Mareike Conrad

Zielerreichung und Kosten von Maßnahmen zur Etablierung artenreicher Grünländer

Entwicklung und Anwendung eines Verfahrens für Effizienzkontrollen

Berlin 2007

Mareike Conrad

Zielerreichung und Kosten von Maßnahmen zur Etablierung artenreicher Grünländer

Zielerreichung und Kosten von Maßnahmen zur Etablierung artenreicher Grünländer

Entwicklung und Anwendung eines Verfahrens für Effizienzkontrollen

vorgelegt von
Diplom-Ingenieurin (FH) für Landespflege
Mareike Conrad

an der Fakultät VI der Technischen Universität Berlin
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der Ingenieurwissenschaften
- Dr.-Ing. -
genehmigte Dissertation

Promotionsausschuss:

Vorsitzender: Prof. Dr. Ingo Kowarik
Gutachter: Prof. Dr. Johann Köppel
Prof. Dr. Sabine Tischew

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 26. Februar 2007

Berlin 2007
D83

Danksagung

An erster Stelle bedanke ich mich bei Prof. Dr. Johann Köppel und Prof. Dr. Sabine Tischew für die Bereitschaft zur Betreuung dieser Dissertation, die zahlreichen wertvollen inhaltlichen Anregungen und Ratschläge sowie die intensive Unterstützung in der Endphase der Promotion, ohne die eine Abgabe vor der Geburt meines Sohnes nicht möglich gewesen wäre.

Zudem danke ich Prof. Dr. Carl Beierkuhnlein für die Betreuung in der Anfangsphase der Promotion.

Die vorliegende Arbeit entstand überwiegend während einer dreijährigen Förderung im Rahmen des Programmes des Kultusministeriums Sachsen-Anhalt zur „Förderung der Berufungsfähigkeit von Frauen an Fachhochschulen im Land Sachsen-Anhalt“. Hier gilt mein Dank besonders Frau Prof. Dr. Kurth, die maßgeblich für Organisation und Abwicklung des Programmes zuständig war.

Für die Bereitstellung von Informationen bei der Recherche nach geeigneten Untersuchungsflächen und Flächenbesichtigungen bin ich den Mitarbeitern der Unteren Naturschutzbehörden Sachsen-Anhalts, Herrn Dr. Krug vom Landesamt für Umweltschutz, Frau Binkebank vom Wasserstraßenneubauamt Magdeburg, Frau Müller-Wittchen und Herrn Volz von der DEGES sowie den Landwirten Frau du Bois, Herrn Ahlers, Herrn Hennig und Herrn Riesche zu Dank verpflichtet. Dank gebührt ebenso Frau Müller-Wittchen und Herrn Volz für die Hilfe bei der Recherche nach Kostendaten. Bei der Zusammenstellung der Standortdaten für die Untersuchungsflächen unterstützen mich Mitarbeiter des Landesamtes für Geologie. Herr Thiel, Herr Zimmermann und Herr Stolle danke ich für die Hinweise auf gut ausgeprägte Grünländer in Sachsen-Anhalt, die für die Formulierung der Entwicklungsziele unentbehrlich waren.

Die Einbindung in die Arbeitsgruppen von Prof. Dr. Johann Köppel und Prof. Dr. Sabine Tischew und die jeweils sehr gute Arbeitsatmosphäre trugen ebenfalls sehr zum Gelingen dieser Arbeit bei. Hier gilt mein besonderer Dank Annett Baasch und Antje Lorenz für die Durchsicht einer Vorversion dieser Arbeit und interessante Diskussionen zu Fragen der Grünlandbewertung. Zudem danke ich Ines Hefter und Hendrik Teubert für inhaltliche Anregungen sowie Nora Geissler für ihre Anmerkungen zu einer früheren Version dieser Arbeit und Ines Fey für ihre Hilfe beim Drucken der Arbeit.

Für die unkomplizierte Gastfreundschaft, ohne die die umfangreichen Geländearbeiten kaum zu bewältigen gewesen wären, danke ich herzlich Antje Lorenz, Sandra Mann, Lisette Reilard und Steffen Eichler. Holger Naumann schulde ich Dank für die Hilfe bei der Erstellung der Karte zur Lage der Untersuchungsflächen, Sabrina Eckhardt für die zügigen Zuarbeiten zu den Auswertungen zur Entwicklung der Untersuchungsflächen.

Schließlich danke ich meinem Mann Dr. Mirko Conrad für die vielen aufmunternden Worte, inhaltliche Kritik zu Vorversionen der Arbeit sowie die große Rücksichtnahme und Unterstützung in den guten und weniger guten Zeiten der Promotion. Meinen Eltern und Freunden danke ich für Verständnis und moralische Unterstützung in dieser Zeit.

Kurzfassung

Ziel

Ziel der vorliegenden Arbeit war, ein praktikables Bewertungsverfahren zur Bestimmung der Effizienz von Maßnahmen zur Etablierung von Frischwiesen und -weiden (in Biotoptypenlisten meist als artenreiches mesophiles Grünland bezeichnet) zu entwickeln und dieses exemplarisch in Sachsen-Anhalt anzuwenden. Letzteres diente sowohl der Erprobung des methodischen Ansatzes, dem Kenntnisgewinn über die Effizienz derzeit in Sachsen-Anhalt angewandter Erstinstandsetzungsvarianten und der Ableitung von Hinweisen für zukünftige Planungen. Damit sollte sowohl methodisch als auch praktisch ein Beitrag zur Effizienzsteigerung zukünftiger Maßnahmen zur Etablierung von mesophilem Grünland geleistet werden.

Methodischer Ansatz

Der entwickelte methodische Ansatz erfordert einen geringen Erfassungsaufwand und liefert reproduzierbare, weitgehend bearbeiterunabhängige Ergebnisse. Mit ihm können der mit dem Alter der betrachteten Maßnahmen zusammenhängende Entwicklungsfortschritt sowie Unterschiede in der Ausprägung zu untersuchender Zielbiotoptypen in Abhängigkeit vom jeweiligen Naturraum berücksichtigt werden. Daher ist er für die Anwendung in der Praxis hinreichend geeignet.

