwicklung und sollten den Kern alternativer Zukunftsprojektionen bilden.
2. Die Aussagen sollten besonders dann berücksichtigt werden, wenn sie über ein „Mehr/Weniger“-Entwicklungsmuster hinausgingen. Aussagen, die sich nur auf eine simple quantitative Entwicklungsbeschreibung (z. B. *größere* Bevölkerungsanzahl, *niedrigere* Abfallmengen, *mehr* Gesetze etc.) beschränkten, waren wenig informativ und nur bedingt brauchbar. Wenn diese hingegen durch ausreichende Beschreibungen und/oder Erklärungen ergänzt wurden, dann sollten sie in die Konstruktion der Projektionen aufgenommen werden.
3. Es sollte darauf geachtet werden, daß die Aussagen möglichst nicht die Präferenzen der befragten Personen wiedergeben, sondern ihre überzeugte Vorstellung über die künftigen Entwicklungen, selbst wenn diese nicht gewünscht waren.

Wenige Expertenaussagen betrafen künftige Quantitäten, z. B. Mengen, Anteile, Anzahlen usw. Es war deshalb zu überdenken, inwiefern die zu bildenden Zukunftsprojektionen quantifiziert werden konnten und sollten. Von dieser Möglichkeit wurde jedoch kein Gebrauch gemacht, denn die Befragungen waren qualitativ, d. h. offen und nicht-standardisiert, angelegt. Außerdem würde die Anwendung von nur Texten kein Nachteil für die methodische Vorgehensweise sein.

Die Projektionen als „Platzhalter“ für Zahlen können auch nachträglich, d. h. in konkreten Praxisvorhaben, quantifiziert werden.

In der Phase der „Szenario-Bildung“ wurde aus drei Gründen darauf verzichtet, Experten der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie um Teilnahme an Befragung zu bitten:

1. Es schien sinnvoll, mit der beschränkten Verfügbarkeit der von Mitarbeitern der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie möglichen Zeit „ökonomisch“ umzugehen. Dieselben Mitarbeiter wendeten ohnehin viel Zeit für die sonst im Rahmen dieser Arbeit notwendige Informationsbeschaffung auf, so daß ihnen kaum weitere Hilfestellung zumutbar wäre.
2. Die anderweitig erstellten Zukunftsprojektionen sind aus der Sicht der Landesplanung und -vollzugs „extern“. Dies ist insofern üblich, als zum einen die den Entscheidungsträgern Berlins vorgelegten Planungsgrundlagen oft aus externen Gutachten erstellt werden und zum anderen, als die Abfallwirtschaftsplanung öffentliche Belange berücksichtigt und gesamtgesellschaftlichen Konsens anstrebt. Anders als in diesen Fällen wurde jedoch die Wissenserfassung im Rahmen dieser Arbeit nicht bezogen auf eine, sondern auf mehrere, unabhängige Stimmen angelegt. Dabei wurde bedacht, daß wegen der Anonymität der Befragung bei anerkannten Experten ihre in den öffentlichen Debatten ideologischen bzw. emotional geprägten Voreinstellungen weniger deutlich als sachliche Aussagen zum Ausdruck kommen würden.
3. Die Erstellung der Szenarien nach der hier verwendeten Methodik basierte auf *subjektiver* Messung bzw. Einschätzung von interfaktorellen Konsistenzen und Wahrscheinlichkeiten von Projektionen. Sofern die Schlüsselfaktoren gewissermaßen entpolitisiert ermittelt wurden, konnte diese Einschätzung den potentiellen Nutzern der Methodik überlassen werden.⁴

Die Auswertung der Zukunftsprojektionen erfolgte in zwei Phasen. In der ersten Phase, die bis August 1999 andauerte, wurden die „externen“ Zukunftsprojektionen erarbeitet. In der zweiten Phase wurden die Auswertungsergebnisse Mitarbeitern der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie vorgelegt mit dem Ziel der Überprüfung und gegebenenfalls Modifikation. Während die Schlüsselfaktoren problemlos akzeptiert wurden, ergab sich bei der Formulierung von den darauf bezogenen Zukunftsprojektionen die Notwendigkeit, diese an einigen Stellen zu verändern. Dies erfolgte während eines gesonderten Workshops.

Der Bearbeitung der endgültigen Zukunftsprojektionen folgte die Einschätzung von paarweisen Konsistenzen und Wahrscheinlichkeiten. Die Erfassung erfolgte jedoch nicht auf der Ebene der Zukunftsprojektionen, sondern bezogen auf

⁴Als solche Nutzer hätten sicherlich auch die Berliner Stadtreinigungsbetriebe bzw. private Entsorgungsträger aufgefaßt werden können; sie in dieses Vorhaben mit einzubeziehen, war jedoch aus verschiedenen Gründen nicht möglich.

ihre Kombinationen, d. h. die Projektionspaare. Der Grund dafür ist folgender: Die Synthese von elementaren Wahrscheinlichkeiten setzt voraus, daß bekannt ist, inwiefern diese bedingt oder unabhängig voneinander formuliert werden. Sind diese bedingt, dann können theoretisch Bayessche Algorithmen eingesetzt werden [69, S. 164 ff]. Angesichts der hohen Komplexität der verknüpften Faktoren erscheint jedoch die Ermittlung von kombinierten Wahrscheinlichkeiten im Rahmen eines Vorhabens wie des hier dokumentierten praktisch unmöglich.

Werden die elementaren Wahrscheinlichkeiten hingegen als unabhängig voneinander aufgefaßt, dann kann ihre Synthese enorm vereinfacht werden. Das Problem ist allerdings, daß bei der textlichen Formulierung von Zukunftsprojektionen nicht ohne weiteres von unabhängigen Beschreibungen ausgegangen werden kann. Diese Unabhängigkeit kann, wenn überhaupt, auf einer höheren Aggregationsstufe unterstellt werden. Deshalb wurde anstelle von elementaren Wahrscheinlichkeiten ihre Kombinationen direkt gemessen und zwar in der Art, wie die Konsistenzen eingeschätzt wurden. Neben der Konsistenzmatrix wurde eine Wahrscheinlichkeitsmatrix erstellt und zur Bewertung bei der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie vorgelegt, die folgende Eintragungen vorsah:

- 1 = sehr geringe Wahrscheinlichkeit,
- 2 = geringe Wahrscheinlichkeit,
- 3 = mittlere Wahrscheinlichkeit,
- 4 = hohe Wahrscheinlichkeit,
- 5 = sehr hohe Wahrscheinlichkeit und (zusätzlich)
- [] = Wahrscheinlichkeit ist nicht schätzbar.

Die Einschätzungen der Konsistenzen und Wahrscheinlichkeiten wurden lediglich von einer Person vorgenommen. Ihr wurde der methodische Rahmen und die Zielsetzung des Ausfüllens der Matrizen erklärt. Es wurde vereinbart, daß sie methodische Unklarheiten bzw. Schwachstellen kommentieren würde, falls sich so etwas ergeben würde. Zum Schluß wurden jedoch keine methodischen Probleme konstatiert. Die Tatsache, daß die Einschätzungen von nur einer Person herkommen, verleiht den später vorzustellenden Auswertungsergebnissen an dieser Stelle einen eher exemplarischen Charakter.

7.4 Szenario-Bildung

Die Auswertung der Konsistenzanalyse und der Wahrscheinlichkeitsanalyse erfolgte rechnergestützt sowohl am Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme als auch unabhängig bei der Firma Scenario Management International.⁵ Am Fachgebiet

⁵Diese Firma ist aus ehemaligen Doktoranden bei Prof. Gausemeier an der Universität Paderborn gegründet worden.

Mensch-Maschine-Systeme wurden Programme in Visual dBase 5.0 sowie in SPSS 9.0.1 verwendet.

Zunächst wurden die Vektoren aller theoretisch möglichen Projektionsbündel erstellt. Die Vektoren bestanden aus 21 Elementen entsprechend der Anzahl der formulierten alternativen Zukunftsprojektionen. Die Elemente gehörten der Menge $E = 1a, 1b, 2a, 2b, \dots, 10a, 10b$ an. Die Summe der Projektionsbündel betrug 1152. Die Vektoren wurden durchnummeriert und bildeten die Zeilen einer Matrix M_B (1152×21). Die Matrix wurde mit binären Werten ausgefüllt: Jedes Feld, in dem das Vorkommen einer alternativen Projektion mit dem Element der Menge E übereinstimmte wurde mit 1 bewertet, alles andere war 0. Die Konsistenzmatrix M_K enthielt insgesamt 197 Paare. Jedes Projektionsbündel bestand aus 45 Projektionspaare.

Die binäre Matrix M_B wurde um die Dimension der Konsistenzsicherungen erweitert ($1152 \times 21 \times 5$) und auf das Vorkommen totaler Inkonsistenzen hin überprüft. Die Anzahl der Projektionsbündel wurde dann anhand der ermittelten totalen Inkonsistenzen auf 720 reduziert. Die Menge der 720 Projektionsbündel stellte die feinste Partition für die Clusteranalyse dar. Eine weitere Reduktion der Projektionsbündel wurde auf Grund des Ausschlusses partieller Inkonsistenzen erreicht. Das dabei verwendete Kriterium war, daß Projektionsbündel, die innerhalb ihrer 45 Projektionspaare mehr als vier partielle Inkonsistenzen enthielten, eliminiert werden sollten. Zur Berechnung der Distanz zwischen diesen Projektionsbündeln sowie Konstruktion der ersten Distanzmatrix wurde das Maß ihrer Unähnlichkeit nach der von Gausemeier et al. [88, S. 275] vorgeschlagenen Formel verwendet. Aufbauend auf der Distanzmatrix der feinsten Partition wurde dann ein agglomeratives, hierarchisches Verfahren durchgeführt. Dabei wurde auf das Fusionierungsverfahren „Average-Linkage“ zurückgegriffen [190, S. 75 ff.].

8 Ergebnisse der Untersuchung

8.1 Einflußfaktoren

Die Einflußanalysen bezogen sich auf eine Reihe von Faktoren, die nach Literaturrecherchen, Brainstormings und strukturierten Gruppendiskussionen aufgestellt wurden. Die Definitionen für die ermittelten Einflußfaktoren wurden in den entsprechenden Arbeiten dokumentiert [47,192]. Auf solche Definitionen wird hier aus verschiedenen Gründen verzichtet: Viele dieser Begriffe, z. B. Mengen, Volumen sind selbsterklärend. Auf der anderen Seite gibt es eine Reihe von Begriffen, z. B. die Kreislaufführung beschreibenden, die fachliche Ausdrücke sind oder solche implizieren. Das Anliegen, sie genau abzugrenzen eröffnet Schwierigkeiten, die in anderen Zusammenhängen, vor allem bezüglich der Gesetzgebung und der Rechtssprechung ständigen Diskussionsstoff liefern. Auseinandersetzungen über die genaue bzw. juristisch scharfe Abgrenzung solcher Begriffe waren nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Nun soll exemplarisch auf Strukturanalyse der Abfallwirtschaft in Berlin [192] eingegangen werden. Es wurden ausgehend von vier Einflußbereichen 45 Faktoren definiert. Dabei wurde Wert darauf gelegt, daß ihre inhaltlichen Überlappungen möglichst gering ausfallen:

A. Wirtschaft,

1. Wachstum,
2. Ressourcenpreise,
3. Handel,
4. Preisstabilität,
5. Wettbewerb (allgemein),
6. Infrastruktur,
7. Warenimport und -export,
8. Struktur,
9. Arbeitsmarkt,
10. Verpackung,
11. Produktdesign,
12. Produktionsverfahren,

B. Gesellschaft,

13. Abfallrecht,
14. Umweltakteure,
15. Umweltökonomie,
16. Berlin/Brandenburg,
17. Bevölkerung,
18. Sozialstruktur,
19. Umweltbewußtsein,
20. Tourismus,
21. Großveranstaltungen,

C. Umwelt,

22. direkt wirkende Gefahrstoffe,

- 23. indirekt wirkende Gefahrstoffe,
- 24. Flächenverbrauch,
- 25. Lärm und Geruch,
- 26. erneuerbare Ressourcen,
- 27. nicht-erneuerbare Ressourcen,
- 28. Klima,
- 29. Geologie,

D. Abfallmanagement,

- 30. Abfallvermeidung,
- 31. Sortiersystem,
- 32. Sammlungssystem,
- 33. Abfuhrsystem,

- 34. Abfuhrhythmus,
- 35. Zwischenlagerung,
- 36. Sortiersystem,
- 37. Kompostierung,
- 38. Vergärung,
- 39. Restabfall (Mengen),
- 40. Restabfall (Zusammensetzung),
- 41. thermische Behandlung,
- 42. Deponierung,
- 43. Entsorger (Daseinsvorsorge),
- 44. Entsorger (Umsatz) und
- 45. Entsorger (Monopolstellung).

Die definierten Einflußfaktoren wurden dann nach der von Vester [208] vorgeschlagenen Methodik ausgewertet (s. Anhang B) und in den System-Grid transformiert (s. Abbildung 8.1). Im wesentlichen ergab sich, daß wenige Faktoren als besonders aktiv bzw. kritisch eingestuft wurden. Die Mehrheit der Faktoren befand sich in einem eher neutralen Bereich hinsichtlich der Aktivität als auch der Systemeinbindung. Die umweltbezogenen bzw. ökologischen Faktoren, sowie die auf die Abfallsammlung und -logistik bezogenen schienen geringe Aktivität sowie Systemeinbindung bzw. -relevanz zu besitzen. Ähnliche Schlußfolgerungen ließen sich durch die Einflußanalysen von Bockamp und Jahn ableiten [47]. Als Ergebnis erfolgte eine Synthese der als aktiv und kritisch ermittelten Faktoren, die als erste Hypothese der Einflußfaktoren angesehen wurde.¹

Die 45 zunächst in Frage kommenden Einflußfaktoren wurden somit auf 19 reduziert, die die Systemdefinition des Kapitels 5.3 fast komplett einschließen.

Es wurde unterstellt, daß – in fachlicher Hinsicht – eine allgemeine Vorstellung existiert, die ein gemeinsames Verständnis für den Begriffsinhalt, um den es hierbei handelt, umfaßt. Die Auflistung der Einflußfaktoren wird gegebenenfalls durch in runden Klammern gesetzten Begriffen ergänzt, die den Begriffsinhalt näher erläutert. In eckigen Klammern stehen die Indizes der Einflußfaktoren nach der o. g. Auflistung:

[13] a. Abfallgesetzgebung (Abfalldefinition, Zuständigkeiten, technische Stan-

¹Dabei wurden mögliche inhaltliche Redundanzen überprüft, indem die Einflußmatrizen einer Ähnlichkeitsanalyse nach der Methode der multidimensionalen Skalierung mittels SPSS unterzogen wurden. Als Distanzmaß wurde die Euklidische quadratische Summe und der City-Ansatz ausgewählt. Die Paare der Einflußfaktoren wurden spalten- sowie zeilenweise untersucht. Eine eigene Interpretation der dadurch visualisierten Ergebnisse führte zu der Konsequenz, daß eventuell die Einflußfaktoren 3 (Handel) und 7 (Warenimport und -export) sowie die Einflußfaktoren 37 (Kompostierung) und 38 (Vergärung) zusammengefaßt werden konnten.

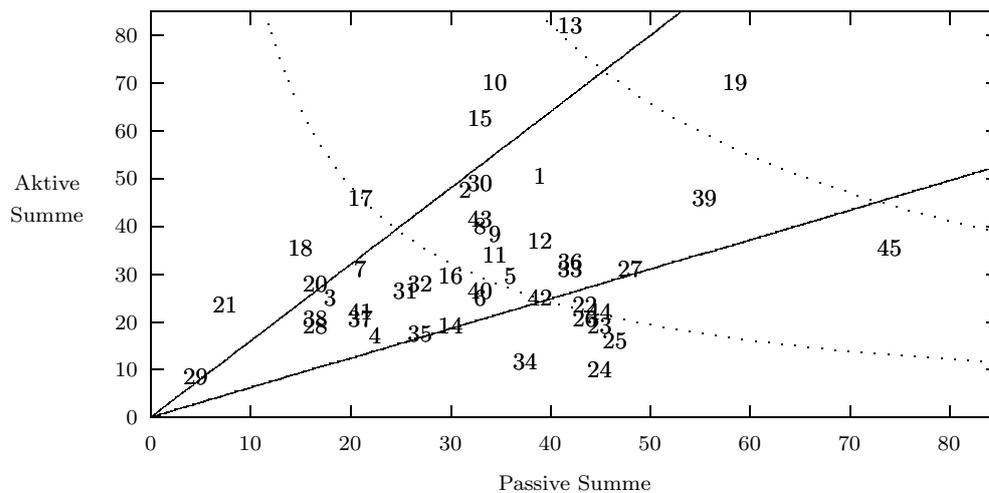


Abbildung 8.1: System-Grid der einleitenden Einflußanalyse

Quelle: [192].

dards),

[2,13,15] b. abfallwirtschaftliche Maßnahmen (ökonomisch, ordnungs-rechtlich, indikativ),

[13] c. abfallwirtschaftliche Planung (administrative Struktur, Budget),

[15] d. Anbieterstruktur in der Entsorgungswirtschaft,

[6] e. Bautätigkeit,

[17,18] f. Bevölkerung, (Anzahl, Einkommen, Alter, Haushaltsgröße),

[37,38,41,42] g. Entsorgung (Deponierung, technische verfahren, Abfallexport),

[19] h. globale Diskurse (nachhaltige Entwicklung, Globalisierung),

[3,7] i. Handelsbilanz,

[21] j. Hauptstadtfunktionen, (Regierung, Großveranstaltungen),

[17] k. Konsumtion (Gebrauch, Verbrauch),

[10,12] l. Kreislaufführung (Wiederverwendung, Weiterverwendung, Wiederverwertung, Weiterverwertung),

[16] m. Länderfusion,

[11,12,30] n. Produktion, (Güter, Dienstleistungen),

[16] o. Raumordnung,

- [39,40] p. Restabfallaufkommen (Menge, Volumen, Zusammensetzung, Herkunft),
 [20] q. Tourismus,
 [19] r. *vita activa* (Arbeit, Freizeit) und
 [1,8] s. Wirtschaft (Struktur, Entwicklung).

In der obigen Auflistung sind die in Kapitel 5.3 definierten Subsysteme des Handels (i), der Konsumtion (k), der Produktion (n), der Kreislaufführung (l) und der Beseitigung (p) enthalten. Das stofflich aufgefaßte System wurde um den Faktor der Bautätigkeit (e) erweitert, die als eine Ausdifferenzierung der stofflichen Produktion angesehen werden kann. Lediglich die logistischen Faktoren, wie z. B. die Sammlungssysteme für die Siedlungsabfälle, erwiesen sich als weniger relevant für weitere Operationalisierung. Als Ergebnis der Einflußanalysen setzte sich der neue Bildentwurf des Systems neben dem *stofflichen* Durchfluß aus gesellschaftlich-kulturellen (h, r), ökonomischen (d, s), organisatorisch-politischen (i, m, o), demographischen Faktoren (f, q) und, im engeren Sinne, abfallwirtschaftlichen Faktoren (a-c, l) *informativ* zusammen.