Die Arbeit enthält die Ableitung und Begründung der einzelnen Bewertungsschritte und ihre Zusammenfassung in einem Methodenleitfaden. Der Leitfaden ist für die Bewertung von Maßnahmen zur Etablierung von mesophilem Grünland in unterschiedlichen Naturräumen nutzbar. Zielbiotoptyp-, naturraum- und altersabhängige Unterschiede kommen erst bei der Ausgestaltung der einzelnen Schritte zum Tragen.

Das Bewertungsverfahren gliedert sich in folgende Schritte:

- Ableitung des Entwicklungszieles,
- Bewertungskonzeption,
- Datenerfassung,
- Datenauswertung, Interpretation und Diskussion,
- Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen.

Die Ableitung des Entwicklungszieles steht am Anfang des Verfahrens und bildet den Bezugspunkt für alle nachfolgenden Schritte. Es sind nicht nur Ziele für Flächen ohne oder mit unkonkretem Entwicklungsziel zu formulieren, sondern auch bestehende Ziele auf ihre Realisierbarkeit zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Ausgehend von diesen Festlegungen ist ein hierarchisches Bewertungssystem zu konzipieren. Dies soll nachvollziehbare und geeignete Bewertungskriterien sowie Regeln für die Zusammenfassung der Kriterienausprägungen enthalten.

Im nächsten Schritt sind die für die Bewertung der Effektivität notwendigen Daten durch Geländeaufnahmen sowie die Kostenangaben durch Befragungen und Literaturrecherchen zu erfassen.

Anschließend sind die Daten auszuwerten und Effektivität sowie Kosten der Maßnahmenvarianten zu bestimmen. Für die Bewertung der Effektivität werden naturwissenschaftliche, für die Bewertung der Kosten monetäre Kriterien herangezogen. Die jeweiligen Ergebnisse liegen somit in unterschiedlichen, nicht verrechenbaren Einheiten vor.

Effektivität und Kosten können daher erst bei der Interpretation und Diskussion wieder zusammengeführt werden. Die Ergebnisse sind unter Einbeziehung regionaler, nationaler und internationaler Literatur zu interpretieren und kritisch zu diskutieren.

Auf der Basis der Bewertungsergebnisse sowie der Interpretation und Diskussion sind Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen abzuleiten, welche Hinweise für zukünftige Planungen liefern sollten.

Exemplarische Anwendung

Die exemplarische Anwendung des methodischen Ansatzes erfolgte auf 135 Flächen, wobei die Untersuchungsschwerpunkte entlang der Bundesautobahnen 14 (BAB 14) und BAB 38 lagen. Die Zielbiotoptypen decken den Bereich von nährstoffreichen, mäßig feuchten bis nährstoffärmeren, trockenen Grünländern ab.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Effizienz der in Sachsen-Anhalt angewandten Varianten zur Etablierung mesophiler Grünländer unterschiedlich ist. Das schlechteste Verhältnis von Effektivität und Kosten hat die Einsaat mit kräuterarmen Saatgutmischungen. Die in Sachsen-Anhalt auf ca. 60 % der Flächen ausgebrachten Regelsaatgutmischungen (RSM) 7.1.1, 7.1.2, 7.2.2, die in der Landwirtschaft gebräuchliche Saatgutmischung Country (SM Country) und eine Sondermischung für feuchte Standorte (SSM feu) begründeten struktur- und artenarme Bestände. Der Zielbiotoptyp lässt sich auf diesen nur mittels kostenintensiver Nachbesserungsmaßnahmen erreichen (z.B. Nachsaat mit zielbiotoptypischen Arten).

Die Einsaat mit kräuterreichen Saatgutmischungen kann eine gute Effektivität aufweisen. Entscheidend dafür ist jedoch die Artenzusammensetzung des Saatgutes. In Sachsen-Anhalt wurden auf ca. 15 % der untersuchten Flächen kräuterreiche Mischungen (z.B. RSM 7.1.4, RSM 7.3, Sondermischung für mäßig trockene Standorte (SSM tro)) angewandt. Nicht alle von ihnen waren optimal auf den Standort abgestimmt, weshalb die jeweiligen Grünländer zielarten- und strukturarm waren. Teils dominierten Arten, die die weitere Entwicklung nachhaltig behindern. Daher sind auch hier oft kostspielige Nachbesserungen zur Erreichung des Entwicklungszieles nötig.

Ca. 25 % der Flächen wurden der Selbstberasung überlassen und zweimal jährlich gemäht. Diese Variante hat ein besseres Nutzen-Kosten-Verhältnis als die vorgenannten (Ausnahme: mäßig feuchte Böden). Die Entwicklung zum Zielbiotoptyp verläuft jedoch langsam, da die Arten erst aus der Umgebung einwandern müssen. Aufgrund ihres Strukturreichtums, vieler offener Stellen und des Fehlens entwicklungshemmender Arten sind die Einwanderungsbedingungen auf diesen Flächen sehr gut. Nachbesserungen beschränken sich meist auf wenig kostenintensive Änderungen im Pflegemanagement.

Alternative Begrünungsverfahren (Heublumen-, Heudrusch- und Heumulchsaat, Sodenversetzung und -schüttung) führen schnell zur Ausbildung zielbiotoptypischer, arten-, blüten- und strukturreicher Bestände und sind somit am effektivsten. Die Umsetzung dieser Varianten ist zwar kostenintensiver als Einsaaten mit (artenarmen) Saatgutmischungen; Nachbesserungskosten fallen aufgrund der guten Entwicklung jedoch nicht an. In Sachsen-Anhalt wurde nur eine dieser Varianten (Heublumensaat) auf lediglich drei Flächen angewandt, weshalb sich weitere Ausführungen auf Literaturauswertungen stützen.

Die Untersuchungen zeigen insgesamt, dass in den letzten 10 Jahren in Sachsen-Anhalt vor allem „konventionelle“ Begrünungsvarianten angewandt wurden. Für andere Bundesländer kann von einer ähnlichen Praxis ausgegangen werden. Aufgrund unzureichender Abstimmung der Saatgutmischungen auf den Standort sowie durch den Einsatz von Zuchtsorten aus der Intensivlandwirtschaft, gebietsfremden Arten und Herkünften entwickelten sich überwiegend monotone, artenarme, grassreiche Grünländer, die nicht einem auf dem jeweiligen Standort typischen mesophilen Grünland entsprechen. Eine bessere Effizienz zukünftiger Maßnahmen zur Etablierung von mesophilem Grünland ist durch die Auswahl von hinsichtlich Zielerreichung und finanziellem Einsatz optimalen Varianten daher möglich.

Die Auswahl des zu präferierenden Etablierungsverfahrens ist einzelfallabhängig. In die Entscheidung sind die abiotischen und biotischen Standortbedingungen der zu begrünenden Fläche (Grundlage für die Ableitung eines realistischen Entwicklungszieles, Auswahl und konkrete Ausgestaltung des Verfahrens), planerische Rahmenbedingungen (z.B. gewünschter oder akzeptabler Zeitraum für die Entwicklung zum Zielbiotoptyp) und finanzielle Gesichtspunkte (z.B. minimale Erstinstandsetzungs- oder Entwicklungskosten) einzubeziehen. Zudem ist die Verfügbarkeit von geeignetem Begrünungsmaterial zu prüfen.

Wird eine zügige Entwicklung angestrebt, empfiehlt sich der Einsatz alternativer Verfahren, wobei sich Heumulch-, Heudrusch- und Heublumensaat besonders für frische bis trockene, Sodenversetzung und -schüttung für frische bis feuchte Böden eignen. Sofern keine geeigneten Spenderflächen vorhanden sind (insbesondere bei den Varianten Sodenversetzung und -schüttung, die nur bei drohendem Totalverlust der Spenderflächen angewandt werden sollten), können die Flächen auch mit standortangepassten kräuterreichen Saatgutmischungen aus gebietsheimischen Arten angesät werden.

Sofern auch kein oder nicht genügend gebietsheimisches Saatgut zur Verfügung steht sollten die Flächen so lange der Selbstberasung überlassen werden, bis genügend Saatgut geworben wurde. Dies gilt nicht für mäßig feuchte und nährstoffreiche Flächen. Auf diesen sollte die Zeit für eine Aushagerung genutzt werden (Fortführung landwirtschaftlicher Nutzung ohne Dünger- und Pflanzenschutzmittelgaben).

Wenn längere Zeiträume bis zur Ausbildung des Zielbiotops akzeptabel sind oder Segetal- und Ruderalarten vorübergehende Etablierungsmöglichkeiten geboten werden sollen, können die Flächen komplett der Selbstberasung überlassen werden. In zielartenarmen Gebieten und auf sehr nährstoffreichen Böden empfiehlt sich jedoch eine punktuelle Anreicherung mit Zielarten (z.B. mittels Mahdgutfenstern). Durch die Schaffung von Ausbreitungszentren kann die Entwicklung merklich beschleunigt werden.

Aufgedüngte Standorte sollten vor der Umsetzung der Erstinstandsetzungsvarianten ausgehagert werden. Dies stellt den höchstmöglichen Erfolg der Begrünung sicher und trägt zum effizienten Mitteleinsatz bei.

Detaillierte Ausführungen zu Anwendungsbereich, Anwendungsvoraussetzungen, Durchführung und Kosten sowie Hinweise auf weiterführende Literatur bzw. Anwendungsbeispiele der aufgeführten Varianten wurden in Verfahrenssteckbriefen zusammengefasst. Diese komprimierte Darstellung praxisrelevanter Informationen kann die Anwendung empfehlenswerter Etablierungsvarianen erleichtern und somit einen wertvollen Beitrag zur Effizienzsteigerung von Maßnahmen zur Etablierung mesophiler Grünländer leisten.

Abstract

Objective

The objective of this thesis was to develop a practicable evaluation procedure for determining the efficiency of measures for the establishment of new meadows and pastures (in biotope type lists usually called species-rich mesic grassland) and to exemplarily apply it in Saxony-Anhalt. The latter served the purpose of testing the methodical approach, the gaining of new knowledge about the efficiency of establishment variants applied at the moment in Saxony-Anhalt and the derivation of guidance for future planning. With this both a methodological and a practical contribution should be made to increasing the efficiency of future measures for the establishment of species-rich mesic grasslands.

Methodical Approach

The methodical approach developed requires low data acquisition effort and provides reproducible and, to a large extent, observer-independent results. The approach considers the development progress connected to the age of the examined sites as well as different characteristics of the target biotope types in dependence of the respective natural geographic region. Therefore, the approach is well suited for use in practice.

The thesis contains the derivation and the description of the individual evaluation steps and their summary into a methods manual. The manual is applicable for the evaluation of measures for the establishment of species-rich mesic grassland in different natural geographic regions. Differences of target biotopes, regions and age do not apply until the configuration of individual steps.

The evaluation procedure is divided into the following steps:

- derivation of the development target,
- conceptual design of the evaluation,
- data acquisition,
- data evaluation, interpretation and discussion,
- conclusion.

The derivation of the development target marks the beginning of the procedure and is the point of reference for all following steps. It is not only necessary to formulate targets for areas without or with an underspecified development target, but also to check the feasibility of existing targets and, if need be, to adapt them.

Starting from these settings a hierarchical evaluation system is to be designed. Furthermore suitable and reproducible evaluation criteria and rules for combining the criteria are to be derived.

In the next step, the data necessary for the evaluation of the effectiveness are to be acquired by field investigations, the cost statements via consultations and literature research.