8.2 Schlüsselfaktoren

Die ermittelten Einflußfaktoren wurden den Experten in der ersten von den beiden Interviewrunden zur Überprüfung vorgelegt. Die darauf aufbauenden Gespräche wurden auf Tonband aufgezeichnet, transkribiert und inhaltsanalytisch ausgewertet. Die folgenden acht Schlüsselfaktoren sind das Ergebnis der Auswertung der qualitativen Analyse der Experteninterviews. In eckigen Klammern stehen die Indizes der Einflußfaktoren in der obigen Auflistung:

- [f] Bevölkerung
(Anzahl, Siedlungsstruktur, Einkommen),
- [k,n,s] Umweltbewußtsein
(Bewußtseinsbildung, Kaufverhalten, Umweltverhalten),
- [a,b,c,k] Abfallwirtschaftliche Regulierung
(rechtliche Rahmbedingungen, Planung/Maßnahmen, Ganzheitsbetrachtung)²
- [e,n,s] Wirtschaft
(Produktion, Dienstleistung, Bautätigkeit),
- [d,g,l] Entsorgungsangebot
(Anbieterstruktur, Sammelsysteme, Verwertung, Ablagerung/Behandlungsart),
- Entsorgungspreise
(Sekundärrohstoffmarkt, Energie-/Wasserkosten, Beseitigungskosten),

²Damit ist die parallele Verfolgung und ökonomischen und ökologischen Zielsetzungen gemeint.

[a,f] Europäische Union
(EU-Erweiterung, EU-Recht) und

[p] Restabfall (Menge, Zusammensetzung, Herkunft).

Es ist auffallend, daß die Schlüsselfaktoren nun auf einer höheren Abstraktionsebene als die Einflußfaktoren der einleitenden Einflußanalysen liegen. Die Nennung der Schlüsselfaktoren sowie ihrer Merkmale bzw. zusammenhängenden Sachverhalte kann jedoch eine effektive Bündelung der Einflußfaktoren sein, denn die vorhin implizierten Sachverhalte wurden nicht verloren, sondern komprimiert.

Es liegt nahe, daß zwischen den Schlüsselfaktoren viele Beziehungen bestehen, deren Exploration nicht Gegenstand dieser Arbeit ist. In diesem Zusammenhang soll angemerkt werden, daß eventuell zwei von den acht Faktoren redundant mit dem Rest sind: die Europäische Union und das Umweltbewußtsein. In Bezug auf die Europäische Union wurde während der Expertenevaluation Skepsis geäußert, ob sie nicht in den Schlüsselfaktoren Bevölkerung und abfallwirtschaftliche Regulierung mit enthalten ist. Der Schlüsselfaktor Umweltbewußtsein könnte ebenfalls in die Schlüsselfaktoren Bevölkerung und Wirtschaft integriert werden. Es kann dennoch davon ausgegangen werden, daß die Schlüsselfaktoren unabhängig voneinander eine hohe Relevanz für die Abfallprognose haben.

Angemerkt werden sollte auch die Auswertung der Experteninterviews, die die Bedeutung der Entsorgungspreise als besonders relevant erscheinen ließ, was bis dato nicht explizit berücksichtigt wurde.³

Anders als bei den Einflußfaktoren tauchen in der endgültigen Formulierung der Schlüsselfaktoren die Faktoren Handelsbilanz (i), Hauptstadtfunktionen (j), Länderfusion (m), Raumordnung (o), Tourismus (q) und *vita activa* (r) nicht mehr auf. Diese Faktoren wurden generell als weniger bedeutsam für die Fragestellung der Berliner Abfallprognosen angesehen. Dies ist insofern interessant, als die Hälfte von ihnen (j, m und p) berlinspezifisch ist.

Die Subsysteme des ursprünglich aufgefaßten stofflichen Systems wurden durch Wissenserfassung und -interpretation in einer neuen Perspektive zusammengestellt. Die Konstellation der Schlüsselfaktoren könnte als Modellanalogie zu dem Entwurf eines mikro-ökonomischen Modells oder zu der Auffassung eines ökologischen Gleichgewichts interpretiert werden. Im ersten Fall dreht sich der Markt um das Gut des Restabfalls, das mit einem negativen Preis behaftet ist, dem Entsorgungspreis. Auf der Angebotsseite produzieren Wirtschaft und Bevölkerung mit ihrem Umweltbewußtsein dieses Gut und bieten es an. Auf der Nachfrageseite wird das Gut vom Entsorgungsangebot nachgefragt, welches ebenfalls über ein Umweltbewußtsein verfügt und entsprechend entsorgt. Schließlich stellen die deutsche und europäische abfallwirtschaftliche Regulierung und das EU-Recht staatliche Faktoren dar, die diesen Markt regulieren. Wenn die Entsorgung des

³Zu der Beschreibung dieses Faktors wurde der Sekundärrohstoffmarkt herangezogen, obwohl dieser nicht als ein Merkmal (im Sinne einer Unterkategorie) eingeordnet werden kann. Entsorgungspreise und Sekundärrohstoffmarkt wurden von den befragten Experten sehr häufig miteinander assoziiert. Die Auswertung konnte jedoch keine scharfe Abgrenzung zwischen den beiden erreichen, weshalb entschieden wurde, diese in demselben Zusammenhang zu betrachten.

Restabfalls als auf dem Markt gehandeltes Gut betrachtet wird, dann liegt eine Dienstleistung vor, die nicht mehr zu einem negativen, sondern zu einem positiven Preis gehandelt wird. Angebots- und Nachfrageseite sind dann im Vergleich zur obigen Interpretation gegeneinander auszutauschen. Im zweiten Fall handelt es sich um ein hypothetisches Modell. In seinem Mittelpunkt findet sich ein Dreieck von Akteuren, d. h. die Wirtschaft, Bevölkerung und die Entsorger, das den Funktionsträgern Produktion, Konsumtion und Destruktion entsprechen könnten. Diese Idee ist bereits im Rahmen des industriellen Stoffwechsels vorgestellt worden [115].

8.3 Zukunftsprojektionen

Die durch die Erarbeitung der transkribierten Experteninterviews konstruierten Zukunftsprojektionen sind im Anhang B enthalten. Ihre Kategorien und Inhalte korrespondieren sehr gut mit aktuell brisanten Fragen über die Zukunft der Abfallwirtschaft, so wie sie von v. Dierkes im Rahmen einer Verbandsveranstaltung neuerdings vorgetragen wurden [212]. Folgend werden die endgültig formulierten Zukunftsprojektionen vorgestellt, die – aufbauend auf den „externen“ Ergebnissen des Anhangs – durch die Mitarbeiter der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, weiter entwickelt wurden. Die *Kategorien* der Zukunftsprojektionen lauten:

1. Bevölkerung,
 - a) Flucht, Single-Haushalte und Überalterung,
 - b) Stabilität,
2. Umweltbewußtsein,
 - a) Fortentwicklung des Umweltbewußtseins,
 - b) Stagnation des Umweltbewußtseins,
3. Organisation der abfallwirtschaftlichen Planung,
 - a) Berlin wird Kommune,
 - b) Berlin bleibt Stadtstaat,
4. Ressortbildung,
 - a) Einordnung der Umweltressorts in die Wirtschaftressorts,
 - b) Wirtschafts- und Umweltressorts bleiben getrennt,
5. Wirtschaft,
 - a) Rückgang der materiellen Produktion und der Bautätigkeiten,
 - b) weitere Steigerung der materiellen Produktion,
 - c) Wachstum des Sekundärrohstoffmarktes,

6. Verwertung,
 - a) Fortschritte bei der Verwertung/starke Konzentration der Anbieter,
 - b) Stagnation der Verwertung,
7. Behandlung und Ablagerung,
 - a) Ablagerung ohne energetische Verwertung in Brandenburg,
 - b) Etablierung der Verbrennung,
 - c) Kombination energetischer mit mechanisch-biologischer Behandlung,
8. Entsorgungspreise,
 - a) niedrige Abfallgebühren,
 - b) konstante Abfallgebühren,
9. Europäische Union,
 - a) zunehmende Bedeutung der EU für das deutsche Abfallrecht,
10. Restabfallmengen,
 - a) Reduktion der Restabfallmengen und
 - b) Steigerung der Restabfallmengen.

Bereits diese Übersicht zeigt Unterschiede gegenüber der Expertiseerfassung, die im Anhang B zusammengefaßt wurde. Die Modifikationen spiegeln Sachverhalte wider, die erst aus der Sicht der Planung relevant sind und nicht durch die „externen“ Auffassungen vertreten wurden. Dabei ging es hauptsächlich um Ergänzungen. Lediglich zwei Projektionen, nämlich die „Intensivierung des Angebotes von Dienstleistungen und Bautätigkeiten“ sowie, daß „der Sekundärrohstoffmarkt bleibt instabil“ (s. S. 122) wurden ersatzlos gestrichen, da sie wohl als weniger relevant erschienen.

Die administrative Zukunft Berlins ist ein Sachverhalt, der sich im Ergebnis der einleitenden Einflußanalysen als weiter zu betrachtende Größe herausstellte. Die Befragungen bei den Experten ergab zum Schluß jedoch, daß diesem geringe Relevanz beigemessen wurde. Anders wurde er jedoch durch die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie bewertet: Aus ihrer Sicht, würde die Fusion Berlin/Brandenburg ausschlaggebend für die Gestaltung der Berliner Abfallwirtschaft, denn in diesem Fall würde die Stadt Berlin den Vorgaben des übergeordneten Land folgen, genauso, wie dies heute die Bezirksämter im Verhältnis zum Land Berlin tun. Ebenfalls bedeutsam, und bis dato kaum berücksichtigt, wurde die Ressortbildung innerhalb der Senatsstrukturen angesehen. Aus der Sicht der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie kann die Entwicklung des Verhältnisses des Umweltressorts zu dem Wirtschaftsressort sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die gesamte Berliner Abfallwirtschaft haben. Desweiteren wurde die Bedeutung der Entsorgungspreise

für die zu erstellenden Szenarien hervorgehoben. Dieser Sachverhalt war eindeutig als ein wesentlicher Schlüsselfaktor auch von den davor befragten Experten eingestuft. Diese bezogen sich jedoch selten Stellung auf seine mögliche, langfristige Entwicklung. Die Ergänzungen der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie wurden mit der Option der direkten Ablagerung Berliner Siedlungsabfälle auf das Land Brandenburg abgeschlossen.

Die Inhalte der endgültigen Zukunftsprojektionen wurden in Abstimmung mit der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie folgendermaßen formuliert:

1. Bevölkerung.

1a. Stadtflucht/Single-Haushalte/Überalterung. Die infrastrukturellen Entwicklungen, vor allem im Bereich des Verkehrs, sind Grundlage für Wanderungen aus den urbanen Zentren. Der Speckgürtel Berlins wird weiter ausgebaut. Dabei wird am Rande Berlins vorwiegend in Einfamilienhäusern gewohnt. Die Armut, bedingt durch Zuwanderungen aus dem Osten und Weggang der Industrie, wird verstärkt. Während die einkommenstärkeren ins Umland umziehen werden, bleiben die einkommensschwächeren in den urbanen Zentren zurück oder ziehen aus der Stadt aus. Insgesamt wird die Bevölkerungszahl kontinuierlich sinken: Die „Stadtflucht“ wird dazu führen, daß immer weniger Personen in Berlin wohnhaft sind. Zudem wird der Anteil der Single-Haushalte sowie die Überalterung der Bevölkerung infolge der Auslagerung der Industrie deutlich zunehmen.

1b. Stabile Bevölkerungsstruktur. Das demographische Profil Berlins wird sich nicht deutlich verändern. Die neuen Hauptstadtfunktionen induzieren einen leichten Zuwachs der Bevölkerung in Berlin bis zum Jahr 2005. Unmittelbar ursächlich sind vor allem der Regierungsumzug und der Zuzug von Interessenverbänden. Langfristig wird dieser Trend jedoch gebremst. Die Bevölkerungszahl wird im Jahr 2020 etwas höher sein als heute. Die Einkommensverteilung und die Kaufkraft bleiben relativ konstant.

2. Umweltbewußtsein.

Die Bildung des Umweltbewußtseins ist konjunkturabhängig und fluktuiert daher in Zusammenhang mit ökonomischen Phänomenen.

2a. Fortentwicklung des Umweltbewußtseins. Das umweltbewußte Verhalten wird in Zusammenhang mit einer generell erhöhten Kaufkraft weiter entwickelt. Beim Produktkauf wird immer mehr auf die entsprechenden Vermeidungs- und Verwertungsmöglichkeiten geachtet. Außerdem wird der Hausmüll sauber getrennt.

2b. Stagnation des Umweltbewußtseins. Das umweltbewußte Verhalten ist bereits stark ausgeprägt, so daß keine wesentlichen Änderungen zu erwarten sind.

3. Organisation der abfallwirtschaftlichen Planung.

3a. Berlin wird Kommune. Die Fusion mit dem Land Brandenburg führt zu der Verlagerung der ministeriellen Tätigkeiten in die neue Hauptstadt (Potsdam). Berlin als Kommune beschränkt sich auf den abfallwirtschaftlichen Vollzug.

3b. Berlin bleibt Stadtstaat. Die abfallwirtschaftliche Planung auf Landesebene wird weiter von Berlin selbst bestimmt werden.

4. Ressortbildung.

4a. Einordnung der Umweltressorts in die Wirtschaftsressorts. Ökologische Gesichtspunkte werden auch in Zukunft ökonomischen Zielsetzungen untergeordnet bleiben. Die drei volkswirtschaftlichen Akteure – private Haushalte, Unternehmen und Staat – richten ihr Handeln an der wirtschaftlichen Entwicklung aus. Die Grundsätze des nachhaltigen Wirtschaftens treten in ihrer Relevanz zurück.

4b. Wirtschafts- und Umweltressorts bleiben getrennt. Die abfallwirtschaftliche Planung wird auf nationaler Ebene weiter verstärkt und erhält neue Impulse durch ganzheitliche Betrachtungsweisen (vor allem: stärkere Berücksichtigung der energetischen Verwertung).

5. Wirtschaft.

5a. Rückgang der materiellen Produktion und der Bautätigkeiten. Die Produktion materieller Güter wird rückläufig sein. Das Streben nach Ressourcenschonung und die Entmaterialisierung der Leistungserzeugung werden sich weiter verstärken. Infolgedessen wird das Angebot an immateriellen Gütern bzw. Dienstleistungen steigen. Die Produktlebensdauer wird sich tendenziell erhöhen. Durch ein zunehmendes Angebot an reparierten Gütern kommt der Wiederverwendung größere Bedeutung zu. Die Verlagerung von Industriebetrieben aus dem Berliner Stadtgebiet ins Umland wird sich fortsetzen. Der Dienstleistungssektor wird bis zum Jahr 2020 kontinuierlich wachsen. Infolge des Abbaus von Subventionen wird die Bautätigkeit unter Schwankungen langfristig abnehmen. Ab ca. dem Jahr 2010 werden die Erhaltung und Renovierung vorhandener Baumassen in den Vordergrund treten.

5b. Weitere Steigerung der materiellen Produktion. Die aktuellen Tendenzen, die eine gegenüber der materiellen Produktion verhältnismäßige Ausweitung des Dienstleistungssektors anzeigen, werden nicht langfristig andauern. Um 2005 beginnt die materielle Produktion wieder verstärkt an Bedeutung zu gewinnen, was sich bis zum Jahr 2020 fortsetzen wird. Die Ausbeute der verfügbaren Primärrohstoffe wird konsequent weitergeführt.

5c. Wachstum des Sekundärrohstoffmarktes. Aufgrund zunehmender Knappheit von Primärrohstoffen, recyclinggerechter Produktgestaltung und verstärktem Bemühen um Verwertung erlangen Sekundärrohstoffe eine immer

größere Bedeutung als Produktionsfaktor. Aus sehr homogenen Abfallchargen werden Stoffe gewonnen, die erneut als Input für den Produktionsprozeß dienen. Dies erfolgt auf technisch einfache und wirtschaftliche Weise.

6. Verwertung.

6a. Fortschritte bei der Verwertung/Starke Konzentration der Anbieter. Im Zuge eines intensiven Konzentrationsprozesses, der sowohl private Entsorgungsunternehmen als auch öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger betreffen wird, nimmt die Zahl der Anbieter solcher Leistungen immer mehr ab. Im Resultat wird sich eine Marktform einstellen, die einem Oligopol sehr nahe kommt. Die Planung der Abfallbeseitigung wird eine kommunale Aufgabe (Daseinsvorsorge) bleiben. Dabei wird das Monopol der Berliner Stadtreinigungsbetriebe beibehalten, ihre Rolle wird sich jedoch auf Reinigungs- und Beseitigungsaufgaben beschränken. Abfallwirtschaftliche Maßnahmen werden stärker über die Berücksichtigung energetischer Sachverhalte konzipiert und umgesetzt werden.

Allmählich setzen sich neue Systeme der Abfallsammlung durch. Zum einen werden durch die Wohnungsbaugesellschaften verstärkt Müllschleusen eingerichtet. Zum anderen werden effiziente Systeme zur Messung der Leistung, die seitens der Abfallerzeuger in Anspruch genommen wird, bei der Sammlung eingesetzt. Zu denken ist dabei an eine automatische Identifikation und Verwiegung des Müllgefäßinhaltes. Die bestehenden Verwertungssysteme bleiben im Grundsatz erhalten, wobei technische Innovationen einfließen. Ähnlich wie Glas- und Papierrecycling wird sich die Kompostierung in Zukunft bewähren. Recyclingprozesse finden verstärkt Anwendung, z. B. bei Kunststoffen und Elektronikschrott.

6b. Stagnation der Verwertung. Die vorhandenen Sammelsysteme werden nicht weiter ausgebaut und technische Neuerungen kaum umgesetzt. Aufgrund der Produktgestaltung ergeben sich immer höhere Anforderungen an das Recycling. Diese können nur eingeschränkt und mit Zeitverzug erfüllt werden. Die wachsende Zahl erforderlicher Trennprozesse wird es nicht zulassen, daß sich die Recyclingquoten wesentlich erhöhen.

7. Behandlung und Ablagerung der Restabfälle.

7a. Ablagerung ohne energetische Verwertung in Brandenburg. Die Kapazitäten der Brandenburger Deponien werden genutzt, ohne daß dabei auf die Anknüpfung auf die mechanisch-biologische Behandlung zurückgegriffen wird.

7b. Etablierung der Verbrennung. Die Anforderungen an die abzulagernden Abfälle, die sich aus der Technischen Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen ergeben, kommen ab dem Jahr 2005 in vollem Umfang zum Tragen. Obwohl sich andere Entsorgungsperspektiven eröffnen, werden thermische Verfahren nach wie vor das entscheidende Mittel sein, um eine Abfallbehandlung derart durch-

zuführen, daß die Rückstände unbesorgt abgelagert werden können. Technologische Entwicklungen werden vornehmlich die thermischen Verfahren betreffen. Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen werden nur einzeln betrieben. Abfallexporte sind noch bis 2005 von Bedeutung. Durch die langsame Angleichung der Umweltstandards in den östlichen Nachbarländern wird dieses Phänomen sukzessiv abnehmen. Die Entsorgung wird flexibel (bedarfsadaptiert) gestaltet werden.

7c. Kombination energetischer Verwertung mit mechanisch-biologischer Behandlung. Technologische Entwicklungen ermöglichen den rentablen Betrieb von Verfahren, die eine Ergänzung zur thermischen Abfallbehandlung darstellen. Die Behandlung der Restabfälle wird durch eine Kombination von Energieumwandlung mit mechanisch-biologischer Vorbehandlung sichergestellt werden.

8. Entsorgungspreise.

8a. Niedrige Abfallgebühren. Die Abfallgebühren für die Beseitigung des Hausmülls werden langfristig viel niedriger als heute sein.

8b. Konstante Abfallgebühren. Die Abfallgebühren für die Beseitigung des Hausmülls werden nach einem Anstieg bis 2005 wieder sinken und langfristig etwa auf dem heutigen Niveau bleiben.

9. Europäische Union.

Zunehmende Bedeutung der EU für das deutsche Abfallrecht/Produktverantwortung. Die EU wird in einem langsamen Prozeß durch viele Osteuropäische Länder erweitert. Der EU-Gesetzgebung wird langfristig eine größere Bedeutung für die Umweltstandards in der BRD beigemessen als heute. Somit werden heute noch offene Fragen, wie die Abgrenzung der Beseitigung von der Verwertung europaweit gelöst. Diese Entwicklungen werden zu einer Auflockerung der deutschen Standards führen.