Following, the data are to be assessed and effectiveness and costs of the measure variants must be determined. Scientific, non-monetary criteria are used for the evaluation of the effectiveness, while monetary criteria are taken for the evaluation of costs. Thus, the respective results are available in different units, which cannot be offset against one another.

Effectiveness and costs, therefore, can only be brought together again during interpretation and discussion. The results need to be interpreted and critically discussed by taking into account regional, national and international literature.

On the basis of the evaluation results as well as the interpretation and discussion conclusions are to be derived which provide advice for future planning.

Exemplary Application

The exemplary application of the methodical approach took place on 135 areas, with the main study focus along the federal autobahns BAB 14 and BAB 38. The target biotope types cover the range from nutrient-rich, medium moist to nutrient-poorer, dry grasslands.

The studies have shown that the efficiency of the variants used in Saxony-Anhalt for the establishment of mesic grasslands differs. The worst ratio of effectiveness to costs comes from sowing with herb-poor seed-mixtures. The standard seed-mixtures (RSM) 7.1.1, 7.1.2, 7.2.2, which are used in Saxony-Anhalt on approx. 60% of all areas, the Country seed-mixture (SM Country), which is commonly used in agriculture, and a special mixture for moist sites (SSM feu) founded structure and species-poor crops. Here, the target biotope type can only be achieved by means of cost-intensive corrective measures (e.g. re-sowing with species typical for the target biotope).

Sowing herb-rich seed-mixtures can show a good degree of effectiveness. A decisive factor for this, however, is the species composition of the seeds. In Saxony-Anhalt, herb-rich mixtures (e.g. RSM 7.1.4, RSM 7.3, special mixture for medium dry sites (SSM tro)) were used on approx. 15 % of the areas examined. Not all of them were optimally suited to the site, which led to grasslands which were poor in target species and structure. Sometimes species dominated, which effectively hamper further development. Thus, expensive corrections are often needed in order to reach the development target.

Approximately 25 % of the areas were left to natural re-establishment. This variant shows a better cost-benefit ratio than the ones mentioned before (exception: medium moist soil). Still, the development to the target biotope proceeds slowly, as species have to move in from surrounding areas first. Because of their richness in structure, an abundance of open patches and the lack of species hampering development, the immigration conditions on the examined areas are very good. Corrections are therefore usually limited to less cost-intensive changes in maintenance management.

Alternative greening procedures (hay flower seed, hay threshed seed, hay mulch seed, transplantation of sods (whole turf translocation) and dumping of sods (turf spreading)) quickly lead to the development of target biotope-typical, species-, flower- and structure-rich grasslands and are thus the most effective. The implementation of these variants is at first more cost-intensive than sowing (species-poor) seed-mixtures. However, later there are no correction costs due to the good development. In Saxony-Anhalt, only one of these variants (hay flower seed) was applied onto merely three areas, which is why further statements are based on findings in the literature.

Research shows that in the last ten years mostly “conventional” greening procedures were used in Saxony-Anhalt. For the other federal states, a similar practice can be assumed. Due to insufficient adjustment of the seed-mixtures to the sites as well as the use of cultivated species from intensive agriculture, non-native species or plant material from non-local provenances, mainly monotone, species-poor, grass-rich grasslands developed, which do not correspond to the mesic extensive grassland that is typical for this region. A better efficiency of future measures for the establishment of mesic grassland is therefore possible by selecting the optimum variants concerning target reachability and costs.

The selection of the establishment procedure to be preferred depends on the particular case. For the decision abiotic and biotic conditions of the site to be landscaped (basis for the derivation of a realistic development target, selection and detailed configuration of the procedure), planning constraints (e.g. desired or acceptable period of time for the development to the target biotope type) and financial questions (e.g. minimum of costs for initial set-up or development) have to be taken into account. In addition, the availability of suitable greening material needs to be checked.

If a quick development is desired, the application of alternative procedures is recommended; here, hay mulch seed, hay threshed seed and hay flower seed are especially suitable for fresh to dry soil, while transplantation/dumping of sods are good on fresh to moist soil. If no suitable donor sites are available (in particular with the variants transplantation/dumping of sods, which should only be used in the case of an impending total loss of the donor sites), the areas may also be sowed with site-adapted, herb-rich seed-mixtures of local provenances.

If, in addition, no or not enough seeds of local provenances are available, the sites should be left to natural re-establishment until a sufficient amount of seeds has been won. This does not apply to medium moist and nutrient-rich areas. On these, the time should be used to reduce the soil nutrition load (continuation of agricultural use without fertilizers and pesticides).

If longer periods of time for the development of the target biotope are acceptable, the sites can be left completely to natural re-establishment. However, in target species-poor areas and on very nutrient-rich soil a selected enrichment with target species is recommendable. By creating dispersal points the development can be increased noticeably.

Over-fertilized sites should see a period of no fertilizing before the implementation of initial set-up measures. This ensures the highest possible degree of success for the greening and adds to the efficient use of means.

Detailed explanations concerning the application area, application prerequisites, realization and costs as well as references to further reading or application examples of the variants mentioned were summarized in procedure profiles. This condensed depiction of information relevant for practice can facilitate the use of recommendable establishment variants and thus can make a valuable contribution to increasing the efficiency of measures for the establishment of mesic grasslands.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung ..... **I**

Kurzfassung ..... **II**

Abstract ..... **V**

1 Einleitung **1**
1.1 Motivation 1
1.2 Zielsetzung und Lösungsansatz 3
1.3 Aufbau der Arbeit 4

2 Gegenstand der Arbeit **6**
2.1 Grundlagen und Begriffe 6
2.2 Stand der Wissenschaft 8

3 Methodischer Ansatz zur Bewertung der Effizienz von Maßnahmen zur Etablierung von mesophilem Grünland **10**
3.1 Überblick über das Verfahren 10
3.2 Beschreibung der einzelnen Verfahrensschritte 11
3.3 Illustration des Verfahrens an einem Beispiel 35

4 Exemplarische Anwendung des methodischen Ansatzes auf ausgewählte Maßnahmen im Land Sachsen-Anhalt **44**
4.1 Auswahl der Untersuchungsflächen 44
4.2 Ableitung der Entwicklungsziele und Charakterisierung der Untersuchungsflächen 46
4.3 Bewertungskonzeption 56
4.4 Datenauswertung 61
4.5 Interpretation und Diskussion 83
4.6 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen 125

5 Diskussion des methodischen Ansatzes **139**

6 Ausblick **142**

7 Verzeichnisse 144
7.1 Literaturverzeichnis 144
7.2 Abbildungsverzeichnis 163
7.3 Tabellenverzeichnis 166
7.4 Verzeichnis der Abkürzungen und Formelzeichen 168
7.5 Schlagwortverzeichnis 170

8 Anhang 174

1 Einleitung

1.1 Motivation

Die Kontrolle von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege gewinnt seit einigen Jahren an Bedeutung. Bisher standen naturschutzfachliche Fragestellungen zur Zielerreichung im Zentrum des Forschungsinteresses. Entsprechende Untersuchungen umfassten oft Maßnahmen zur Herstellung, Pflege und Entwicklung von Lebensräumen im Zuge von Eingriffs-, Pflege- und Entwicklungsplanungen (z.B. BLAB et al. 1994, HANDKE et al. 1996, DIERßEN & RECK 1998, ABEL 1999, HANDKE et al. 1999, JESSEL et al. 2001, KÜFOG 2001, TESCH 2003, SCHMIDT et al. 2004a). Die Ergebnisse zeigen, dass Maßnahmen mit hohem Entwicklungsrisiko die Entwicklungsziele oft nicht erreichen. Die häufigste Ursache für Fehlentwicklungen sind Planungsfehler. Aufgrund der Unsicherheit über die im Einzelfall beste Methode zur Zielerreichung werden viele Maßnahmen nach dem „trial and error"-Prinzip durchgeführt. Um ökologisch wirkungsvolle Maßnahmen identifizieren zu können, ist eine vergleichende Bewertung unterschiedlicher Maßnahmen hinsichtlich ihrer Effektivität überfällig.

Von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege wird, ebenso wie bei wirtschaftlichen Investitionen, nicht nur erwartet, dass die anvisierten Ziele erreicht werden, sondern auch, dass diese Leistung mit möglichst geringem Kosteneinsatz erbracht wird (HAMPICKE 1991, KÖGL & PIOTRASCHKE 2003). Obwohl Zahlen zu Naturschutzausgaben der öffentlichen Hand nur in wenigen Fällen verfügbar sind (STRATMANN & MARGGRAF 2001), sind Untersuchungen zum effizienten Einsatz finanzieller Ressourcen, wie schon V. HAAREN et al. (1997) betonte, von besonderer Wichtigkeit. Dies gilt besonders für eine Zeit, in der angesichts der schlechten Finanzlage der öffentlichen Haushalte die für Naturschutzausgaben zur Verfügung stehenden Mittel sinken. Der Naturschutz muss sich noch stärker als bisher mit ökonomischen Fragestellungen auseinandersetzen und insbesondere über seine Ziele und den effizienten Einsatz der knappen finanziellen Ressourcen Rechenschaft ablegen. Da es derzeit keine praktikablen methodischen Ansätze zur Bestimmung der Effizienz von Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahmen gibt, besteht dringender Forschungs- und Entwicklungsbedarf zur prinzipiellen Vorgehensweise bei Effizienzkontrollen.

Dabei sollten häufige oder defizitäre Maßnahmen im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen. Bundesweit werden Maßnahmen zur Gehölzentwicklung sowie zur Grünlandetablierung, die auf Kompensation der Biotopfunktion zielen, am häufigsten umgesetzt (TISCHEW et al. 2004b, JESSEL et al. 2001, STEFFEN 2000). Die Ergebnisse einer Recherche, die bei Straßenbauämtern verschiedener Bundesländer durchgeführt wurde, bestätigt dieses Bild für den Straßenbau als einem der Hauptverursacher von Eingriffen (Abb. 1-1).