Die zur Zeit verstreute Umweltgesetzgebung wird in ein einheitliches Regelwerk (Umweltgesetzbuch) überführt. Durch eine Harmonisierung konkurrierender Vorschriften wird eine Vereinfachung erreicht. Die deutsche Rechtsprechung wird in zunehmenden Maße durch EU-Regelungen bestimmt. Probleme, die mit der Abgrenzung zwischen Verwertung und Beseitigung verbunden sind, werden gelöst.

10. Restabfallmengen.

10a. Reduktion der Restabfallmengen. Die zu beseitigenden Restabfallmengen werden bis 2005 wesentlich reduziert werden. Dieser Trend wird sich bis zum Jahr 2020 verlangsamen, so daß diese Mengen langfristig ein minimales Niveau nicht mehr unterschreiten. Das Bruttoabfallaufkommen, wird im gesamten Zeitraum relativ konstant bleiben.

10b. Zunahme der Restabfallmengen. Die Restabfallmengen werden langfristig durch Bevölkerungszunahme (z. B. durch die EU-Erweiterung) ansteigen.

Die formulierten Zukunftsprojektionen bezogen sich somit auf neun kritischen Schlüsselfaktoren und auf einen unkritischen, die Europäische Union. Sowohl die befragten Experten als auch die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie waren sich darin einig, daß der Europäischen Union langfristig eine eindeutig zentrale Bedeutung hinsichtlich der deutschen und somit auch Berliner Abfallwirtschaft zukommen wird.

8.4 Konsistenzen und Wahrscheinlichkeiten

Die Anzahl der Konsistenzsicherungen betrug 197. Diese sind in der Tabelle 8.1 dargestellt. Ihre Verteilung ist folgende (in runden Klammern steht die Anzahl der Ausprägungen):

1	(2)	1 v. H.
2	(38)	19 v. H.
3	(113)	58 v. H.
4	(24)	12 v. H.
5	(20)	10 v. H.

Weniger als 20 v. H. der Projektionspaare waren also als widersprüchlich (1,2) eingeschätzt. Als total inkonsistent (1) wurden die Paare 6b-7c (Stagnation der Verwertung – Kombination energetischer mit mechanisch-biologischer Behandlung) sowie 8a-10a (niedrige Abfallgebühren – Reduktion der Restabfallmengen) bewertet. Partielle Inkonsistenzen (2) finden sich vor allem im Zusammenhang mit der Projektion der Faktoren 6 (Verwertung), 7 (Behandlung und Ablagerung), 8 (Entsorgungspreis) und 10 (Restabfallmengen). Beispiele für solche Inkonsistenzen stellen die Paare 2a-4a (Fortentwicklung des Umweltbewußtseins – Einordnung der Umweltressorts in die Wirtschaftsressorts), sowie 5a-10b (Rückgang der materiellen Produktion und der Bautätigkeiten – Zunahme der Restabfallmengen) dar. Der mit Abstand größte Bereich der Konsistenzen wurde als neutral (3) eingeschätzt. Dies zeigt eine allgemein gute Verträglichkeit der Zukunftsprojektionen untereinander. Insbesondere die Faktoren 1 (Bevölkerung), 3 (Organisation der abfallwirtschaftlichen Planung) und 4 (Ressortbildung) erwiesen sich als besonders indifferent bezüglich ihrer Konsistenz mit allen anderen.

Die hohen Konsistenzsicherungen waren insgesamt häufiger als die der partiellen Inkonsistenzen. Beispiele für eine sehr starke gegenseitige Begünstigung (4) sind die Paare 2b-5b (Stagnation des Umweltbewußtseins – weitere Steigerung der materiellen Produktion), 5c-6a (Wachstum des Sekundärrohstoffmarktes – Fortschritte bei der Verwertung) sowie 9-10a (Europäische Union – Reduktion der Restabfallmengen). Sehr starke gegenseitige Unterstützung (5) wurde häufig in Zusammenhang mit den Zukunftsprojektionen 2a, 7c und 10a ausgedrückt. Beispiele dafür sind die Paare 2a-5a (Fortentwicklung des Umweltbewußtseins – Rückgang der materiellen Produktion und der Bautätigkeiten), 6a-7c (Fortschritte bei der Verwertung – Kombination energetischer mit mechanisch-biologischer Behandlung) sowie 5a-10a (Rückgang der materiellen Produktion und der Bautätigkeiten – Reduktion der Restabfallmengen).

Die Verteilung der Einschätzungen der Wahrscheinlichkeiten weicht von der Verteilung der Einschätzungen der Konsistenzen ab (in runden Klammern steht die Anzahl der Ausprägungen):

1	(8)	4 v. H.
2	(123)	62 v. H.
3	(4)	2 v. H.
4	(39)	20 v. H.
5	(23)	12 v. H.

Hier nimmt die Anzahl der als wenig wahrscheinlich bewerteten Projektionspaare mit 66 v. H. den größten Anteil dieser Verteilung ein. Die mittleren Wahrscheinlichkeiten sind hingegen nur geringfügig repräsentiert. Fast ein Drittel der Einschätzungen repräsentieren hohe bzw. sehr hohe Wahrscheinlichkeiten.

Die Gegenüberstellung der Einschätzungen der Konsistenzen zu diesen der Wahrscheinlichkeiten bestätigt die Annahme des „Szenario-Managements“, daß diese als zwei verschiedene Sachverhalte wahrgenommen würden. Wie die Tabelle 8.1 zeigt, gibt es viele Projektionspaare, denen eine sehr hohe Konsistenz (5) und zugleich eine hohe (4) bzw. sehr hohe Wahrscheinlichkeit (5) beigemessen wurde:⁴ in der Regel kann eine gute Korrespondenz zwischen hoher Konsistenz mit hoher Wahrscheinlichkeit konstatiert werden. Dies gilt, wenn auch in kleinerem Umfang, für die Ähnlichkeiten zwischen hohen Konsistenzen (4) und hohen Wahrscheinlichkeiten (4). Hier gibt es mehrere Beispiele, die eine hohe Konsistenz aber eine geringe Wahrscheinlichkeit (2) aufzeigen. Dazu gehören die Projektionspaare 2b-4a (Stagnation des Umweltbewußtseins – Einordnung der Umweltressorts in die Wirtschaftsressorts) und 6b-10b (Stagnation der Verwertung – Steigerung der Restabfallmengen). Den Einschätzungen der neutralen Konsistenz entsprachen kaum die Einschätzungen mittlerer Wahrscheinlichkeiten. Was als konsistent (3) bewertet wurde, wurde oft, aber nicht immer, mit einer geringen Wahrscheinlichkeit (2) bewertet. Es sollte angemerkt werden, daß fünf aus den insgesamt acht unwahrscheinlichen Kombinationen (1) von Projektionspaaren eine totale Inkonsistenz (1) zugewiesen wurde. Umgekehrt kam es aber nicht vor, daß Paaren, denen eine totale Inkonsistenz (1) beigemessen wurde, als wahrscheinlich $[\geq 3]$ bewertet wurden. Die gilt ebenfalls für den Vergleich der Zuordnungen der Konsistenzen zu den eingeschätzten Wahrscheinlichkeiten mit einer Ausnahme: das Paar 5a-9 (Rückgang der materiellen Produktion und der Bautätigkeiten – Europäische Union) wurde auf der einen Seite als partiell konsistent (2) und auf der anderen Seite als mit hoher Wahrscheinlichkeit (4) bewertet.

⁴Lediglich in einem Fall wird eine Differenz deutlich: Das Projektionspaar 5b-8a (weitere Steigerung der materiellen Produktion – niedrige Abfallgebühren) wurde als sehr konsistent (5) aber wenig wahrscheinlich (2) bewertet.

8.5 Szenarien

Ziel der Clusterung war die Bildung von zwei Rohszenarien. Das Kriterium für die gesuchte 2-Cluster-Lösung war: *Die Rohszenarien sollten so viele eindeutige alternative Zukunftsprojektionen wie möglich enthalten.* Die Konsistenzanalyse ergab, daß aus den 1152 theoretischen Projektionsbündeln mehr als ein Drittel ausgeschlossen werden mußten, weil sie eines von zwei Paaren enthielten, die in der Tabelle 8.1 als total inkonsistent (1) bewertet wurden. Nach dieser ersten Reduktion waren 720 Projektionsbündel für den weiteren Vorgang verfügbar.

Die Auswertungen zeigten, daß die Größe der Anfangspartition viel ausschlaggebender als die Berechnungsformel der ersten Distanzmatrix oder die nachfolgenden Fusionierungsverfahren waren. Das Problem war also, die „richtige“ Partitionsgröße zu ermitteln. Gausemeier et al. beschreiben zwar viele Möglichkeiten, anhand deren die feine Partition weiter reduziert werden kann [88, S. 265 ff.], lassen aber diesen Punkt zum Schluß offen.

Die Clusterungen, die von der feinen Partition ($G = 720$) ausgingen, konnten nicht zu aussagekräftigen Rohszenarien in Bezug auf das oben genannte Kriterium führen. Andererseits, die komplette Elimination der Projektionsbündel, die ein mit (2) bewertetes Projektionspaar enthielten, ließen keine Rohszenarien übrig, da die Größe der Anfangspartition gleich null wäre. Infolgedessen wurden verschiedene Niveaus für die Reduktion von partiellen Inkonsistenzen verwendet. Jedes Projektionsbündel enthielt 45 Projektionspaare. In der Tabelle 8.2 sind exemplarisch sechs 2-Cluster-Lösungen abgebildet, die von jeweils anderen Anfangspartitionen ausgehen. Die Spalten enthalten die Häufigkeiten aller Zukunftsprojektionen je Cluster und Reduktionsniveau r . So meint z. B. Reduktionsniveau $r \leq 3$, daß alle Projektionsbündel von der Clusteranalyse ausgeschlossen wurden, die gleich oder mehr als drei partielle Inkonsistenzen enthielten usw. Eine optimumnahe Erstellung von Rohszenarien wurde dadurch erreicht, daß zum Schluß nur die Projektionsbündel berücksichtigt wurden, die nicht mehr als vier partiell inkonsistenten Paaren (2) enthalten dürften ($r \leq 4$). Dies entsprach einer recht kleinen Anfangspartition ($G = 48$).

Die Firma Scenario Management International hat ebenfalls eine Analyse der Konsistenztabelle vorgenommen (s. Tabelle 8.1). Ihre Ergebnisse sind vergleichbar mit den Daten der Tabelle 8.2 bei $r \leq 4$. Eine genaue Abstimmung mit der von ihnen gewählten Partitionsfestlegung hat es eher nicht gegeben. Es lassen sich jedoch dieselben Schlußfolgerungen in Bezug auf die Auswahl der Rohszenarien ziehen.

Die zwei Szenarien, die im folgenden *Grundszenarien* genannt werden, sind unterschiedlich bezüglich der Anzahl und der eindeutigen Zukunftsprojektionen (s. Tabelle 8.3). Somit wird sofort ersichtlich, daß die Entwürfe von zwei Extrembildern vorliegen. Es soll angemerkt werden, daß beide Grundszenarien durch den unkritischen Faktor Europäische Union ergänzt werden, auf den folgend nicht näher eingegangen wird. Charakteristisch für diese ist, daß in beiden die Entwicklungen der Restabfallmengen eindeutig konträr sind: in Grundszenario I handelt

Tabelle 8.2: Verteilung der Anteile der Zukunftsprojektionen in der 2-Cluster-Lösung in Abhängigkeit von der Reduktion der partiellen Inkonsistenzen; r = Reduktionsniveau

Proj.	$r \leq 3$		$r \leq 4$		$r \leq 5$		$r \leq 6$		$r \leq 10$		$r \leq 45$	
1a	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
1b	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2a	100	100	100	0	60	0	52	50	44	19	50	50
2b	0	0	0	100	40	100	48	100	56	81	50	50
3a	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
3b	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
4a	50	50	40	50	50	50	48	50	48	43	50	50
4b	50	50	60	50	50	50	52	50	52	57	50	50
5a	100	0	40	0	40	0	32	0	35	37	33	33
5b	0	0	20	100	20	100	32	100	36	40	33	33
5c	0	100	40	0	40	0	36	0	29	32	33	33
6a	100	100	100	0	100	0	96	0	72	59	60	60
6b	0	0	0	100	0	100	4	100	28	41	40	40
7a	0	0	0	100	0	100	0	100	29	38	40	40
7b	50	50	50	0	50	0	52	0	44	42	40	40
7c	50	50	50	0	50	0	48	0	27	22	20	20
8a	0	0	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
8b	100	100	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10a	100	100	100	0	100	0	100	0	61	0	50	0
10b	0	0	0	100	0	100	0	100	39	100	50	100
N	16	16	40	8	80	8	100	8	356	148	480	240

es sich um eine Reduktion und in Grundszenario II um eine Zunahme der zu behandelnden und zu beseitigenden Abfallmengen.

Die Grundszenarien weisen insofern eine Symmetrie auf als sich die dort vertretenen Faktoren größtenteils überlappen. Beide Grundszenarien werden durch die Entwicklungen des Umweltbewußtseins, der Verwertung, der Entsorgungspreise und der Restabfallmengen umrissen.

Es liegt auf der Hand, daß diese Grundszenarien spontan Bewertungen hervorrufen können. Unter der umweltpolitischen Annahme „weniger Abfall ist besser“ würde Grundszenario I „optimistisch“ (Reduktion der Restabfallmengen) und Grundszenario II „pessimistisch“ (Steigerung der Restabfallmengen) sein. Aus der Sicht der Bevölkerung hingegen würde das Grundszenario II (niedrige Abfallgebühren) eher optimistisch als das Grundszenario I (konstante Abfallgebühren) sein. Derartige Bewertungen setzen einen Konsens voraus, der im Rahmen dieser Arbeit nicht ermittelt wurde. Von daher wird darauf verzichtet, die Grundszenarien mit evaluierten Kategorien zu betiteln. Die Grundszenarien lassen sich folgendermaßen beschreiben:

Grundszenario I

Das umweltbewußte Verhalten wird in Zusammenhang mit einer generell erhöhten Kaufkraft weiter entwickelt. Beim Produktkauf wird immer mehr auf die entsprechenden Vermeidungs- und Verwertungsmöglichkeiten geachtet. Außerdem wird der Hausmüll sauber getrennt.

Im Zuge eines intensiven Konzentrationsprozesses, der sowohl private Ent-

Tabelle 8.3: Berliner Abfallszenarien: Eindeutige Ausprägungen

Grundszenario I		
Nr.	Zukunftsprojektion	Anteil
8b	Konstante Abfallgebühren	97
6a	Fortschritte bei der Verwertung	92
2a	Fortentwicklung des Umweltbewußtseins	86
10a	Reduktion der Restabfallmengen	86
Grundszenario II		
Nr.	Zukunftsprojektion	Anteil
2b	Stagnation des Umweltbewußtseins	100
5b	Steigerung der materiellen Produktion	100
7a	Ablagerung ohne energetische Verwertung	100
10b	Zunahme der Restabfallmengen	100
6b	Stagnation der Verwertung	100
8a	Niedrige Abfallgebühren	100

sorgungsunternehmen als auch öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger betroffen wird, nimmt die Zahl der Anbieter solcher Leistungen immer mehr ab. Im Resultat wird sich eine Marktform einstellen, die einem Oligopol sehr nahe kommt. Die Planung der Abfallbeseitigung wird eine kommunale Aufgabe (Daseinsvorsorge) bleiben. Dabei wird das Monopol der Berliner Stadtreinigungsbetriebe beibehalten, ihre Rolle wird sich jedoch auf Reinigungs- und Beseitigungsaufgaben beschränken. Abfallwirtschaftliche Maßnahmen werden stärker über die Berücksichtigung energetischer Sachverhalte konzipiert und umgesetzt werden.

Allmählich setzen sich neue Systeme der Abfallsammlung durch. Zum einen werden durch die Wohnungsbaugesellschaften verstärkt Müllschleusen eingerichtet. Zum anderen werden effiziente Systeme zur Messung der Leistung, die seitens der Abfallerzeuger in Anspruch genommen wird, bei der Sammlung eingesetzt. Zu denken ist dabei an eine automatische Identifikation und Verwiegung des Müllgefäßinhaltes. Die bestehenden Verwertungssysteme bleiben im Grundsatz erhalten, wobei technische Innovationen einfließen. Ähnlich wie Glas- und Papierrecycling wird sich die Kompostierung in Zukunft bewähren. Recyclingprozesse finden verstärkt Anwendung, z. B. bei Kunststoffen und Elektronikschrott.

Die Abfallgebühren für die Beseitigung des Hausmülls werden nach einem Anstieg bis 2005 wieder sinken und langfristig etwa auf dem heutigen Niveau bleiben.

Die zu beseitigenden Restabfallmengen werden bis 2005 wesentlich reduziert werden. Dieser Trend wird sich aber bis zum Jahr 2020 verlangsamen, so daß diese Mengen langfristig ein minimales Niveau nicht mehr unterschreiten. Das Bruttoabfallaufkommen wird im gesamten Zeitraum relativ konstant bleiben.

Grundszenario II

Das umweltbewußte Verhalten ist bereits stark ausgeprägt, so daß keine wesentlichen Änderungen zu erwarten sind.

Die aktuellen Tendenzen, die eine gegenüber der materiellen Produktion verhältnismäßige Ausweitung des Dienstleistungssektors anzeigen, werden nicht langfristig andauern. Um 2005 beginnt die materielle Produktion wieder verstärkt an Bedeutung zu gewinnen, was sich bis zum Jahr 2020 fortsetzen wird. Die Ausbeute der verfügbaren Primärrohstoffe wird konsequent weitergeführt.

Die Kapazitäten der Brandenburger Deponien werden genutzt, ohne daß dabei auf die Anknüpfung auf die mechanisch-biologische Behandlung zurückgegriffen wird.

Die vorhandenen Sammelsysteme werden nicht weiter ausgebaut und technische Neuerungen kaum umgesetzt. Aufgrund der Produktgestaltung ergeben sich immer höhere Anforderungen an das Recycling. Diese können nur eingeschränkt und mit Zeitverzug erfüllt werden. Die wachsende Zahl erforderlicher Trennprozesse wird es nicht zulassen, daß sich die Recyclingquoten wesentlich erhöhen.

Die Abfallgebühren für die Beseitigung des Hausmülls werden langfristig viel niedriger als heute sein.

Die Restabfallmengen werden langfristig durch Bevölkerungszunahme (z. B. durch die EU-Erweiterung) ansteigen.

Bei den Beschreibungen der Grundszenarien gibt es drei Faktoren, die mit ähnlich hohen Anteilen ihrer Zukunftsprojektionen beiden Clustern angehören: die Bevölkerung, die Ressortbildung und die Organisation der abfallwirtschaftlichen Planung (s. Tabelle 8.4). Dieses Ergebnis impliziert eine gewisse Stabilität bzw. Indifferenz der Grundszenarien gegenüber dem Rest der Zukunftsprojektionen. Mit anderen Worten, es scheint weniger entscheidend, wie sich die Bevölkerung, die Ressortbildung und die Abfallwirtschaftsplanung langfristig entwickeln werden. Viel entscheidender für die Beschreibung der alternativen Szenarien sind die Entwicklungen des Umweltbewußtseins, der Entsorgungspreise, der Verwertung sowie der Restabfallmengen selbst. Diese Faktoren sind wohl die eigentlichen „mount-points“ an denen die Berliner abfallwirtschaftlichen Entwicklungen differenziert werden.

Ein Grenzfall in der Beschreibung des Grundszenarios I ist die Behandlung der Faktoren Wirtschaft und Behandlung/Ablagerung. Die Zukunftsprojektionen 5c und 7c haben mit 63 v. H. bzw. 60 v. H. einen relativ hohen Anteil an den Projektionen ihrer Faktoren in dem gebildeten Cluster. Für ihre Aufnahme in das Grundszenario I würde auch die Tatsache sprechen, daß sie nicht als Kandidat für die Beschreibung des Grundszenarios II stehen. Die Zukunftsprojektion 7b hat jedoch einen so knappen Anteil, daß sie vernachlässigt werden sollte.

Tabelle 8.4: Berliner Abfallszenarien: Mehrdeutige Ausprägungen

Grundszenario I		
Nr.	Zukunftsprojektion	Anteil
5c	Wachstum des Sekundärrohstoffmarktes	63
7c	Kombination energetischer Verwertung mit mechanisch-biologischer Behandlung	60
4b	Wirtschafts- und Umweltressorts bleiben getrennt	59
1b	Stabile Bevölkerungsstruktur	53
3b	Berlin bleibt Stadtstaat	52
3a	Berlin wird Kommune	48
1a	Stadtflucht/Single-Haushalte/Überalterung	47
4a	Einordnung der Umweltressorts in die Wirtschaftsressorts	41
7b	Etablierung der Verbrennung	26
Grundszenario II		
Nr.	Zukunftsprojektion	Anteil
3a	Berlin wird Kommune	50
3b	Berlin bleibt Stadtstaat	50
1a	Stadtflucht/Single-Haushalte/Überalterung	50
10b	Zunahme der Restabfallmengen	50
4a	Einordnung der Umwelressorts in die Wirtschaftsressorts	50
4b	Wirtschafts- und Umweltressorts bleiben getrennt	50

Ein Vergleich der Wahrscheinlichkeiten der Grundszenarien kann nur anhand der gemeinsam vertretenen Faktoren erfolgen. Die kombinierte Wahrscheinlichkeit der Grundszenarios I (2a-6a-8a-10a) ist viel höher als die der Grundszenarios II (2b-6b-8a-10b). Dies liegt daran, daß insbesondere die mit der Projektion 10b (Reduktion der Restabfallmengen) zusammenhängenden Wahrscheinlichkeiten als sehr gering eingeschätzt wurden (s. Tabelle 8.1.)

9 Diskussion und kritische Würdigung der Ergebnisse

Die Zielstellung der Arbeit war ausgerichtet auf die methodischen Möglichkeiten für die Erstellung von Abfallprognosen, auf die Ermittlung der sachlichen Inhalte, deren Kenntnis wesentlich für diese Prognosen ist sowie auf die konkreten prognostischen Äußerungen am Beispiel der Berliner Abfallwirtschaft. Der Anspruch konnte jedoch bezüglich des Umfangs der drei Kategorien, d. h. Methoden, Inhalte und Prognoseäußerungen nicht gleichmäßig erfüllt werden. Während die Inhalte und, insbesondere, die Äußerungen weitgehend erschöpft werden konnten, konnte die Untersuchung der methodischen Möglichkeiten nur beschränkt exploriert werden: als methodischer Bereich wurde lediglich eine formalisierte Variante der Szenario-Technik verwendet. Die Auswahl der Szenario-Technik im allgemeinen Sinne ist damit begründbar, daß sie

- den gegenstandsspezifischen Gegebenheiten, – d. h. qualitative Forschung, Mangel an abfalltheoretischen Grundlagen, (fast) Unmöglichkeit für experimentelle Forschung – gerecht werden kann,
- in der Praxis der Abfallwirtschaftsplanung und Gutachtenerstellung insofern impliziert wird, da dort häufig Szenarien erstellt und verwendet werden.

Die Auswahl der Szenario-Technik im engeren Sinne, im vorliegenden Fall des „Szenario-Managements“, ist damit begründbar, daß diese umfangreicher sowie tiefgründiger als alle anderen formalen Ansätzen ist. Um die Zielstellung der Arbeit zu erreichen, wurde ein methodischer Zugang konzipiert (s. Kapitel 5.2) und umgesetzt, der nachfolgend näher diskutiert werden soll.

Jede methodenkritische Diskussion einer empirischen Untersuchung kann entlang von drei Dimensionen erfolgen: *Art der Messung* (quantitativ/qualitativ), *Arbeitsschritte* (Erhebung/Auswertung/Interpretation) und *Gütekriterien*. In den methodentheoretischen Diskursen sind die Definition, die Bewertung und die Operationalisierung der Gütekriterien nicht einheitlich, was nicht zuletzt mit der unterschiedlichen Auffassungen über den Inhalt und die Wertung quantitativer und qualitativer Forschung zusammenhängt.¹ Die vorliegende Arbeit wurde vorrangig qualitativ angelegt, aber auch durch quantitative Momente geprägt. Ihre Ergebnisse können anhand der klassischen methodentheoretischen Typologie ausgelegt

¹Im Kontext der Anthropologie und der Feldbeobachtungen gehen z. B. Kirk und Miller auf die Reliabilität und die Validität als wichtige Gütemaße ein [132]. Lamnek stellt die Angemessenheit, die Generalisierbarkeit, die Gültigkeit, die Objektivität, die Prognostizierbarkeit, die Repräsentativität, die Steuerbarkeit und die Zuverlässigkeit als Gütekriterien vor [139, Glossar].

werden, so wie sie z. B. in der Systemtechnik und in den Sozialwissenschaften [201, Kapitel 7], [187, S. 184] bekannt sind: als Gütekriterien werden die Konkordanz, die Reliabilität, die Validität und die Utilität verwendet.

9.1 Konkordanz

Der Begriff der Konkordanz wird als interpersonale oder intersituative Übereinstimmung methodischer Vorgehensweisen in der Gewinnung, Analyse und Auswertung von Daten definiert [187, S. 258]. Das heißt, „unterschiedliche Forscher müssen bei der Untersuchung desselben Sachverhaltes mit denselben Methoden zu vergleichbaren Resultaten kommen können“ [48, S. 302]. In Bezug auf die Erhebung und Auswertung der Ergebnisse trifft dies in der vorliegenden Arbeit generell zu. Die aktiven und passiven Summen der Einflußanalysen, die Häufigkeitsuntersuchungen in der Analyse der Kategorien, die Ergebnisse der Konsistenz- sowie der Clusteranalyse, kurzum die quantitativen Algorithmen, sind unabhängig von den Forschern. Die Objektivität soll jedoch an einigen *Bedingungen* der Arbeitsschritte problematisiert werden.

Während des Vorhabens mußten unzählige Entscheidungen getroffen werden, die strategische (z. B. Fragestellung, Zielstellung), taktische (z. B. Auswahl der Szenario-Technik, der Experten) oder operative (z. B. Auswahl der Konsistenzkriterien, Fusionierungsalgorithmen) Konsequenzen hatten. Diese Entscheidungsmenge kann nun nicht erschöpfend besprochen werden. Es sollen lediglich die wesentlichen Vorgaben für die empirischen Analysen vertieft werden, d. h.

- die Listen der Einflußfaktoren,
- die Listen der Schlüsselfaktoren,
- die Listen der Zukunftsprojektionen,
- die Expertenauswahl sowie
- die Reduktion der Projektionsbündel.

Die 45 Faktoren (s. S. 83 f.) sind wohl nicht als „objektiv“ in dem Sinne aufzufassen, daß sie von anderen Forschern ähnlich berücksichtigt würden. Selbst bei identischer Formulierung der Fragestellung sind die Interessenlage, der institutionelle Kontext, das vorhandene Wissen und die verfügbaren Informationen derart variabel, daß dadurch sehr unterschiedliche Ausgangspositionen für die Einflußanalysen, die Experteninterviews und die Konsistenz- und Clusteranalysen entstehen können. Die Problematik wird dennoch relativiert, weil sie nicht maßgeblich für das Vorhaben insgesamt war. Wenn von ursprünglich anderen Faktoren ausgegangen worden wäre, dann wären mehr oder weniger andere Einflußfaktoren als erste Annahmen gebildet worden. Infolgedessen wäre die Akzeptanz bei den befragten Experten unähnlicher. Der Verlauf der Experteninterviews zeigte jedoch unverkennbar, daß die Experten sich keineswegs scheuten zu sagen, was sie für

richtig hielten, was nicht und was fehlte. Nun wäre es möglich, daß ausgehend von anderen oder beliebigen Vorgaben für die Interviews, die Interaktionen mit den Experten ebenfalls positiv sein würden. Diese Möglichkeit scheint jedoch wenig realistisch zu sein. Zum einen hatten die befragten Experten keinen Anlaß grundsätzlich zu bestätigen, daß die ihnen vorgestellten Sachverhalte ihrem Wissen im Großen und Ganzen entsprechen. Zum anderen machten sie ebenfalls deutlich, wenn ihrer Ansicht nach wichtige Sachverhalte vernachlässigt oder vergessen wurden, was sich am Beispiel der Entsorgungspreise, die in den ursprünglichen Einflußanalysen nicht berücksichtigt wurden, am deutlichsten demonstrieren läßt. Sowohl die Bestätigung seitens der beteiligten Experten als auch die Kommunikation der Zwischenergebnisse in Fachkreisen verstärkten allmählich zumindest den Eindruck, daß wesentliche Sachverhalte nicht außer Acht gelassen wurden.

Die Schlüsselfaktoren und die Zukunftsprojektionen waren Ergebnisse, die sich als Auswertungsergebnisse derselben Datengrundlage, nämlich der durchgeführten Experteninterviews, ergaben. Die Auswertung war stark durch Interpretation geprägt, was in qualitativer Forschung unvermeidbar ist. Die qualitative Inhaltsanalyse in Anlehnung an die Vorgehensweise nach Mayring [154] wurde in diesem Zusammenhang eingesetzt, da sie ein stringentes Verfahren ist, das zudem die Transparenz und die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse erhöht. Die Konkordanz der Methode soll in Bezug auf die Schlüsselfaktoren und die Zukunftsprojektionen differenziert betrachtet werden.

Bei der Kategorisierung der Schlüsselfaktoren und der Merkmale wurde der sogenannten Theorien-Triangulation Rechnung getragen.² Die Einteilung in Kategorien sowie die Zuordnung ihrer Merkmale war ein aufwendiger, langwieriger Prozeß, der im Diskurs der Interaktion mit der Durchführung einer Diplomarbeit entstand [142]. Die inhaltsanalytische Auswertung würde jedenfalls, selbst wenn sie von anderen Forschern durchgeführt würde, zu sehr ähnlichen Schlüsselfaktoren und ihnen beschreibenden Merkmale führen.

Die Situation bei der Wertung der Zukunftsprojektionen sieht anders aus. In diesem Fall war nicht eine Zusammenfassung bzw. Strukturierung des Datenmaterials gesucht, sondern seine Entfaltung, um dem grundsätzlichen Anspruch der multiplen Zukunft (s. S. 66) gerecht zu werden. Eine *eigene* Explikation des Datenmaterials, z. B. durch Verwendung einschlägiger Literatur, wurde jedoch nicht vorgenommen, damit die Konkordanz nicht beeinträchtigt würde. Diese ist ohnehin als weniger abgesichert aufzufassen, trotz der Operationalisierung der Kriterien. In diesem Zusammenhang soll betont werden, daß sich die Experten insgesamt viel weniger und zurückhaltender über die Zukunft als über die Gegenwart äußerten. Ihre Aussagen hatten oft eher einen allgemeinen „wenn-dann“- als einen konkreten „dann-wird“-Charakter. Dies führte dazu, daß die Datenlage in qualitativer Hinsicht wesentlich *unschärfer* als im Fall der Schlüsselfaktoren war.

Die Auswahl der Experten, die maßgeblich für die Ergebnisse war, konnte nicht

²Diese geht auf die Arbeiten von Denzin zurück und wird von Flick als Gütekriterium qualitativer Forschung behandelt [77, S. 249 f.]. Ausgangspunkt ist die „Annäherung an die Daten unter Einbeziehung verschiedener Perspektiven und Hypothesen, wobei . . . verschiedene theoretische Sichtweisen nebeneinander gestellt werden, um ihre Nützlichkeit und Erklärungskraft zu prüfen“.

ohne weiteres auf stichprobentheoretischer Basis vorgenommen werden. Dies hätte eine Information vorausgesetzt, die nicht zur Verfügung stand; die *Grundgesamtheit* der Experten. Außerdem war ohnehin nicht auf eine statistische Repräsentativität von Befragungen abgestellt. Die Restriktion der Anonymität hindert die Transparenz an dieser Stelle. Dennoch wird hier unterstellt, daß eine beliebige andere Auswahl nicht zu wesentlich höheren Qualitäten bei der Wissenserfassung geführt hätte.

Die Reduktion der Projektionsbündel ist ein sehr kritischer Vorgang, denn er stellt die Basis für die Ermittlung der Rohszenarien dar. In dem Vorhaben mußte die Bildung von Rohszenarien heuristisch erfolgen. Der Ankerpunkt dafür war die Erfindung von besonders „aussagefähigen“ Clustern, d. h. solchen, die möglichst viele eindeutige Zukunftsprojektionen enthielten. Um dies zu erreichen, waren mehrere Durchläufe notwendig, die von Partitionen unterschiedlicher Größe ausgingen. Diese ergaben sich wiederum unter Anwendung unterschiedlicher Reduktionskriterien. Von daher läßt sich feststellen, daß das Reduktionskriterium im allgemeinen nicht klar abzugrenzen ist und somit eine deutliche Schwachstelle in methodischer Hinsicht darstellt.

9.2 Reliabilität

Die Reliabilität adressiert die Zuverlässigkeit einer Methode bzw. ihre Meßgenauigkeit. Im Rahmen von quantitativen Analysen kennzeichnet sie den Grad der Genauigkeit, mit dem das geprüfte Merkmal gemessen wird [48, S. 181]. Während sie dort nach stringenten Kriterien überprüft werden kann, ist ihre Rolle in der qualitativen Forschung weniger klar umrissen [48, S. 302]:

„Die Frage, ob qualitative Erhebungstechniken „reliabel“ sein sollen, ist strittig. Qualitative Forscher, die den Grad der Einzigartigkeit, Individualität und historischen Unwiederholbarkeit von Situationen und ihrer kontextabhängigen Bedeutung betonen, können das Konzept „Wiederholungs-Reliabilität“ nur grundsätzlich ablehnen.“

Die Diskussion der Reliabilität darf hier jedoch nicht fehlen. Sie erfolgt in Bezug auf

- die Messungen der Einflußwirkungen, der Konsistenzen und der Wahrscheinlichkeiten,
- die Formulierung der Einflußfaktoren, der Schlüsselfaktoren und der Zukunftsprojektionen sowie
- die Erstellung der Grundszenarien.

Bei den Messungen von Einflußwirkungen werden kausale Beziehungen erfragt. Es ist nun zu überdenken, ob solche Beziehungen überhaupt bestehen und, falls ja, ob sie invariant sind. Das Bejahen dieser Fragen weist auf den Anspruch von Gesetzmäßigkeiten hin, die im qualitativen Bereich nicht ohne weiteres erfaßbar sind.

Die Spezifikation der Randbedingungen für die Forschung – d. h. Einflußanalysen im Rahmen von Studienprojekten oder Studienarbeiten, Ende der 90er Jahre, Berlin usw. – kann nicht ohne weiteres hohe Reliabilität unterstützen, zumal diese von vorhandenen bzw. zeitgenössischem Wissen und verfügbaren Informationen abhängt.

Diese Problematik gilt ebenfalls für die Einschätzungen der Konsistenzen und Wahrscheinlichkeiten, jedoch in unterschiedlichem Umfang. Die Konsistenzanalyse ist an sich ein Instrument, das zur Prüfung der Reliabilität diagnostischer Verfahren [102, S. 249] bzw. Urteilsbildung [48, S. 149] eingesetzt wird. Die Konsistenzanalysen im Rahmen der Szenario-Technik und des „Szenario-Managements“ dürfen theoretisch sehr reliabel sein, denn die dort verlangte Widerspruchsfreiheit kann als *invariant* angesehen werden. Es kann zwar keine abschließende Wertung der Einschätzungen des Kapitels 8.4 (s. Tabelle 8.1) vorgenommen werden. Es bleibt dem Leser überlassen, inwiefern diese nachvollzogen werden können oder nicht. Angemerkt werden sollte jedenfalls, daß sie sehr sorgfältig und konsequent erstellt wurden, was sich nicht zuletzt an der sehr guten Korrespondenz von Inkonsistenzen mit geringen Wahrscheinlichkeiten zeigt. Die Ermittlung von Wahrscheinlichkeiten kann als viel weniger zuverlässig angesehen werden, nicht zuletzt deshalb, weil sie viel intensiver mit Subjektivität behaftet ist als dies der Fall bei den Konsistenzen ist.

Der Formulierung von Einflußfaktoren, Schlüsselfaktoren und Zukunftsprojektionen wurde interpretativ auf den bereits angesprochenen Einflußanalysen sowie Experteninterviews aufgebaut. Die Rangfolge ihrer Reliabilität (R) kann folgendermaßen beurteilt werden:

$$R_{\text{Projektionen}} < R_{\text{Einflußfaktoren}} < R_{\text{Schlüsselfaktoren}}.$$

Es ist selbsterklärend, daß die Zukunftsprojektionen *nicht reliabel sein können*. Die Zukunftsprojektionen sind *das* ideographische Moment der Szenario-Technik und können nur sehr bedingt und sehr kontextspezifisch wiederholt werden. Dies gilt in weniger stark ausgeprägtem Maß für die Formulierung der Einflußfaktoren, nicht jedoch für die Schlüsselfaktoren. Hier liegt eins von den sichersten, in Bezug auf die Reliabilität, Ergebnissen dieser Arbeit vor: die Relevanz der Sachverhalte für Abfallprognosen erscheint von nachhaltiger Bedeutung zu sein. Die Reliabilität war nicht zuletzt damit erreichbar, daß die Schlüsselfaktoren in einer hohen Abstraktionsebene kategorisiert wurden.

Die Grundszenarien wurden mittels Auswertung der Konsistenz- und Clusteranalyse ermittelt. Die Ermittlung der Konsistenzwerte, die Berechnungen der Distanzmatrizen, die Clusterungen und die Häufigkeitsuntersuchung der Zukunftsprojektionen innerhalb der Rohszenarien (s. Kapitel 6.3.2) sind wohl sehr wiederholungsstabile Vorgänge.

9.3 Validität

Die Validität als Gütemaß für die Gültigkeit der angewandten Methode wird in Zusammenhang mit zwei Aspekten gebracht: mit der Zielerreichung der Methode (interne Validität) sowie mit der Generalisierbarkeit der dadurch erreichten Erkenntnisse (externe Validität). Beide Aspekte sollen nun in Bezug auf dieselben Sachverhalte, wie die Reliabilität im o. g. Text diskutiert werden.

Die Messungen von Einflußwirkungen und Konsistenzen hat das ergeben, was erwartet wurde: Kennwerte, die durch weitere Operationalisierung und Interpretation die Erfüllung wesentlicher Zielsetzungen ermöglichten. Die Anwendung der Clusteranalyse kann ebenfalls als zufriedenstellend in Bezug auf die interne Validität angesehen werden, denn die Rohszenarien sowie die Grundszenarien sind zwingender aus den Daten direkt abzuleiten und viel weniger auf Interpretation zurückzuführen.