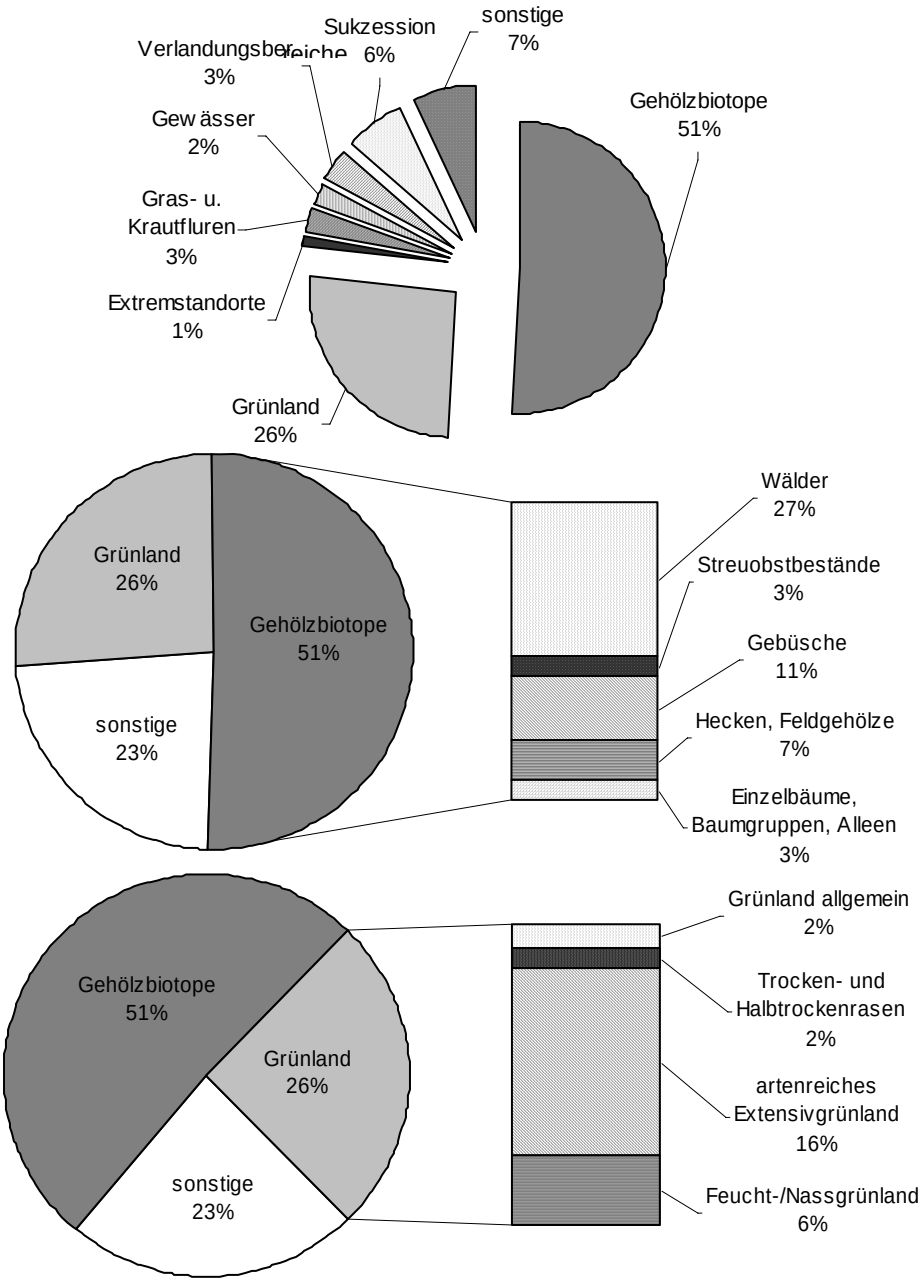


Abb. 1-1: Häufigkeit verschiedener Maßnahmentypen bei landschaftspflegerischen Kompensationsmaßnahmen im Straßenbau

Quellen: BIOKAT Bayern, FLISTRA Rheinland-Pfalz, KISS Sachsen, NIKOLAUS Osnabrück/Niedersachsen, KOMKAT Westfalen-Lippe/Nordrhein-Westfalen

Da bei Maßnahmen zur Grünlandetablierung besonders häufig ökologische Defizite konstatiert wurden (z.B. REXMANN 1998, BERG 2001, SALZBRENNER 2001, BEIERKUHNLEIN et al. 2002, SCHMIDT et al. 2004b, TISCHEW et al. 2004a), ist hier eine deutliche Diskrepanz zwischen finanziellem Mitteleinsatz und Zielerreichung zu vermuten. Untersuchungen zur gegenwärtigen Praxis der Grünlandetablierung und zur Effizienz der dabei angewandten Methoden sind daher von besonderem Interesse, weshalb sich diese Arbeit mit der Entwicklung einer Methodik für Effizienzkontrollen am Beispiel ausgewählter Maßnahmen zur Etablierung mesophiler Grünländer beschäftigt.

1.2 Zielsetzung und Lösungsansatz

Ziel der Arbeit ist es, ein praktikables Bewertungsverfahren zur Effizienzbestimmung zu entwickeln und zu erproben. Zudem sollen die Effizienz von Maßnahmen zur Etablierung von Frischwiesen[1] in Sachsen-Anhalt bestimmt und Hinweise für zukünftige Planungen abgeleitet werden. Damit soll sowohl auf theoretischer als auch praktischer Ebene ein Beitrag zur Effizienzsteigerung von Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahmen geleistet werden.

Im theoretischen Teil der Arbeit wird ein Bewertungsverfahren zur Bestimmung der Effizienz von Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahmen zur Etablierung von mesophilem Grünland entwickelt. Das Verfahren liefert Erkenntnisse über den Grad der Zielerreichung und die Effizienz der dafür eingesetzten Mittel. Die prinzipielle Vorgehensweise wird in einem Methodenleitfaden zusammengefasst. Dieser ist für die Kontrolle verschiedener Maßnahmen in unterschiedlichen Naturräumen nutzbar und bildet die Grundlage zur Verbesserung der Effizienz von Maßnahmen zur Etablierung mesophiler Grünländer.

Aufgrund der angestrebten landschaftsraumübergreifenden Nutzbarkeit muss das Bewertungsverfahren unterschiedliche Zielstellungen berücksichtigen und landschaftsraumspezifische Modifizierungen zulassen. Da Effizienzkontrollen sowohl der Qualitätssicherung als auch der Optimierung von zukünftigen Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahmen dienen sollen (z.B. WEISS et al. 1995, WEISS 1996, MAURER et al. 1997), dürfen sie sich nicht auf abgeschlossene Maßnahmen beschränken. Sie sollten deshalb auch an laufenden Maßnahmen „in-between“ durchgeführt werden. Insbesondere bei Biotopen mit hohem Entwicklungsrisiko und/oder langer Entwicklungsdauer, sind frühzeitige Kontrollen sinnvoll, da nur so Fehlentwicklungen rechtzeitig aufgedeckt und korrigiert werden können (SCHMIDT et al. 2004a). Das Verfahren muss sich daher für unterschiedlich alte Maßnahmen eignen.

Um die Anwendung des entwickelten Bewertungsverfahrens in der Praxis zu fördern, darf es nur mit einem geringen Erfassungsaufwand verbunden sein. Zudem muss es einfach handhabbar, transparent und nachvollziehbar sein und reproduzierbare, möglichst bearbeiterunabhängige Ergebnisse liefern.