Im Fall der Wissenserhebung und der darauf aufbauenden qualitativen Inhaltsanalyse soll die interne Validität differenziert betrachtet werden: diese Arbeitsschritte hatten zu den wesentlichen Sachverhalten geführt. Auf die Vorstellung der Schlüsselfaktoren und ihrer Merkmale bei den Experten und bei der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie wurde mit großer Zustimmung reagiert. Lediglich die Redundanz eines Schlüsselfaktors, der Europäischen Union mit anderen, z. B. mit der Abfallwirtschaftsplanung und der Bevölkerung wurde kritisiert. Der Einsatz der Wissenserfassung und der Inhaltsanalyse war jedoch weniger effektiv im Hinblick auf

- die quantitative Beschreibung der die Schlüsselfaktoren beschreibenden Merkmale und
- die Prognostik.

Die Quantifizierung der Schlüsselfaktoren, z. B. durch Indikatoren, konnte nicht durch die Experteninterviews erreicht werden, obwohl sie im Leitfaden der Erhebung vorgesehen war. Diese Aufgabe kann vermutlich durch geschlossene, schriftliche Befragungen einfacher gelöst werden.

Die Konstruktion von Zukunftsprojektionen in Textform anhand der Analyse und Interpretation der Interviewdaten kann als problematisch in Bezug auf das Gütemaß der Validität angesehen werden. Die Zukunftsprojektionen sind Artefakte, die, trotz guten Willens, von dem Originalton abweichen können. Zudem kann die Umschichtung von einzeln gewonnenen Textaussagen und ihre Zusammenführung in neuen Zukunftsprojektionen zu neuen, internen Widersprüchen führen. Hierbei besteht die Gefahr darin, daß das, was durch die später erfolgte Konsistenzanalyse angestrebt wird, d. h. die Widerspruchsfreiheit der Projektionsbündel, bereits in der Formulierung innerhalb der jeweiligen Zukunftsprojektion beeinträchtigt wird. Eine ideal-typische Formulierung von Zukunftsprojektionen würde auf den Grundlagen der präpositionalen Logik oder textuellen Kohärenz aufbauen [180].

Die Schwierigkeiten, die sich mit der Interpretation der Expertenprognosen herausstellten, haben dennoch weniger mit dem Einsatz der qualitativen Inhaltsanalyse, die sehr effektiv war, zu tun. Der Befund, daß die konstruierten Zukunftsprojektionen in der Tat sich sehr gut mit anderen vorgetragenen bzw. veröffentlichten Meinungen decken, verstärkt durch den Eindruck von hoher Validität in Bezug auf die *Repräsentation* des erfaßten Wissens.³ Er erweckt allerdings Skepsis, ob die Validität ebenfalls hoch in Bezug auf die *Langfristigkeit* der Projektionen bleibt.

Anders als bei der durch die Experten gelieferten Beschreibung der aktuellen Sachverhalte, die mit großer Überzeugung zum Ausdruck gebracht wurden, spiegeln die Expertenaussagen über eine langfristig angelegte Zukunft große Unsicherheit und Unklarheit wider. Im Endergebnis sind somit die anhand der Expertenbefragungen erarbeiteten Prognosen eher „konservativ“ (s. Anhang B). Die interne Validität der endgültig formulierten Zukunftsprojektionen kann hinsichtlich der Wissensrepräsentation positiver beurteilt werden, insofern als diese durch die Mitarbeiter der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie selbst erarbeitet wurden. Das Problem der Validität der Langfristigkeit bleibt jedoch auch in diesem Fall bestehen und haftet sicherlich die zum Schluß gebildeten Grundszenarien an.

Die Generalisierbarkeit der Ergebnisse ist in statistisch-methodologischer Hinsicht problematisch. Da die Wissenserfassung jedoch ein sehr weites Spektrum von an sich unterschiedlichen Institutionen und Experten abdeckte, kann dieses Problem relativiert werden. Zudem liegt auf der Hand, daß die ermittelten Schlüsselfaktoren sehr gut mit dem Wissensstand über abfallwirtschaftliche Sachverhalte und -zusammenhänge korrespondieren. Die acht Schlüsselfaktoren sind nicht „neu“. Neu ist jedoch die Synthese eines ganzheitlichen Bildes, das als ein Ansatz zu der Entwicklung einer Theorie zur städtischen Abfallwirtschaft, einschließlich Abfallentstehung dienen kann.

Eine hohe externe Validität kann nur bedingt die erstellten Grundszenarien betreffen, d. h. insofern als jede Prognose, die anhand derselben Anzahl von Zukunftsprojektionen und ähnliche Konsistenzsicherungen zu derselben Konstruktion von Grundszenarien geführt hätte.

9.4 Utilität

Die Utilität ist ein eher pragmatisches Gütemaß, das an die praktische Anwendbarkeit der Methoden orientiert ist. In diesem Zusammenhang erscheint der Aufwand der Einflußanalysen als weniger notwendig als dies in der Literatur dargestellt wird. Der Nutzen dieser Analysen bestand vielmehr darin, daß die Beteiligten zum Schluß besser in der Lage waren, wesentliche von weniger wesentlichen Sachverhalten zu unterscheiden. Somit wurde ein Lernprozeß in Gang gesetzt, der die systematische Darstellung von Literaturwissen transparent kommunizier-

³Genauer gesagt, kann es sich bei der Erfragung von Zukunftsprojektionen nicht um die Erfassung von Wissen, sondern um die Erfassung von Überzeugung handeln.

te. Im Vergleich zu den fruchtbaren Erkenntnissen, die aus den offenen Interviews herauskamen, war die Interpretation des System-Grid wenig aussagekräftig.

Die Auswertung der Konsistenztafel, die Reduktion der Projektionsbündel sowie die Clusterung in den Grundszenarien sind unabdingbare Schritte im Rahmen einer formalisierten Szenario-Technik: in diesem Vorhaben brachten sie die Kapazitäten einer moderaten PC-Ausstattung an ihre Kapazitätsgrenzen. Wenn die Anzahl der Schlüsselfaktoren und der Zukunftsprojektionen nur wenig größer gewesen wäre, dann wären ganz andere Rechnerkapazitäten bzw. viel schnellere Algorithmen zur Lösung erforderlich.

Exkurs: Methodische Grenzen und Möglichkeiten

Die formalisierten Vorgehensweisen zur Erstellung von Szenarien sind insofern zueinander ähnlich, als sie die Dynamik kausaler Beziehungen nicht zwingend fordern. Im Grunde genommen handelt es sich um *statische* Methoden. Sie implizieren das Vorhandensein von hierarchischen Strukturen, entlang deren sich die Phänomene zeitlich entwickeln. Die Kunst der Methodenanwendung besteht darin, die richtigen Entwicklungspfade und vor allem ihre Endpunkte zu erraten oder zu finden. Je detaillierter diese Strukturen beschrieben werden, desto größer wird die Chance, daß alle theoretisch nur möglichen Entwicklungen erfaßbar werden. In diesen Fällen wird das Problem der Prognose damit umgegangen, daß eine Reduktion der *Kompliziertheit* der Entwicklungspfade erreicht wird. Insgesamt sind die Methoden jedoch als insensitiv bzw. unflexibel gegenüber Veränderungen der Modellstruktur zu beurteilen.

Wenn von netzartigen Strukturen in der „Realität“ ausgegangen werden darf, dann leuchtet es ein, daß zusätzliche Mittel notwendig sind, um die *Komplexität* der Phänomene adäquat zu reduzieren. Die Analyse von Querschnitts-Kausalitäten spielt in diesen Fällen eine viel größere Rolle. Die methodische Sensitivität gegenüber strukturellen Veränderungen ist viel größer, muß aber durch die Anforderung an explizite Quantifizierung erkauft werden, die wiederum die Utilität – und letzten Endes auch die Effektivität – in Frage stellen können.

Die Entscheidung für die eine oder andere Auffassung über die zugrundegelegten Strukturen ist kontextabhängig und kann hier nicht pauschal bewertet werden. Es scheint, daß für den Bereich der Abfallwirtschaftsplanung diese Entscheidung zugunsten einer formalisierten Szenario-Technik fallen kann, zudem diese hohe methodische Transparenz und Güte aufweist. Die Durchführung des Vorhabens läßt schlußfolgern, daß die Anwendung einer solchen Technik in diesem Bereich möglich und effektiv sein kann. Der Vorteil gegenüber vorherrschend angewandten Prognoseheuristiken ist der, daß rein qualitative Faktoren in die Prognosen miteinbezogen, mit Daten jedes quantitativen Skalierungsniveaus, Qualität und Präzision vermengt werden und zu sinnvollen Ergebnissen führen können.

10 Ausblick auf die Anwendung von formal erstellten Szenarien

Es scheint heute kaum umstritten zu sein, daß die bisherigen Tendenzen der rückläufigen bzw. nicht erhöhten Restabfallmengen sich bis frühestens 2005 fortsetzen werden. Die Berliner Abfallprognosen, die Grundlagen für den zehnjährigen Abfallentsorgungsplan sind, gehen jedenfalls von einer weiteren Reduktion der Restabfälle aus. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, die langfristiger angelegt war, treffen diese Annahme bei der Formulierung des Grundszenarios I. Zusätzlich werden in diesem Szenario jedoch *parallele* Entwicklungen formuliert, die das Bild der Abfallreduktion ergänzen. Neben dieser sollen nämlich hohes Umweltbewußtsein, fortgeschrittene Verwertungstechnologien, konzentrierte Anbieterstruktur vorhanden und *nicht* niedrigere Abfallgebühren gegeben sein. Der Einsatz der thermischen Behandlung als vorrangige Behandlungsoption scheint bildfremd zu sein. Die intensive Nutzung von mechanisch-biologischen Verfahren sowie das Wachstum des Sekundärohstoffmarktes liegen dagegen viel näher in der Beschreibung des Szenarios. Diese Ergebnisse implizieren, daß die Erreichung der Abfallreduktion durch die Förderung der o. g. Entwicklungen begünstigt wird. Mit anderen Worten, es ist zu überdenken, daß eine Abfallwirtschaftspolitik, die nicht in diese Förderung investiert, nicht ohne weiteres mit langfristig reduzierten Abfallmengen rechnen kann.

Die erstellten Grundszenarien konnten sich nicht auf die Verfügbarkeit ausreichenden Datenmaterials stützen, da sie nicht in die Erstellung des anstehenden Abfallwirtschaftsplans eingebunden wurden; deshalb sind sie abstrakt formuliert. Die hier verfolgte Methodik kann dennoch derart verwendet werden, daß die dadurch erstellten Szenarien einen höheren Präzisionsgrad aufweisen können. Zudem kann jede relevante bzw. interessierende Entwicklung in die Liste der Zukunftsprojektionen aufgenommen werden.

Um dies mit einem Beispiel zu verdeutlichen, soll nun auf die aktuelle Position der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie zurückgegriffen werden, die neuerdings in einem Sammlungsband erschienen ist [35]. Es werden exemplarisch vier Sachverhalte herausgegriffen, die den Ausgangspunkt für ergänzende Zukunftsprojektionen bilden.

Der erste Sachverhalt betrifft die Restabfallmengen. Diese werden bis zum Jahr 2010 schätzungsweise in einem Abfallmengenkorridor zwischen 826.000 Mg pro Jahr und 1.080.000 Mg pro Jahr liegen [35, S. 67 ff.]. Der zweite Sachverhalt betrifft die Harmonisierung der Europäischen Regelungen des Mindestheizwertes für

die energetische Verwertung. Heute gilt in Deutschland, daß eine Abfallbehandlung als energetische Verwertung einzustufen ist, wenn der Heizwert mindestens 11.000 kJ/kg beträgt. Andere Länder hingegen gehen von höheren, (z. B. England) oder niedrigeren Heizwerten (z. B. Frankreich) aus. Der dritte Sachverhalt betrifft die Überlassungspflicht für Abfälle zur Beseitigung aus den sogenannten sonstigen Herkunftsbereichen, z. B. Gewerbeabfälle. Heute werden solche Abfälle den Berliner Stadtreinigungsbetrieben überlassen. Denkbar wäre jedoch, daß die Berliner Abfallwirtschaftsplanung sich nur auf die Beseitigung der Abfälle aus privaten Haushaltungen konzentrieren würde. Diese Abfälle werden künftig auf 800.000 bis 830.000 Mg pro Jahr geschätzt. Der vierte Sachverhalt betrifft die Anforderungen an die Mitverbrennung von Abfällen in Industrieanlagen. Die Kriterien für diese Art der Abfallverbrennung, die als energetische Verwertung deklariert wird, sind sehr „weich“ im Vergleich zu den Kriterien, die für die Beseitigung von Abfällen in Müllverbrennungsanlagen gelten.

Bei der Verwendung dieser Sachverhalte soll berücksichtigt werden, daß die quantitativen Informationen in sinnvoll getrennten Zukunftsprojektionen repräsentiert werden. Nicht sinnvoll, weil nicht praktisch operationalisierbar, wäre z. B. die Konstruktion von vielen Zukunftsprojektionen ausgehend von einer feinen Abstufung der Restabfallmengen. Die Zukunftsprojektionen könnten somit etwa so heißen:

1. Restabfallmengen,
 - a) Restabfälle liegen zwischen 826.000 und 960.000 Mg pro Jahr,
 - b) Restabfälle liegen zwischen 960.000 und 1.080.000 Mg pro Jahr,
2. Regelung zum Mindestheizwert,
 - a) Energetische Verwertung mit Heizwert größer als 11.000 kJ/kg,
 - b) Energetische Verwertung mit Heizwert niedriger als 11.000 kJ/kg,
3. Überlassungspflichten,
 - a) Die Beseitigung durch die öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger umfaßt Abfälle aus den Haushaltungen und aus dem Gewerbe,
 - b) Die Beseitigung durch die öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger beschränkt sich auf die Haushaltungen,
4. Regelung zur Mitverbrennung,
 - a) Die Regelung zur Mitverbrennung von Abfällen in Industrieanlagen bleibt bestehen,
 - b) Die Regelung wird aufgehoben.

Die aktuellen Fragen können also in den Prozeß der szenario-technischen Prognoseerstellung eingeführt, bewertet und ausgewertet werden. Daß die *langfristigen* Zukunftsprojektionen jedoch mehr als die Fragen von Heute sein können, liegt

auf der Hand. Die Diskurse der Stoff- und Kreislaufwirtschaft, des Beendens der Ablagerung in 2020 sowie der Gleichsetzung der Abfälle zur Verwertung mit „Waren“ weisen bereits darauf hin, daß die Abfallwirtschaft Themenkreisen tangiert, die ihr bekanntes, beseitigungs- und zahlenmäßiges Fachgebiet weit überschreiten. Für wirklich „gute“ Abfallprognosen muß wohl viel, breites wie tiefgründiges Wissen herangezogen werden.

Anhang A – Zeittafel

- 1583 Kurfürst Johann Georg
Unterbindung der Verschmutzung der Spree
- 1587 Kurfürst Johann Georg
Scharfrichter wird zuständig für die Straßenreinigung
- 1641 Großkurfürst Fr. Wilhelm
Unterbindung der Schweinehaltung um den Molkenmarkt
- 1660 Großkurfürst Fr. Wilhelm
Erlaß der ersten „Brunnen- und Gassenordnung beyder Residentz und Hauptstädte Berlin und Cölln an der Spree“
- 1680 Großkurfürst Fr. Wilhelm
Erlaß der „Verordnung wegen Reinhaltung der Straßen in hiesiger Residenzstadt Berlin“
- 1690 Kurfürst Friedrich III.
Erlaß der Gassenordnung für die Stadt Friedrichswerder
- 1700 Kurfürst Friedrich III.
Inkrafttreten von „Reglement, wie es mit Feg- und Kehrung derer Straßen gehalten werden soll“
- 1707 König Friedrich I.
Erlaß einer neuen Gassenordnung
- 1735 König Fr. Wilhelm I.
Inkrafttreten von „Reglement, wie es in denen Königl. Residentzien wegen Reinigung derer Straßen und mit den Gassen-Karren gehalten werden soll“
- 1771 König Friedrich II.
Erster Privatisierungsversuch der Straßenreinigung (T. Faudel)
- 1809 Kaiser Napoleon
Erlaß einer polizeilichen Verordnung wegen der Reinigung der Straßen
- 1830 König Fr. Wilhelm III.
Einführung der Hundesteuer
- 1848 Märzrevolution
Übernahme der Straßenreinigung durch die Stadt

- 1875 Kaiser Wilhelm I.
Gründung des kommunalen Straßenreinigungswesens
- 1893 Kaiser Wilhelm II.
Inkrafttreten des preußischen Kommunalabgabengesetzes
- 1894 Kaiser Wilhelm II.
Gründung einer Wirtschaftsgenossenschaft zur Müllbeseitigung
- 1908 Kaiser Wilhelm II.
Erster Einsatz von Elektromobilen zur Straßenreinigung
- 1919 Weimarer Republik
Errichtung einer Verbrennungsanlage (Stadt Schöneberg)
- 1919 Weimarer Republik
Gründung der Berliner Müllabfuhr- Aktien Gesellschaft (BEMAG)
- 1924 Weimarer Republik
Gründung des Straßenreinigung- und Fuhramtes
- 1925 Weimarer Republik
Erster Einsatz von Automobilen zur Müllsammlung
- 1945 Kontrollrat der Alliierten
Gründung der „Großberliner Straßenreinigung und Müllabfuhr“
- 1951 T. Heuss (BRD), W. Ulbricht (DDR)
Gründung der „Berliner Stadtreinigungsbetriebe“ in West-Berlin
- 1972 G. Heinemann (BRD), E. Honecker (DDR)
Vertrag zwischen West-Berlin und DDR zur Abfallverfüllung der Grundwasser-
Seen bei Groß-Ziethen
- 1974 G. Heinemann (BRD), E. Honecker (DDR)
Langfristvertrag zwischen West-Berlin und DDR über die Verbringung von
Abfallstoffen aus Berlin und ihre Beseitigung in die DDR
- 1984 R. v. Weizsäcker (BRD), E. Honecker (DDR)
Abfallbeseitigungsplan – Teilplan Sonderabfälle
- 1994 R. v. Weizsäcker (BRD)
Abfallwirtschaftsprogramm des Landes Berlin (ohne Bauabfälle)
- 1996 R. Herzog (BRD)
Abfallentsorgungsplan Berlin (ohne Bauabfälle)
- 1999 R. Herzog (BRD)
Abfallwirtschaftsplan Berlin – Teilplan Bauabfall

Quellen: Eigene Zusammenfassung in Anlehnung an [60,68,70,71,121].