Der empirische Teil der Arbeit dient sowohl der exemplarischen Erprobung des Verfahrens für die Effizienzkontrolle als auch der Überprüfung zweier Thesen. Diese besagen, dass sich die Effizienz gegenwärtig angewandter Varianten bei der Etablierung von mesophilen Grünländern deutlich voneinander unterscheidet und, dass durch die Auswahl der hinsichtlich Zielerreichung und finanziellem Einsatz optimalen Variante eine Effizienzsteigerung von Maßnahmen zur Etablierung von mesophilem Grünland zu erwarten ist.

---

[1] Frischwiesen und -weiden werden in Biotoptypenlisten meist als artenreiches mesophiles Grünland bezeichnet. In der vorliegenden Arbeit wird dieser Bezeichnung aufgrund ihrer weiten Verbreitung gefolgt.

Die Untersuchungen wurden beispielhaft in Sachsen-Anhalt durchgeführt, da hier in der jüngeren Vergangenheit zahlreiche Bauvorhaben durchgeführt wurden und somit auf einen großen Pool an Flächen, auf denen mesophile Grünländer etabliert werden sollen, zurückgegriffen werden konnte (z.B. BAB 14, BAB 38, Wasserstraßenkreuz Magdeburg, Neubau von Umgehungsstraßen). Um einen umfassenden Überblick über die Praxis der letzten 10 Jahre und die Effizienz der angewandten Varianten zu gewinnen, wurden in die Betrachtung nicht nur sämtliche Umsetzungsvarianten, die bei Kompensationsmaßnahmen angewandt wurden, sondern auch weitere im Vertragsnaturschutz oder in der Forschung vorkommende Varianten einbezogen. Da die Suche nach effektiven Varianten im Mittelpunkt der Effizienzkontrolle steht, wird bei den Kompensationsmaßnahmen ausschließlich auf die Erreichung des Entwicklungszieles eingegangen. Der Bezug zum Eingriff und die Bilanzierung sind nicht von Bedeutung. Aus den Ergebnissen der Effizienzbewertung werden in der Praxis anwendbare Hinweise zur Auswahl des Verfahrens, zur Anwendung empfehlenswerter Varianten und zur Kostenminimierung gegeben, wobei auch Forschungsergebnisse aus der Literatur einbezogen werden. Diese Hinweise sollen Vorhabensträger und Naturschutzbehörden in die Lage versetzen, in Abhängigkeit von Entwicklungsziel, abiotischen und biotischen Voraussetzungen der zu begrünenden Fläche sowie planerischen und organisatorischen Rahmenbedingungen das beste Verfahren zur Zielerreichung auszuwählen.

1.3 Aufbau der Arbeit

Im Kapitel 2 werden für das weitere Verständnis wichtige Begriffe und Zusammenhänge kurz erläutert und der Kenntnisstand zum behandelten Thema zusammengefasst.

Kapitel 3 stellt den methodischen Ansatz zur Effizienzbewertung vor. Ausgehend vom grundsätzlichen Ablauf der Effizienzbewertung im Kapitel 3.1 werden im Kapitel 3.2 die einzelnen Verfahrensschritte ausführlich beschrieben. Zunächst werden Inhalt und Vorgehensweise jedes Schrittes fachlich abgeleitet. Anschließend wird die Vorgehensweise jeden Schrittes für Effizienzkontrollen von Maßnahmen zur Etablierung von mesophilem Grünland in einem Methodenbaustein zusammengefasst. Desweiteren erfolgt (sofern möglich) an einer Beispielfläche in Sachsen-Anhalt eine Illustration der Methode. Alle Bausteine gemeinsam sind als Methodenleitfaden für Effizienzkontrollen nutzbar. Der Leitfaden befindet sich im Anhang.

Der im Kapitel 3 entwickelte maßnahmentypspezifische Ansatz wird im Kapitel 4 exemplarisch auf die Bewertung von Maßnahmen zur Etablierung von mesophilem Grünland in Sachsen-Anhalt angewendet. Dabei werden die im Kapitel 3 entwickelten Bewertungskriterien naturraumspezifisch untersetzt. Die Ausprägung der Kriterien wird im Gelände erfasst und die Effizienz der angewandten Umsetzungs- und Pflegevarianten dieses Maßnahmentyps bewertet. Die Einbeziehung weiterer Varianten erfolgt über die Auswertung von Fachliteratur. Basierend auf den Untersuchungsergebnissen und der Literaturauswertung werden Voraussetzungen für die Anwendung der unterschiedlichen Varianten sowie mögliche Gründe für Kostenunterschiede diskutiert. Den Abschluss bilden Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen für zukünftige Planungen.

Im Kapitel 5 werden die Erfahrungen aus der exemplarischen Anwendung des entwickelten methodischen Ansatzes diskutiert, Chancen und Risiken der Effizienzkontrolle von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege benannt sowie Schlussfolgerungen für zukünftige Effizienzkontrollen und Anwendungsschwerpunkte des Verfahrens gezogen.

Kapitel 6 bietet einen Ausblick auf thematisch verwandte Forschungsfelder und zeigt Forschungsbedarf auf.

2 Gegenstand der Arbeit

2.1 Grundlagen und Begriffe

Bei der Kontrolle von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege im Allgemeinen und Kompensationsmaßnahmen im Besonderen werden unterschiedliche Begriffe gebraucht. Da deren Anwendung in der Literatur nicht einheitlich erfolgt, wird zunächst ihre Verwendung für die vorliegende Arbeit definiert.