Anhang B – Zwischenergebnisse

Einflußanalyse

Studienprojekt 1997: Einflußfaktoren sortiert nach abnehmender Aktivität [192]

Nr.	Einflußfaktor	Aktivität	Systemeinbindung
21	Großveranstaltungen	hoch aktiv	stark puffernd
18	Sozialstruktur	hoch aktiv	puffernd
17	Bevölkerung	aktiv	puffernd
10	Verpackung	aktiv	leicht kritisch
29	Geologie	aktiv	stark puffernd
13	Abfallrecht	aktiv	kritisch
15	Umweltökonomie	aktiv	neutral
20	Tourismus	aktiv	puffernd
2	Ressourcenpreise	aktiv	leicht puffernd
7	Warenimport und -export	leicht aktiv	puffernd
30	Abfallvermeidung	leicht aktiv	neutral
3	Handel	leicht aktiv	puffernd
1	Wachstum	leicht aktiv	neutral
38	Vergärung	neutral	puffernd
43	Entsorger (Daseinsvorsorge)	neutral	leicht puffernd
8	Struktur	neutral	leicht puffernd
19	Umweltbewußtsein	neutral	kritisch
28	Klima	neutral	puffernd
9	Arbeitsmarkt	neutral	leicht puffernd
41	thermische Behandlung	neutral	puffernd
31	Sortiersystem	neutral	puffernd
32	Sammlungssystem	neutral	puffernd
11	Produktdesign	neutral	leicht puffernd
16	Berlin/Brandenburg	neutral	puffernd
37	Kompostierung	neutral	puffernd
12	Produktionsverfahren	neutral	leicht puffernd
39	Restabfall (Mengen)	neutral	kritisch
5	Wettbewerb (allgemein)	neutral	leicht puffernd
40	Restabfall (Zusammensetzung)	neutral	puffernd
45	Entsorger (Monopolstellung)	neutral	neutral

Studienprojekt 1997: Einflußfaktoren sortiert nach abnehmender Aktivität [192]

36	Sortiersystem	neutral	leicht puffernd
4	Preisstabilität	neutral	puffernd
6	Infrastruktur	neutral	puffernd
33	Abfuhrsystem	leicht reaktiv	leicht puffernd
35	Zwischenlagerung	leicht reaktiv	puffernd
27	erneuerbare Ressourcen	leicht reaktiv	leicht puffernd
14	Umweltakteure	leicht reaktiv	puffernd
42	Deponierung	leicht reaktiv	leicht puffernd
22	direkt wirkende Gefahrenstoffe	reaktiv	leicht puffernd
44	Entsorger (Umsatz)	reaktiv	leicht puffernd
26	nicht-erneuerbare Ressourcen	reaktiv	puffernd
23	indirekt wirkende Gefahrenstoffe	stark reaktiv	puffernd
25	Lärm- und Geruch	stark reaktiv	puffernd
34	Abfuhrhythmus	stark reaktiv	puffernd
24	Flächenverbrauch	stark reaktiv	puffernd

Studienprojekt 1997: Einflußfaktoren sortiert nach abnehmender Systemeinbindung [192]

Nr.	Einflußfaktor	Systemeinbindung	Aktivität
19	Umweltbewußtsein	kritisch	neutral
13	Abfallrecht	kritisch	aktiv
39	Restabfall (Mengen)	kritisch	neutral
10	Verpackung	leicht kritisch	aktiv
15	Umweltökonomie	neutral	aktiv
1	Wachstum	neutral	leicht aktiv
30	Abfallvermeidung	neutral	leicht aktiv
45	Entsorger (Monopolstellung)	neutral	neutral
2	Ressourcenpreise	leicht puffernd	aktiv
27	Erneuerbare Ressourcen	leicht puffernd	leicht reaktiv
12	Produktionsverfahren	leicht puffernd	neutral
43	Entsorger (Daseinsvorsorge)	leicht puffernd	neutral
36	Sortiersystem	leicht puffernd	neutral
9	Arbeitsmarkt	leicht puffernd	neutral
8	Struktur	leicht puffernd	neutral
33	Abfuhrsystem	leicht puffernd	leicht reaktiv
11	Produktdesign	leicht puffernd	neutral
5	Wettbewerb (allgemein)	leicht puffernd	neutral
22	direkt wirkende Gefahrenstoffe	leicht puffernd	reaktiv
44	Entsorger (Umsatz)	leicht puffernd	reaktiv
42	Deponierung	leicht puffernd	leicht reaktiv

Studienprojekt 1997: Einflußfaktoren sortiert nach ab-
nehmender Systemeinbindung [192]

17	Bevölkerung	puffernd	aktiv
26	Verbrauch nicht-ern. Ressourcen	puffernd	reaktiv
16	Berlin/Brandenburg	puffernd	neutral
40	Restabfall (Zusammensetzung)	puffernd	neutral
23	direkt wirkende Gefahrenstoffe	puffernd	stark reaktiv
6	Infrastruktur	puffernd	neutral
32	Sammlungssystem	puffernd	neutral
25	Lärm- und Geruch	puffernd	stark reaktiv
31	Sortiersystem	puffernd	neutral
7	Warenimport und -export	puffernd	leicht aktiv
14	Umweltakteure	puffernd	leicht reaktiv
18	Sozialstruktur	puffernd	hoch aktiv
35	Zwischenlagerung	puffernd	leicht reaktiv
41	thermische Behandlung	puffernd	neutral
24	Flächenverbrauch	puffernd	stark reaktiv
20	Tourismus	puffernd	aktiv
3	Handel	puffernd	leicht aktiv
34	Abfuhrhythmus	puffernd	stark reaktiv
37	Kompostierung	puffernd	neutral
4	Preisstabilität	puffernd	neutral
38	Vergärung	puffernd	neutral
28	Klima	puffernd	neutral
21	Großveranstaltungen	stark puffernd	hoch aktiv
29	Geologie	stark puffernd	aktiv

Wissenserfassung

Kategorien der Langfristprognosen

1. Bevölkerung,
 - Leichte Zunahme der Bevölkerungsanzahl,
 - Stadtflucht,
2. Umweltbewußtsein,
 - Stagnation des Umweltbewußtseins,
 - Fortentwicklung des Umweltbewußtseins,
3. Abfallwirtschaftliche Regulierung,
 - selbstregulierende Abfallwirtschaft,
 - Harmonisierung der gesetzlichen Regelungen,

4. Wirtschaft,
 - Rückgang der materiellen Produktion und der Bautätigkeiten,
 - weitere Steigerung der materiellen Produktion,
 - Intensivierung des Angebotes von Dienstleistungen und Bautätigkeiten,
5. Angebotsstruktur in der Entsorgungswirtschaft,
 - starke Konzentration der Anbieter von Dienstleistungen für Abfallentsorgung,
 - Etablierung von vielen kleinen und mittleren Betrieben im Bereich der Abfallentsorgung,
6. Logistik und Verwertung in der Abfallwirtschaft,
 - Fortschritte bei den Sammelsystemen und der Verwertung,
 - Stagnation der Verwertung,
7. Restabfallvorbehandlung und -ablagerung,
 - Etablierung der Verbrennung,
 - Mischform aus thermischer Behandlung und mechanisch-biologischer Behandlung,
8. Sekundärrohstoffmarkt,
 - Wachstum des Sekundärrohstoffmarktes,
 - Sekundärrohstoffmarkt bleibt instabil,
9. Europäische Union,
 - Zunehmende Bedeutung der EU für das deutsche Abfallrecht,
10. Restabfall,
 - Reduktion der Restabfallmengen,
 - Steigerung der Restabfallmengen.

Inhalt der Langfristprognosen (Expertiseerfassung)

1. Bevölkerung.

Die Einkommensschere wird weiter auseinander gehen. Insbesondere wird die Armut durch Zuwanderungen aus dem Osten und Weggang der Industrie verstärkt. Während die einkommenstärkeren ins Umland umziehen werden, bleiben die einkommensschwächeren in den urbanen Zentren zurück.

1a. Leichte Zunahme der Bevölkerungsanzahl. Die neuen Hauptstadtfunktionen induzieren einen leichten Zuwachs der Bevölkerung in Berlin bis zum Jahr 2005. Unmittelbar ursächlich sind vor allem der Regierungsumzug und

der Zuzug von Interessenverbänden. Langfristig wird dieser Trend jedoch gebremst. Die Bevölkerungszahl wird im Jahr 2020 etwas höher sein als heute.

1b. Stadtflucht. Die infrastrukturellen Entwicklungen, vor allem im Bereich des Verkehrs, sind Grundlage für Wanderungen aus den urbanen Zentren. Der Speckgürtel Berlins wird weiter ausgebaut. Dabei wird am Rande Berlins vorwiegend in Einfamilienhäusern gewohnt. Trotz der neuen Gegebenheiten in der Hauptstadt wird die Bevölkerungszahl kontinuierlich sinken. Vor allem die „Stadtflucht“ wird dazu führen, daß immer weniger Personen in Berlin wohnhaft sind. Die Bevölkerungszahl wird im Jahr 2020 niedriger sein als heute.

2. Umweltbewußtsein.

Die Bildung des Umweltbewußtseins ist konjunkturabhängig und fluktuiert daher in Zusammenhang mit ökonomischen Phänomenen. Dies wird auch in der Zukunft so bleiben.

2a. Stagnation des Umweltbewußtseins. Das umweltbewußte Verhalten ist bereits stark ausgeprägt, so daß keine wesentlichen Änderungen zu erwarten sind.

2b. Fortentwicklung des Umweltbewußtseins. Das umweltbewußte Verhalten wird über gezielte ökonomische Anreize dahingehend entwickelt. So wird z. B. der Hausmüll sauber getrennt. Dies wird durch Verbesserungen der Sammelsysteme sowie durch verstärkte Öffentlichkeitsarbeit erreicht.

3. Abfallwirtschaftliche Regulierung.

3a. Selbstregulierende Abfallwirtschaft. Privatisierung der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (Berliner Stadtreinigungsbetriebe) und Selbstverpflichtungen (auch von den Bürgern) gewinnen bis zum Jahr 2020 immer mehr an Bedeutung. Die Entsorgung wird allmählich den Charakter der öffentlichen Daseinsvorsorge verlieren: In Berlin erfolgt die Ankoppelung der Abfallentsorgung von den sonstigen Aufgaben des Landes. Der Staat beschränkt sich auf die Überwachung abfallwirtschaftlicher Vorgänge. Ökologische Gesichtspunkte werden auch in Zukunft ökonomischen Zielsetzungen untergeordnet bleiben. Die drei volkswirtschaftlichen Akteure – private Haushalte, Unternehmen und Staat – richten ihr Handeln an der wirtschaftlichen Entwicklung aus. Die Grundsätze der Nachhaltigkeit treten in ihrer Relevanz zurück.

3b. Harmonisierung der gesetzlichen Regelungen. Die Entwicklung geht bis zum Jahr 2020 in die Richtung, daß ökologische und ökonomische Zielsetzungen gleichermaßen angestrebt werden. In den Unternehmen nehmen die Sorgen aufgrund der sich verknappenden Ressourcen und die soziale Verantwortung zu. In der Politik werden neue Ressorts gebildet, um ökologische und ökonomische Aspekte zu koordinieren. Die zur Zeit verstreute Umweltgesetzgebung wird in ein einheitliches Regelwerk (Umweltgesetzbuch) überführt. Durch eine Harmonisierung konkurrierender Vorschriften wird eine Vereinfachung erreicht. Die deutsche Rechtsprechung wird in zunehmenden Maße

durch EU-Regelungen bestimmt. Probleme, die mit der Abgrenzung zwischen Verwertung und Beseitigung verbunden sind, werden gelöst. Die abfallwirtschaftliche Planung wird auf nationaler Ebene weiter verstärkt und erhält neue Impulse durch ganzheitliche Betrachtungsweisen (z. B. stärkere Berücksichtigung der energetischen Verwertung).

4. Wirtschaft.

4a. Rückgang der materiellen Produktion und der Bautätigkeiten. Die Produktion materieller Güter wird bis zum Jahr 2020 rückläufig sein. Das Streben nach Ressourcenschonung und die Entmaterialisierung der Leistungserzeugung werden sich in dem Zeitraum weiter verstärken. Infolgedessen wird das Angebot an immateriellen Gütern bzw. Dienstleistungen steigen. Die Produktlebensdauer wird sich tendenziell erhöhen. Durch ein zunehmendes Angebot an reparierten Gütern kommt der Wiederverwendung größere Bedeutung zu. Die Verlagerung von Industriebetrieben aus dem Berliner Stadtgebiet ins Umland wird sich fortsetzen. Der Dienstleistungssektor wird bis zum Jahr 2020 kontinuierlich wachsen. Infolge des Abbaus von Subventionen wird die Bautätigkeit unter Schwankungen langfristig abnehmen. Ab ca. dem Jahr 2010 werden die Erhaltung und Renovierung vorhandener Baumassen in den Vordergrund treten.

4b. Weitere Steigerung der materiellen Produktion. Die aktuellen Tendenzen, die eine gegenüber der materiellen Produktion verhältnismäßige Ausweitung des Dienstleistungssektors anzeigen, werden nicht langfristig andauern. Um 2005 beginnt die materielle Produktion wieder verstärkt an Bedeutung zu gewinnen, was sich bis zum Jahr 2020 fortsetzen wird. Die Ausbeute der verfügbaren Primärrohstoffe wird konsequent weitergeführt.

4c. Intensivierung des Angebotes von Dienstleistungen und Bautätigkeiten. Die Funktionen einer Dienstleistungsmetropole sowie einer Hauptstadt werden auch künftig Impulse für eine rege Bautätigkeit geben. Davon werden besonders sowohl der Wohnungsbau als auch der Bau von Gewerbeimmobilien profitieren. Viele von den heute noch bestehenden Altbauten werden in dem Zeitraum bis zum Jahr 2020 durch neue ersetzt.

5. Angebotsstruktur in der Entsorgungswirtschaft.

5a. Starke Konzentration der Anbieter von Abfallentsorgungsdienstleistungen.

Im Zuge eines intensiven Konzentrationsprozesses, der sowohl private Entsorgungsunternehmen als auch öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger betreffen wird, nimmt die Zahl der Anbieter solcher Leistungen immer mehr ab. Im Resultat wird sich eine Marktform einstellen, die einem Oligopol sehr nahe kommt. Die Rolle der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern bzw. der Berliner Stadtreinigungsbetriebe wird allemal auf Reinigungs- und Beseitigungsaufgaben beschränkt bleiben.

5b. Etablierung von vielen kleinen und mittleren Betrieben im Bereich der Abfallentsorgung.

Das Angebot an Dienstleistungen im Entsorgungsbereich wird weiter ausdifferenziert. Langfristig bleiben viele mittelständische Unternehmen vor allem im Bereich der Verwertung tätig. Großunternehmen werden sich mangels wirtschaftlicher Anreize nicht stärker in der Entsorgungswirtschaft Berlins engagieren. Neben dem DSD werden alternative Verwertungssysteme eingerichtet.

6. Logistik und Verwertung in der Abfallwirtschaft.

6a. Fortschritte bei den Sammelsystemen und der Verwertung.

Allmählich setzen sich neue Systeme der Abfallsammlung durch. Zum einen werden durch die Wohnungsbaugesellschaften verstärkt Müllschleusen eingerichtet. Zum anderen werden effiziente Systeme zur Messung der Leistung, die seitens der Abfallerzeuger in Anspruch genommen wird, bei der Sammlung eingesetzt. Zu denken ist dabei an eine automatische Identifikation und Verwiegung des Müllgefäßinhaltes. Die bestehenden Verwertungssysteme bleiben im Grundsatz erhalten, wobei technische Innovationen einfließen. Ähnlich wie Glas- und Papierrecycling wird sich die Kompostierung in Zukunft bewähren. Recyclingprozesse finden verstärkt Anwendung, z. B. bei Kunststoffen und Elektronikschrott.

6b. Stagnation der Verwertung. Die vorhandenen Sammelsysteme werden nicht weiter ausgebaut und technische Neuerungen kaum umgesetzt. Aufgrund der Produktgestaltung ergeben sich immer höhere Anforderungen an das Recycling. Diese können nur eingeschränkt und mit Zeitverzug erfüllt werden. Die wachsende Zahl erforderlicher Trennprozesse wird es nicht zulassen, daß sich die Recyclingquoten wesentlich erhöhen.

7. Behandlung und -ablagerung der Restabfälle.

Die Ablagerung wird auch weiterhin die Endstation im Entsorgungsprozeß bilden, wobei in aller Regel eine Behandlung der Abfälle vorgeschaltet werden muß.

7a. Etablierung der Verbrennung. Die Anforderungen an die abzulagernden Abfälle, die sich aus der Technischen Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen ergeben, kommen ab dem Jahr 2005 in vollem Umfang zum Tragen. Obwohl sich andere Entsorgungsperspektiven eröffnen, werden thermische Verfahren nach wie vor das entscheidende Instrument sein, um eine Abfallbehandlung so durchzuführen, daß die Rückstände unbesorgt abgelagert werden können. Technologische Entwicklungen werden vornehmlich die thermischen Verfahren betreffen. Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen werden nur einzeln betrieben. Abfallexporte sind noch bis 2005 von Bedeutung. Durch die langsame Angleichung der Umweltstandards in den östlichen Nachbarländern wird dieses Phänomen sukzessiv abnehmen.

7b. Mischform aus thermischer Behandlung und mechanisch-biologischer Behandlung. Technologische Entwicklungen ermöglichen den rentablen Betrieb von Verfahren, die eine Ergänzung zur thermischen Abfallbehandlung darstellen.

8. Sekundärrohstoffmarkt.

8a. Wachstum des Sekundärrohstoffmarktes.

Aufgrund zunehmender Knappheit von Primärrohstoffen, recyclinggerechter Produktgestaltung und verstärktem Bemühen um Verwertung erlangen Sekundärrohstoffe eine immer größere Bedeutung als Produktionsfaktor. Bis zum Jahr 2020 wird das Downcycling weitestgehend eingeschränkt. Aus sehr homogenen Abfallchargen werden Stoffe gewonnen, die erneut als Input für den Produktionsprozeß dienen. Dies erfolgt auf technisch einfache und wirtschaftliche Weise.

8b. Sekundärrohstoffmarkt bleibt instabil.

Der Sekundärrohstoffmarkt wird bleibend relativ starken Schwankungen unterliegen. Die gute Verfügbarkeit von Primärrohstoffen und Nachfrageschwankungen auf Seiten der Produzenten führen dazu, daß bestehende Verwertungsstrukturen sich nicht verfestigen.

9. Europäische Union.

Zunehmende Bedeutung der EU für das deutsche Abfallrecht. Die EU wird in einem langsamen Prozeß durch viele Osteuropäische Länder erweitert. Der EU-Gesetzgebung wird langfristig eine größere Bedeutung für die Umweltstandards in der BRD beigemessen als heute. Somit werden heute noch offene Fragen, wie die Abgrenzung der Beseitigung von der Verwertung europaweit gelöst. Diese Entwicklungen werden zu einer Auflockerung der deutschen Standards führen.

10. Restabfallmengen.

Im Restabfall werden verhältnismäßig viele schwer zu trennende Kleinfractionen (z.B. Leichtverpackung) vorhanden sein. Der schadstoffhaltige Anteil wird sich erhöhen. Die zu beseitigenden Restabfallmengen werden eher aus den Bereichen der Haushalte, der Dienstleistungen und des Bauwesens als aus der Güterproduktion herkommen.

10a. Reduktion der Restabfallmengen. Die zu beseitigenden Restabfallmengen werden bis 2005 wesentlich reduziert werden. Dieser Trend wird sich bis zum Jahr 2020 verlangsamen, so daß diese Mengen langfristig ein minimales Niveau nicht mehr unterschritten werden. Das Bruttoabfallaufkommen wird im gesamten Zeitraum relativ konstant bleiben.

10b. Zunahme der Restabfallmengen. Die Restabfallmengen werden langfristig durch Bevölkerungszunahme (z.B. durch die EU-Erweiterung) ansteigen.

Literaturverzeichnis

- [1] Abfallwirtschaftsplan Berlin; Teilplan Bauabfall. Vom 23. März 1999 (ABl. 22 S. 1709).
- [2] Abfall zwischen Verbrennung und Verwertung. VDI nachrichten, 14. November 1997. Nr. 46, S. 8.
- [3] Abfallwirtschaftsprogramm des Landes Berlin (ohne Bauabfälle). Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, September 1994. Informationsreihe zur Abfallwirtschaft 2.
- [4] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Vorlage zur Beschlussfassung über das Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – KrW-/AbfGBln). Drucksache 13/3770. 13. Wahlperiode.
- [5] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Antrag der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen über Einhaltung vertraglicher Vereinbarungen gegenüber der Märkischen Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft GmbH durch das Land Berlin. Drucksache 13/1067, 1996. 13. Wahlperiode.
- [6] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Antwort auf die Kleine Anfrage Nr. 457. Drucksache 13/469, 1996. 13. Wahlperiode.
- [7] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Antwort (Schlußbericht) auf die Kleine Anfrage Nr. 140. Drucksache 13/289, 1996. 13. Wahlperiode.
- [8] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Antwort (Schlußbericht) auf die Kleine Anfrage Nr. 170. Drucksache 13/289, 1996. 13. Wahlperiode.
- [9] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Antwort (Schlußbericht) auf die Kleine Anfrage Nr. 485. Drucksache 13/596, 1996. 13. Wahlperiode.
- [10] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Antwort (Schlußbericht) auf die Kleine Anfrage Nr. 2643, 1997. 13. Wahlperiode.
- [11] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Kleine Anfrage Nr. 13/1671 der Abgeordneten Judith Demba (Bündnis 90/Die Grünen) über Kühlschranksfresser in Marzahn, 1997. 13. Wahlperiode.
- [12] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Mitteilung – zur Kenntnisnahme – über Aktualisierung des Abfallwirtschaftsprogramms – Drsn Nr. 13/287,

- Nr. 13/434 und Nr. 13/528 – Schlußbericht. Drucksache 13/1382, 1997. 13. Wahlperiode.
- [13] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Antwort (Schlußbericht) auf die Kleine Anfrage Nr. 3413, 1998. 13. Wahlperiode.
- [14] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Antwort (Schlußbericht) auf die Kleine Anfrage Nr. 3630, 1998. 13. Wahlperiode.
- [15] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Antwort (Schlußbericht) auf die Kleine Anfrage Nr. 3889, 1998. 13. Wahlperiode.
- [16] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Antwort (Schlußbericht) auf die Kleine Anfrage Nr. 3902, 1998. 13. Wahlperiode.
- [17] ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN. Antwort (Schlußbericht) auf die Kleine Anfrage Nr. 3957, 1998. 13. Wahlperiode.
- [18] ABT, C., FOSTER, R., UND REA, R. A scenario generating methodology. In Bright und Schoeman [50], S. 191–214.
- [19] ALBERT, H. *Kritische Vernunft und menschliche Praxis*. Reclam, Stuttgart, 1984, Kap. Hermeneutik und Realwissenschaft, S. 127–179. [1977].
- [20] ANDERSEN, F., FENHANN, J., LARSEN, H., UND SCHLEISNER, L. *A Scenario Model for the Generation of Waste*. Risø National Laboratory, Riskilde, 10 1998.
- [21] ANGERMEYER-NAUMANN, R. *Szenarien und Unternehmenspolitik*. Diss., Weihenstephan Universität, München, 1985.
- [22] ARBEITSGRUPPE ÖKOBILANZEN. *Ökobilanzen für Produkte; Bedeutung – Sachstand – Perspektiven*. Nr. 38/92 in Texte. Umweltbundesamt, Berlin, 07 1992.
- [23] ARGUS – ARBEITSGRUPPE UMWELTSTATISTIK. *Bundesweite Hausmüllanalyse 1979/80*. Umweltbundesamt, Berlin, 05 1981. Forschungsbericht 103 03 503.
- [24] ARGUS – ARBEITSGRUPPE UMWELTSTATISTIK. *Bundesweite Hausmüllanalyse 1983-1985; Laufende Aktualisierung des Datenmaterials*. Umweltbundesamt, Berlin, 12 1986. Forschungsbericht 103 03 508.
- [25] ATTESLANDER, P. *Methoden der empirischen Sozialforschung*, 7. bearb. Aufl. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1992.
- [26] AYRES, R. Industrial metabolism: Theory and policy. In Ayres und Simonis [28].
- [27] AYRES, R., UND KNEESE, A. Production, Consumption and Externalities. *American Economic Review* (1969), 282–297.

-
- [28] AYRES, R., UND SIMONIS, U., Hrsg. *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*. United Nations University Press, Tokyo, New York, 1994.
- [29] BACCINI, P., UND BRUNNER, P. *Metabolism of the Anthroposphere*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1991.
- [30] BAILEY, K. *Social Entropy Theory*. State University of New York Press, New York, 1990.
- [31] BAUMOL, W., UND OATES, W. *The Theory of Environmental Policy*, 2 Aufl. Cambridge University Press, Cambridge, 1988.
- [32] BAYER, O., UND STÖLTING, E. Sozialwissenschaften. In Seiffert und Radnitzky [183], S. 301–313.
- [33] BECHTOLD, A., BUTTGEREIT, R., KADE, M., UND OCHSENREITER, C. Konzept „Abfallmanagement“ zur Entsorgung Berlins. Ber., Berliner Kraft- und Licht(Bewag)-Aktiengesellschaft, 19.01.1998.
- [34] BERGFELDER, W. Leitlinien der Abfallwirtschaft bis 2010 in Berlin. In *Entsorgungsraum Brandenburg-Berlin; Perspektiven der Abfallwirtschaft im nächsten Jahrhundert* (04.11.1999), INFRNAEU-Hauptverband and Berliner Stadtreinigungsbetriebe. Tagung in Oranienburg.
- [35] BERGFELDER, W. Abfallwirtschaftsplan für Berlin. In *Restabfallentsorgung*. TK-Verlag, Neuruppin, 2000, S. 65–76.
- [36] BERGFELDER, W. Leitlinien der Abfallwirtschaft bis 2010 in Berlin. In von Dierkes und Flämig [213], S. 75–82.
- [37] Berliner Betriebsgesetz (BerlBG). Vom 21. Juli 1993 (GVBl. S. 319).
- [38] BERLINER STADTREINIGUNGSBETRIEBE. Abfallbehandlungswerk-Nord. Informationsbroschüre 1999. Berlin.
- [39] BERLINER STADTREINIGUNGSBETRIEBE. Geschäftsbericht 1994. Berlin.
- [40] BERLINER STADTREINIGUNGSBETRIEBE. Geschäftsbericht 1995. Berlin.
- [41] BERLINER STADTREINIGUNGSBETRIEBE. Geschäftsbericht 1996. Berlin.
- [42] BERLINER STADTREINIGUNGSBETRIEBE. Geschäftsbericht 1997. Berlin.
- [43] BERLINER STADTREINIGUNGSBETRIEBE. Geschäftsbericht 1998. Berlin.
- [44] BERLINER STADTREINIGUNGSBETRIEBE AND BERLINER KRAFT- UND LICHT(BEWAG)-AKTIENGESELLSCHAFT. Kommentar der BSR und der Bewag vom 05.11.1997 zur Antwort von G.A.T./Öko-Institut vom 21.10.1997 auf die Stellungnahme der BSR und der Bewag vom 08.10.1997.

- [45] BERLINER STADTREINIGUNGSBETRIEBE AND BERLINER KRAFT- UND LICHT(BEWAG)-AKTIENGESELLSCHAFT. Stellungnahme der BSR und der Bewag vom 08.10.1997 zur Überprüfung und Aktualisierung des Siedlungsabfallmengerüstes für das Land Berlin.
- [46] BLÖCHLIGER, H., UND STAEHELIN-WITT, E. Öffentliche Güter, Externalitäten und Eigentumsrechte. In *Mit Ökonomie zur Ökologie*, R. Frey, E. Staehelin-Witt, und B. Blöchliger, Hrsg., 2. Aufl. Helbing & Lichtenhahn, Schäffer-Poeschel, Frankfurt am Main, Stuttgart, 1993, Kap. 3, S. 37–66.
- [47] BOCKAMP, B., UND JAHN, T. Ermittlung der Einflußfaktoren und deren Wechselwirkungen auf die Berliner Abfallproblematik. Institut für Arbeitswissenschaften, TU Berlin, 1998. Unver. Ber.
- [48] BORTZ, J., UND DÖRING, N. *Forschungsmethoden und Evaluation; für Sozialwissenschaftler*, 2. vollst. überarb. u. aktualisierte Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg, 1995.
- [49] BOULDING, K. The Economics of the Coming Spaceship Earth. In *Beyond Economics*, K. Boulding, Hrsg. University of Michigan Press, Ann Arbor, 1968, S. 275–287.
- [50] BRIGHT, J., UND SCHOEMAN, M., Hrsg. *A Guide to Practical Technological Forecasting*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1973.
- [51] BROWN, S. Scenarios in systems analysis. In *Systems Analysis and Policy Planning Applications in Defence*, E. Quade und W. Boucher, Hrsg. American Elsevier, New York, 1969.
- [52] BRUCKMANN, G., Hrsg. *Langfristige Prognosen. Möglichkeiten und Methoden der Langfristprognostik komplexer Systeme*. Physica, Würzburg, 1977.
- [53] BUNDE, J., UND ZIMMERMAN, H. Abfall in ökonomischer Sicht. *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung* 2 (1988), 175–182.
- [54] BUNDESUMWELTMINISTERIUM. *Umwelt*, 6 (1998). Eine Information des Bundesumweltministeriums.
- [55] BUSCH-LÜTY, C. Nachhaltige Entwicklung als Leitmodell einer ökologischen Ökonomie. In *Nachhaltigkeit in naturwissenschaftlicher und sozialwissenschaftlicher Perspektive*, P. Fritz, J. Huber, und H. Levi, Hrsg. S. Hirzel, Stuttgart, 1995, S. 115–126. Eine Publikation der Karl Heinz Beckurts-Stiftung.
- [56] CHALMERS, A. *Wege der Wissenschaft; Einführung in die Wissenschaftstheorie*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1986.
- [57] CLAUSS, G., Hrsg. *Fachlexikon ABC Psychologie*. Harri Deutsch, Thun, Frankfurt am Main, 1995.

-
- [58] COOKE, R. *Experts in Uncertainty*. Oxford University Press, Oxford, New York, 1991.
- [59] COYLE, R. *Management System Dynamics*. John Wiley, London, New York, 1977.
- [60] CURTER, M. *Berliner Gold; Die Geschichte der Müllbeseitigung in Berlin*. Haude und Spener, 1996.
- [61] DAENZER, W. F., UND HUBER, F., Hrsg. *Systems Engineering: Methodik und Praxis*, 8. verb. Aufl. Industrielle Organisation, Zürich, 1994.
- [62] DAMKOWSKY, W., UND ELSHOLZ, G. *Abfallwirtschaft; Theorie und Praxis; Ein Grunriß*. Leske + Budrich, Opladen, 1990.
- [63] DER RAT DER SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN. *Abfallwirtschaft; Sondergutachten September 1990*. Metzler-Poeschel, Stuttgart, 1991.
- [64] DOEDENS, H., UND GALLENKEMPER, B. *Getrennte Sammlung von Wertstoffen des Hausmülls*, Bd. 21 von *Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis*. Erich Schmidt, 1988.
- [65] Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall; Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen). Vom 21. April 1993.
- [66] DYCKHOFF, H. Kuppelproduktion und Umwelt: Zur Bedeutung eines in der Ökonomik vernachlässigten Phänomens für die Kreislaufwirtschaft. *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung* 2, 9 (1996), 173–187.
- [67] EBERT, W. *Umweltpolitischer Informationsbedarf in der Abfallwirtschaft*. Nr. 1354 in Europäische Hochschulschriften. Peter Lang, Frankfurt am Main, 1993.
- [68] EINDT, T. Über Trümmerfrauen, Kehrmaschinenbesen und U-Bahn-Schächte; Zur Geschichte der Berliner Stadtreinigung (Teil 3). Anhangsbroschüre des Geschäftsberichtes 1997. Berlin.
- [69] EISENFÜHR, F., UND WEBER, M. *Rationales Entscheiden*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1993.
- [70] ENGELMANN, B. Über Pferde, Staubschutz und Berliner Tonne; Zur Geschichte der Berliner Stadtreinigung (Teil 2). Anhangsbroschüre des Geschäftsberichtes 1996. Berlin.
- [71] ENGELMANN, B. Über Schweine, Besen und Dreckkaren; Zur Geschichte der Berliner Stadtreinigung (Teil 1). Anhangsbroschüre des Geschäftsberichtes 1995. Berlin.

- [72] ENQUETTE-KOMMISSION 'SCHUTZ DES MENSCHEN UND DER UMWELT' DES DEUTSCHEN BUNDESTAGES, Hrsg. *Die Industriegesellschaft gestalten; Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen*. Economica Verlag, Bonn, 12 1994. Drs. 12/8260.
- [73] ERICSON, A., UND SIMON, H. *Protocol Analysis; Verbal Reports as Data*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.
- [74] FLECHTHEIM, O. *Futurologie; Der Kampf um die Zukunft*. Dietz, Berlin, 1980.
- [75] FLECHTHEIM, O. *Ist die Zukunft noch zu retten?* Hoffmann und Campe, 1987.
- [76] FLECHTHEIM, O., UND JOOS, E. *Ausschau halten nach einer besseren Welt; Biographie, Interview, Artikel*. Dietz, Berlin, 1991.
- [77] FLICK, U. *Qualitative Forschung; Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften*. Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek, 1995.
- [78] FLICK, U., VON KARDORF, E., KEUPP, H., VON ROSENSTIEL, L., UND WOLFF, S., Hrsg. *Handbuch qualitative Sozialforschung: Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen*. Psychologie Verlags Union, München, 1991.
- [79] FLUCK, J. *Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz; Textsammlung mit Einführung und Begriffserläuterungen*. C.F. Müller, Heidelberg, 1996.
- [80] FORRESTER, J. *Industrial dynamics*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1961.
- [81] FOWLES, J. *Handbook of Futures Research*. Greenwood Press, Connecticut, 1978.
- [82] FÜTING, M. *Werner Heisenberg und die Unschärferelation; Ihre Bedeutung für die Determinismusauffassung und für die These von der Erkennbarkeit der Welt*. Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar, 1987.
- [83] FULDA, E., UND HÄRTER, M., Hrsg. *Neue Ansätze in der Prognostik*. Peter Lang, Frankfurt am Main, 1997.
- [84] GABRIEL, R. *Wissensbasierte Systeme in der betrieblichen Praxis*. McGraw-Hill, London, 1992.
- [85] GALLENKEMPER, B., BREER, J., UND KIEFERMANN, S. *Methodik zur Abschätzung künftiger Restmüllmengen; am Beispiel Nordrhein-Westfalens unter Berücksichtigung der Kreislaufwirtschaftsgesetzes und anderer neuer gesetzlicher Regelungen*, Bd. 18 von *Entsorga Schriften*. Entsorga, Köln, 1996. INFA – Institut für Abwasserwirtschaft GmbH.

-
- [86] GALLENKEMPER, B., BRUNNERT, M., UND DORNBUSCH, H.-J. *Behältersysteme und ihr Einfluß auf die Verwertung*, Bd. 7 von *Entsorga Schriften*. Entsorga, Köln, 1992. Labor für Siedlungswasserwirtschaft; Fachhochschule Münster.
- [87] G.A.T. GESELLSCHAFT FÜR UMWELTECHNIKEN MBH, ÖKO-INSTITUT E. V. Überprüfung und Aktualisierung des Siedlungsabfallmengengerüsts für das Land Berlin. Ber., Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, 09.09.1997.
- [88] GAUSEMEIER, J., FINK, A., UND SCHLACKE, O. *Szenario-Management. Planen und Führen mit Szenarien*, 2. bearb. Aufl. Carl Hanser, München, Wien, 1996.
- [89] GEORGESCU-ROEGEN, N. *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1971.
- [90] GERARDIN, L. Study of alternative futures: A scenario writing method. In Bright und Schoeman [50], S. 276–288.
- [91] GERFIN, H. *Langfristige Wirtschaftsprognose*. Mohr (Siebeck), Tübingen, 1964.
- [92] GESCHKA, H., UND WINCKLER, B. Szenarien als Grundlagen strategischer Unternehmensplanung. *Technologie und Management* 38, 4 (1989), 16–23.
- [93] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – KrW-/AbfG). Vom 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705), geändert durch Art. 4 des Gesetzes vom 25. August 1998 (BGBl. I S. 2455).
- [94] Gesetz über die Vermeidung von Abfällen in Berlin (Landesabfallgesetz – LAbfG). Vom 21. Dezember 1993 (GVBl. S. 651), geändert durch Gesetz vom 22. Dezember 1998 (GVBl. S. 433).
- [95] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – KrW-/AbfGBln). (GVBL. 31 S. 413).
- [96] GIARINI, O., UND STAHEL, W. *The Limits to Certainty; Facing Risks in the New Service Economy*. International Studies in the New service Economy. Kluwer Academic, Dordrecht, Boston, 1989. A Volume of the Information Series of the Club of Rome.
- [97] GODET, M. *Scenarios and Strategic Management*. Butterworths, London, 1987.
- [98] GOURLEY, K. *World of Waste; Dilemmas of Industrial Development*. Zed Bools, London, 1992.

- [99] GRASSMUCK, V., UND UNVERZAGT, C. *Das Müll-System*. Neue Folge 652. Suhrkamp, Frankfurt am Main, 1991.
- [100] GÖTZE, U. Strategische Planung auf der Grundlage von Szenarien. *Zeitschrift für Planung* 4, 1 (1990), 303–324.
- [101] GÖTZE, U. *Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung*. Carl Hanser, München, 1993.
- [102] GUTJAHR, W. Fachlexikon ABC Psychologie. In Clauss [57], S. 249.
- [103] HANSEL, C. LAMBRECHT, M. Wo kämen wir hin...? Zur Erstellung von Szenarien. *Raumplanung* 61 (1993), 148–154.
- [104] HANSMANN, K.-W. Prognose und Prognosemethoden. In *Handwörterbuch der Betriebswirtschaft*, W. Wittmann., Hrsg., 5 Aufl., Bd. 2. Poeschel, Stuttgart, 1993, S. 3546–3559.
- [105] HECHT, D. *Ökonomische Aspekte der Abfallwirtschaft*, Bd. 1. Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik, Bochum, 1988.
- [106] HECHT, D. *Regionale Gegebenheiten als Bestimmungsfaktor der Abfallwirtschaft und ihrer institutionellen Strukturen*, Bd. 1. Universitätsverlag Dr. N. Brockmeyer, Bochum, 1994.
- [107] HELMER, O. The Delphi Method. In *Technological Forecasting for Industry and Government*, J. Bright, Hrsg. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1968, S. 116–134.
- [108] HEMPEL, C. *Aspekte wissenschaftlicher Erklärung*. Grundlagen der Kommunikation. De Gruyter, Berlin, 1977.
- [109] HOFFMANN, F., UND ROMBACH, T. *Die Recycling Lüge; Vermeiden statt Verwerten*. Georg Thieme, Stuttgart, 1993.
- [110] HOFMEISTER, S. *Von der Abfallwirtschaft zur ökologischen Stoffwirtschaft; Wege zu einer Ökonomie der Reproduktion*. Westdeutscher Verlag, Opladen, 1998.
- [111] HOPF, C. Qualitative Interviews in der Sozialforschung; Ein Überblick. In Flick et al. [78].
- [112] HORVÁTH, P. *Controlling*, 6. vollst. überarb. Aufl. Vahlen, München, 1996.
- [113] HÖSEL, G. *Unser Abfall aller Zeiten: eine Kulturgeschichte der Städtereinigung*. Kommunalschriften-Verlag J. Jehle, München, 1990.
- [114] HÜTTNER, M. *Prognoseverfahren und ihre Anwendung*. De Gruyter, Berlin, 1986.
- [115] HUSAR, R. Ecosystem and the biosphere: Metaphors for human-induced material flows. In Ayres und Simonis [28], S. 21–30.

-
- [116] ITU – INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR TECHNISCHE UMWELTSCHUTZ. *Prognosemodelle für Abfälle; Kurzbericht im Auftrag des Landesumweltamtes Brandenburg*. Hamburg, 1994.
- [117] JANTSCH, E. *Technological Forecasting in Perspective*. Organization for Economic Co-Operation and Development, Paris, 1967.
- [118] JEVONS, W. *Die Theorie der Politischen Ökonomie*, Bd. 23 von *Sammlung sozialwissenschaftlicher Meister*. Gustav Fischer, Jena, 1924.
- [119] JÄNICKE, M. Dematerialisierung als Prognose und Programm; die Hypothese vom Ende der ‘era of materials’. Ber., Forschungsstelle für Umweltpolitik (FFU), FU Berlin, 1998. FFU-Report 98-4.
- [120] JÄNICKE, M., MÖNCH, H., RANNEBERG, T., UND SIMONIS, U. Improving Environmental Quality through Structural Change; A Survey of Thirty-One Countries. Ber., Wissenschaftszentrum Berlin, 1987. IIUG Discussion paper 87-1.
- [121] JÖRGENSEN-ULLMANN, K. *Sonderabfallpolitik in der Bundesrepublik Deutschland; Chancen und Restriktionen für einen ökologisch orientierten Wandel auf Länderebene*. Diss., Freie Universität Berlin, Berlin, 1995.
- [122] KAHN, H. *On Thermonuclear War*. Free Press, New York, 1960.
- [123] KAHN, H., UND WIENER, A. *The Year 2000; A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years*. The Hudson Institute, New York, 1967.
- [124] KALUZA, B. OSTENDORF, R. *Szenario-Technik als Instrument der strategischen Unternehmensplanung; Theoretische Betrachtung und empirische Überprüfung in der Autoindustrie*. GH, Duisburg, 1995.
- [125] KARAVEZYRIS, V. Siedlungsabfallmengen in Deutschland; Prognosen, Entsorgungsplanung. Dipl., Technische Universität Berlin, Institut für Landschaftsentwicklung, 1995.
- [126] KARAVEZYRIS, V., UND LANGE, M. Methodical aspects and applications of the scenario technique as a planning tool in the area of management of municipal waste. In *HELECO '99; Conference Proceedings* [193], S. 8–15. 3-6. 06.1999, Thessaloniki.
- [127] KARAVEZYRIS, V., UND MARZI, R. Employing knowledge acquisition in the domain of long-term prognosis of municipal waste. In *HELECO '99; Conference Proceedings* [193], S. 61–68. 3-6. 06.1999, Thessaloniki.
- [128] KARAVEZYRIS, V., UND PAPANIKOLAOU, M. Sustainability: Theories and institutions. In *Spatial Economics and Ecosystems; The Interaction between Economics and the Natural Environment*, N. Georgantzis und I. Barreda Tarazona, Hrsg. WIT Press, Southampton, Boston, 2000, S. 11–38.

- [129] KARBACH, W., UND LINSTER, M. *Wissensaquisition für Expertensysteme. Techniken, Modelle und Softwarewerkzeuge*. Carl Hanser, München, Wien, 1990.
- [130] KELLER, R. *Müll – Die gesellschaftliche Konstruktion des Wertvollen; Die öffentliche Diskussion über Abfall in Deutschland und Frankreich*. Westdeutscher Verlag, Opladen, Wiesbaden, 1998.
- [131] KETELSEN, K. *Grundlagen für integrierte Abfallwirtschaftskonzepte und abfallwirtschaftliche Planungen*. Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, Hannover, 1993.
- [132] KIRK, J., UND MILLER, M. *Reliability and validity in qualitative research*. Sage, Beverly Hills, London, 1986.
- [133] KNAUER, P. Zur Aussagefähigkeit und Anwendbarkeit der Szenario-Methode. *Analysen und Prognosen* 10, 55 (1978), 13–15.
- [134] KNEESE, A., AYRES, R., UND D' ARGE, R. *Economics and the Environment; A Materials Balance Approach*. Resources for the Future. Inc., Washington, D.C., 1970.
- [135] KOYRÉ, A. *Leonardo, Pascal und die Entwicklung der kosmologischen Wissenschaft*. Wagenbach, Berlin, 1973.
- [136] KROY, W. Die Zukunft wird anders sein. *Technologie und Management* 45, 2 (1989), 57–65.
- [137] KÜTTNER, M. Prognose, Voraussage. In Seiffert und Radnitzky [183], S. 275–280.
- [138] KÜTTNER, M., UND LENK, H. Erklärung. In Seiffert und Radnitzky [183], S. 68–73.
- [139] LAMNEK, S. *Qualitative Sozialforschung: Methoden und Techniken*, 2. überarb. Aufl., Bd. 2. Psychologie Verlags Union, Weinheim, 1993.
- [140] LANDERER, C., UND PASCHLAU, H. Entgeltstrukturveränderungen in der Abfallwirtschaft vor dem Hintergrund der Einführung von Wettbewerb am Beispiel der Berliner Stadtreinigungsbetriebe –BSR – Anstalt des öffentlichen Rechts. In *Preise und Gebühren in der Entsorgungswirtschaft*, H. Brede, Hrsg., Nr. 43 in Schriftenreihe der Gesellschaft für öffentliche Wirtschaft. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, 1998, S. 221–239.
- [141] LANFORD, H. *Technological Forecasting Methodologies; A Synthesis*. American Management Association, New York, 1972.
- [142] LANGE, M. Expertiseerfassung im Rahmen der Szenario-Technik; untersucht am Beispiel der Berliner Abfallwirtschaft. Dipl., Technische Universität Berlin, Institut für Arbeitswissenschaften, 1999.

-
- [143] LARSON, E., ROSS, M., UND WILLIAMS, R. Beyond the era of materials. *Scientific American* 254, 6 (1986).
- [144] LEGASTO, JR., A., FORRESTER, J., UND LYNEIS, J., Hrsg. *System dynamics*, Bd. 14 von *Studies in the Management Sciences*. North-Holland, Amsterdam, New York, 1980.
- [145] LENZ, A. *Knowledge Engineering für betriebliche Expertensysteme: Erhebung, Analyse und Modellierung von Wissen*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 1991.
- [146] LINSTER, M. Wissensakquisition: Stand der Dinge und Perspektiven. In *Praxis der Expertensysteme*, H. Kruse und U. Frank, Hrsg. Carl Hanser, München, Wien, 1989.
- [147] LINSTONE, H., UND SIMMONDS, C. *Futures Research. New Directions*. Addison-Wesley, Massachusetts, 1977.
- [148] LIPPOLD, H., UND WELTERS, H. *Szenario-Technik*. Nr. 4 in *Wekstattheft* Zukunftsforschung. Institut für Zukunftsforschung, Berlin, 1976.
- [149] LOOSS, A., UND KATZ, C. Abfallvermeidung: Strategien, Instrumente und Bewertungskriterien. TAB- Arbeitsbericht 16, Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, Bonn, 07 1993. TA Projekt: Abfallvermeidung und Hausmüllentsorgung; Vermeidung und Verminderung von Haushaltsabfällen, Endbericht.
- [150] MARTINO, J. *Technological Forecasting for Decision Making*, 2 Aufl. North-Holland, New York, 1983.
- [151] MATTHIES, E. *Umweltproblem 'Müll'; Eine psychologische Analyse ost- und westdeutscher Sichtweisen*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 1994.
- [152] MAYRING, P. Qualitative Inhaltsanalyse. In Flick et al. [78].
- [153] MAYRING, P. Analytische Schritte bei der Textinterpretation. In *Qualitative Analyse: Computereinsatz in der Sozialforschung*, G. Huber, Hrsg. R. Oldenbourg, München, Wien, 1992.
- [154] MAYRING, P. *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*, 4. erw. Aufl. Deutscher Studien Verlag, Weinheim, 1993.
- [155] MEADOWS, D. *The Limits to Growth*. Universe Books, New York, 1972.
- [156] Mediation als Meditation. Die Tageszeitung, 15.10.1997. S. 17, Kommentar.
- [157] Mediationsverfahren Abfallwirtschaftsprogramm Berlin, Dezember 1997. Abschlußbericht.
- [158] MERTENS, P. *Prognoserechnung*. Physica, Würzburg, 1972.

- [159] MEYER-SCHÖNHERR, M. *Szenario-Technik als Instrument der strategischen Planung*, Bd. 7 von *Unternehmensführung*. Wissenschaft und Praxis, Ludwigsburg, 1992.
- [160] MORRIS, G., UND HOLTHAUSEN, D. Economics of Household Waste. *Journal of Environmental Economics and Management* 26 (1994), 215–234.
- [161] OBERKAMPF, V. *Szenario-Technik, Darstellung der Methodik*. Batelle Institut, Frankfurt, 1976.
- [162] OECD – ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Sustainable Consumption and Production. Clarifying the Concepts*. Paris, 1997. Workshop in Rosendal.
- [163] OECD – ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Eco-efficiency*. Paris, 1998. Workshops in Berlin and Paris.
- [164] PACKARD, V. *The Waste Makers*. David Mackay, New York, 1960.
- [165] PICHLMAYER, H. Zu den inhaltlichen Anforderungen und normativen Beschränkungen des Scenario-writing als einer Methode der Zukunftsforschung. *Analysen und Prognosen* 38, 7 (1975), 25–27.
- [166] PIGOU, A. *The Economics of Welfare*. Macmillan, London, 1920.
- [167] POPPER, K. Naturgesetze und theoretische Systeme. In *Theorie und Realität*, H. Albert, Hrsg., Bd. 2 von *Die Einheit der Gesellschaftswissenschaften*. J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen, 1964, Kap. 2, S. 87–102.
- [168] POPPER, K. *Logik der Forschung*, 2 Aufl. J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen, 1966.
- [169] PROBST, P., UND GOMEZ, P. *Vernetztes Denken*. Gabler, Wiesbaden, 1993.
- [170] System dynamics Modell eines abfallwirtschaftlichen Systems. Technische Universität Berlin, Institut für Arbeitswissenschaften, 1999. Unver. Ber.
- [171] PROGNOSE. Die Entsorgungswirtschaft im neuen Jahrtausend. *Trendletter* 10, 3 (1999), 10–11.
- [172] PÖTTER, B. Der Abfallkonsens landet auf dem Müll. *Die Tageszeitung*, 15.10.1997. S. 17.
- [173] REICHENBACH, H. *Der Aufstieg der wissenschaftlichen Philosophie*. Vieweg, Braunschweig, 1977, Kap. Unser Wissen von der Zukunft. [1953].
- [174] RIEBEL, P. *Die Kuppelproduktion; Betriebs- und Marktprobleme*. Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen, 1955.

-
- [175] ROTTER, S. Aufbau und Darstellung eines Mengengerüsts als Planungsgrundlage für kommunale Abfallwirtschaftskonzepte. Dipl., Technische Universität Berlin, Institut für Technischen Umweltschutz, 1997.
- [176] Rundschreiben über den Abfallentsorgungsplan Berlin (ohne Bauabfälle). Vom 28. September 1995 (ABl. 55 S. 4297).
- [177] SCHMIDT-BLEEK, F. *Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS; Das Maß für ökologisches Wirtschaften*. Birkhäuser, Basel, Berlin, 1994.
- [178] SCHNAARS, S. How to Develop and Use Scenarios. *Long Range Planning*, 20, 1 (2 1987), 105–114.
- [179] SCHNELL, R., HILL, P., UND ESSER, E. *Methoden der empirischen Sozialforschung*, 2. überarb. u. erw. Aufl. R. Oldenbourg, München, Wien, 1989.
- [180] SCHNOTZ, W. *Aufbau von Wissensstrukturen; Untersuchung zur Kohärenzbildung bei Wissenserwerb mit Texten*. Beltz, Psychologie Verlags Union, Weinheim, 1994.
- [181] SCHÜTZ, W. *Methoden der mittel- und langfristigen Prognose. Eine Einführung*. Wilhelm Goldmann, München, 1975.
- [182] SCHWARZ, B., SVEDIN, U., UND WITTRÖCK, B. *Methods in Futures Studies; Problems and Applications*. Westview, Boulder, 1982.
- [183] SEIFFERT, H., UND RADNITZKY, G., Hrsg. *Handlexikon zur Wissenschaftstheorie*, 2 Aufl. dtv wissenschaft. Deutscher Taschenbuch Verlag, München, 1994.
- [184] SIEBERT, H. *Ökonomische Theorie natürlicher Ressourcen*. J.C.B. Mohr, Tübingen, 1983.
- [185] SÖLLNER, F. *Thermodynamik und Umweltökonomie*. Physica-Verlag, Heidelberg, 1996.
- [186] SPAEMANN, R., UND LÖW, R. *Die Frage Wozu? Geschichte und Wiederentdeckung des teleologischen Denkens*, 3 Aufl. Piper, München, 1991.
- [187] SPRUNG, L. Fachlexikon ABC Psychologie. In Clauss [57], S. 248.
- [188] STAHEL, W. The Utilisation-Focused Service Economy. In *The Greening of Industrial Ecosystems*, B. Allenby und D. Richards, Hrsg. National Academy Press, Washington D.C., 1994, S. 178–190.
- [189] STAHEL, W. Verlängerung der Produktdauer; Abfallvermeidung und Ressourcen-Produktivität in einer nachhaltigen Gesellschaft. In *Umweltverträgliches Wirtschaften. Denkanstöße und Strategien für eine ökologische nachhaltige Zukunftsgestaltung*, H. Dürr und F.-T. Gottwald, Hrsg. Agenda, Münster, 1995, S. 119–137.

- [190] STEINHAUSEN, D., UND LANGER, K. *Clusteranalyse; Einführung in Methoden und Verfahren der automatischen Klassifikation*. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1977.
- [191] Strieder: Neuer Müllofen ist nicht notwendig. *Der Tagesspiegel*, 29.10.1997. S. 29.
- [192] Strukturanalyse der Abfallwirtschaft in Berlin. Technische Universität Berlin, Institut für Arbeitswissenschaften, 1997. Unver. Ber.
- [193] TECHNICAL CHAMBER OF GREECE. *HELECO '99; Conference Proceedings* (1999). 3-6. 06.1999, Thessaloniki.
- [194] TESSUN, F. Einsatz von Szenarien in der Unternehmensplanung zur besseren Gestaltung der Zukunft. *Planung und Analyse*, 3 (1998), 40–45.
- [195] THEIL, H., BOOT, C., UND KLOEK, T. *Prognosen und Entscheidungen*. Westdeutscher Verlag, Opladen, 1971.
- [196] THOMAS, N. *Luxusware Müll*. Zebulon, Düsseldorf, 1994.
- [197] THOMÉ-KOZMIENSKY, K. J. *Management der Kreislaufwirtschaft*. EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin, 1995.
- [198] THOMPSON, M. *Rubbish Theory; The creation and destruction of value*. Oxford University Press, Oxford, New York, 1979.
- [199] THORNELOE, S., WEITZ, K., NISHTALA, S., BARLAZ, M., RANJITHAN, R., UND HAM, R. Development of Tools for Evaluating Strategies for Integrated Solid Waste Management using Life-Cycle Analysis. In *R'99 – Recovery, Recycling, Re-integration – Congress Proceedings* (Geneva, 2-5 February 1999), A. Barrage und X. Edelmann, Hrsg., Bd. I, EMPA, S. 259–265. Collected Papers of the R'99 International Congress.
- [200] TIMPE, K.-P. Fachlexikon ABC Psychologie. In Clauss [57], S. 520.
- [201] TIMPE, K.-P. *Systemtechnik*. Institut für Arbeitswissenschaften, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme der Technischen Universität Berlin, 1999. Vorlesungsskript, WS 99-00.
- [202] TOULMIN, S. *Voraussicht und Verstehen; Ein Versuch über die Ziele der Wissenschaft*. Nr. stw 358. Suhrkamp, Frankfurt am Main, 1981.
- [203] TRINCZEK, R. Experteninterviews mit Managern: Methodische und methodologische Hintergründe. In *Experteninterviews in der Arbeitsmarktforschung*, C. Brinkmann, A. Deeke, und B. Völkel, Hrsg., Bd. 191 von *BeitrAB*. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit, Nürnberg, 1995.

-
- [204] TURNER, R. An Economic Evaluation of Recycling Schemes in Europe and North America. In *Progress in Resource Management and Environmental Planning*, T. O' Riordan und R. Turner, Hrsg., Bd. 3. John Wiley and Sons, Chichester, 1981, S. 109–159.
- [205] VENNIX, J. *Group Model Building*. John Wiley, Chichester, 1996.
- [206] VESTER, F. *Sensitivitätsmodell*. Regionale Planungsgemeinschaft Untermain, Berlin, 1985.
- [207] VESTER, F. *Ausfahrt Zukunft; Strategien für den Verkehr von morgen*. Heyne, München, 1990.
- [208] VESTER, F. *Ausfahrt Zukunft; Supplement; Material zur Systemuntersuchung*. Heyne, München, 1991.
- [209] VON BERTALANFFY, L. *General System Theory; Foundations, Development, Applications*. George Braziller, 1968.
- [210] VON DIERKES, P. Gebühren und Entgelte der kommunalen Abfallwirtschaft. Skript zur Vorlesungsreihe „Management von Entsorgungsbetrieben“, 1999. Technische Universität Berlin.
- [211] VON DIERKES, P. Sammlung und Entsorgung von kommunalem Abfall. Skript zur Vorlesungsreihe „Management von Entsorgungsbetrieben“, 1999. Technische Universität Berlin.
- [212] VON DIERKES, P. Abfallwirtschaft im Spannungsfeld der Diskussion. In von Dierkes und Flämig [213], S. 6–14.
- [213] VON DIERKES, P., UND FLÄMIG, D., Hrsg. *Perspektiven der Abfallwirtschaft in diesem Jahrtausend*. TK Verlag, Neuruppin, 2000.
- [214] VON REIBNITZ, U. *Szenario-Technik; Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung*, 2 Aufl. Gabler, Wiesbaden, 1992.
- [215] VON WEIZSÄCKER, E., LOVINS, A., UND LOVINS, L. *Faktor vier; Doppelter Wohlstand – halbierter Naturverbrauch; Der neue Bericht an den Club of Rome*. Droemer Knauer, München, 1995.
- [216] VON WRIGHT, G. *Explanation and Understanding*. Routledge and Kegan Paul, London, 1971.
- [217] WACK, P. Scenarios: uncharted waters ahead. *Harvard Business Review* (9-10 1985), 73–89.
- [218] WEBER, K. P. *System dynamics; Untersuchung eines kybernetisch-systemtheoretischen Modellansatzes unter besonderer Berücksichtigung von wachstumstheoretischen Modellen*. Rita G. Fischer, Frankfurt, 1979.

- [219] WEITZ, K., NISHTALA, S., BARLAZ, M., RANJITHAN, R., UND THORNELOE, S. Using life-cycle management to evaluate integrated municipal solid waste management strategies. In *R'97 - Recovery, Recycling, Reintegration - Congress Proceedings* (Geneva, 4-7 February 1997), A. Barrage und X. Edelmann, Hrsg., Bd. I, EMPA, S. 41-49. Collected Papers of the R'97 International Congress.
- [220] WHEELWRIGHT, S., UND MAKRIDAKIS, S. *Forecasting Methods for Management*, 2nd Aufl. Wiley, New York, 1994.
- [221] WHITE, P., FRANKE, M., UND HINDLE, P. *Integrated Solid Waste Management: A Lifecycle Inventory*. Blackie Academic & Professional, London, 1995.
- [222] WICKE, L. *Umweltökonomie und Umweltpolitik*. C. H. Beck, München, 1991.
- [223] WIEDEMANN, P. Gegenstandsnahe Theoriebildung. In Flick et al. [78].
- [224] Wieviel Müll produziert der Normal-Berliner? Der Tagesspiegel, 29.10.1997. S. 13.
- [225] Wie wichtig ist einigen Teilnehmern das Mediationsverfahren? Bezirksamt Lichtenberg von Berlin; BzStR Wirtschaft, Umwelt, Bürgerdienste.
- [226] WILSON, I. Scenarios. In *Handbook of Futures Research* [81].
- [227] YOUNG, J. *Discarding the Throwaway Society*. Nr. 101 in Worldwatch Paper. Worldwatch Institute, 01 1991.
- [228] ZENTNER, R. Scenarios, Past, Present and Future. *Long Range Planning* 15, 3 (10 1982), 12-20.