Ausgangspunkt für die Begriffsbildung sind die verschiedenen Kontrollarten von Kompensationsmaßnahmen, die unter dem Begriff **Nachkontrollen** subsummiert werden können. Nachkontrollen dienen der Kontrolle von fach- und sachgerechter Planung, Ausführung, Effektivität und Effizienz einer Maßnahme. Nachkontrollen lassen sich in verschiedene Kontrollarten differenzieren:

- Bei **Verfahrenskontrollen** werden die rechtlichen Aspekte des Planungs- und Genehmigungsverfahrens auf Gesetzeskonformität sowie die verwendeten Planungsmodelle und -methoden auf Problemadäquanz und Gültigkeit überprüft (WERNICK 1993).
- Im Rahmen von **Herstellungskontrollen**[2] wird im Zuge der Bauabnahme kontrolliert, ob die festgelegten Maßnahmen entsprechend den planerischen Vorgaben fachgerecht ausgeführt wurden (FGSV 2003).
- **Pflege- und Funktionskontrollen**[3] dienen der Prüfung, „…ob sich die Maßnahme so entwickelt hat, dass die angestrebte Funktion erreicht werden kann, bereits erreicht worden ist bzw. weiter besteht.“ (FGSV 2003, S. 16). Da Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen die angestrebten Ziele mindestens so lange erfüllen müssen, wie der Eingriff besteht (OVG Lüneburg, Urteil vom 14.09.2000 - 1 K 5414/98) sollten diese Kontrollen in festgelegten Intervallen so lange durchgeführt werden, wie der Eingriff besteht.
  Eine Sonderform der Pflege- und Funktionskontrollen sind die Wirkungskontrollen. Diese dienen vor allem der Überprüfung, ob die prognostizierten Eingriffs- und Kompensationswirkungen eingetreten sind und ob darüber hinaus weitere Wirkungen feststellbar sind. Wirkungskontrollen werden meist in umfangreichen Langzeitstudien, die die Anlage und Entwicklung der Kompensationsmaßnahmen begleiten, durchgeführt (TESCH 2003). Aufgrund des damit verbundenen hohen Aufwandes werden Wirkungskontrollen nur bei ausgewählten, i.d.R. neuartigen, Maßnahmen oder bei besonders umfangreichen Eingriffen angewandt.

[2] synonyme Bezeichnungen: Durchführungskontrollen, Umsetzungskontrollen

[3] synonyme Bezeichnungen: Zustandskontrollen, Zielerreichungskontrollen, Wirkungskontrollen

- Bei **Effizienzkontrollen**[4] wird, gemäß der Definition von WERNICK (1993) und WEISS (1996), das Verhältnis des monetär erfassbaren Kostenaufwandes und der erreichten Effektivität einer Maßnahme überprüft. Effektivität kennzeichnet dabei die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Zielerreichung im Hinblick auf ein bestimmtes Entwicklungsziel. D.h. es wird geprüft, ob und in wieweit das Entwicklungsziel erreicht wurde (LABASCH & OTTE 1999, MÖNNECKE & OTT 1999). Effizienz betrachtet das Verhältnis von monetärem Aufwand und erreichter Effektivität.

Das in dieser Arbeit entwickelte Verfahren zur Effizienzkontrolle wird exemplarisch an ausgewählten Maßnahmen zur Etablierung von mesophilem Grünland angewendet. Dabei werden in Abhängigkeit von den Standortbedingungen verschiedene Entwicklungsziele unterschieden. Diese Unterscheidung erfolgt auf der Ebene von Biotoptypen. Dabei werden Maßnahmen mit ähnlichen Zielstellungen (gleicher Zielbiotoptyp) zu Maßnahmenbündeln bzw. **Maßnahmentypen** zusammengefasst (z.B. Entwicklung von mesophilem Grünland mäßig feuchter Standorte) (z.B. FEICKERT & KÖPPEL 1993, JESSEL et al. 2001). Jeder Zielbiotoptyp kann mittels verschiedener Methoden erreicht werden. Jede dieser möglichen Methoden wird als Variante bezeichnet, wobei sich der Begriff auf Erstinstandsetzung (z.B. Einsaat mit verschiedenen Saatgutmischungen, Heumulchsaat) oder Pflege (z.B. Mahd oder Beweidung) beziehen kann (**Erstinstandsetzungsvariante, Pflegevariante**). Inhalt von Effizienzkontrollen ist der Vergleich dieser Varianten. Zunächst wird die Effektivität der unterschiedlichen Maßnahmenvarianten auf mehreren **Untersuchungsflächen** betrachtet. Anschließend werden die Kosten, die mit der Umsetzung der einzelnen Varianten verbunden sind, der erzielten Effektivität gegenübergestellt.

Die Kosten lassen sich nach dem Zeitpunkt ihrer Fälligkeit den Erstinstandsetzungsmaßnahmen, der Fertigstellungs- und Entwicklungspflege oder der Unterhaltungspflege zuordnen:

- **Erstinstandsetzungsmaßnahmen** dienen der Vorbereitung des Standortes und der Initialsetzung (z.B. Oberbodenabtrag, Aushagerungsmaßnahmen, Ansaat, Mahdgutaufbringung). Sie werden einmalig und zu Beginn der Maßnahmenumsetzung durchgeführt (KÖPPEL et al. 1998, KÖPPEL et al. 2004).
- Die **Fertigstellungspflege** „dient der Erreichung eines abnahmefähigen Zustandes der Maßnahme; sie endet mit der Abnahme der Maßnahme.“ (BMVBW 1999, S. 28).
- Die **Entwicklungspflege** dient in Anlehnung an FGSV (2003) der Erreichung des Entwicklungszieles und kann bis zur Erreichung des selbigen andauern. In der Praxis werden dafür i.d.R. drei Jahre angesetzt.
- **Unterhaltungspflege** dient der dauerhaften Sicherung des Entwicklungszieles (FGSV 2003). Sie kann unbegrenzt lange erforderlich sein (HASSMANN 2000, HASSMANN 2001).

[4]synonyme Bezeichnung: Aufwandskontrollen

2.2 Stand der Wissenschaft

Naturschutz und Landschaftspflege einerseits und Ökonomie andererseits besaßen lange kaum verbindende Elemente. Seit einigen Jahren werden Ansätze entwickelt, die sowohl Leistungen von als auch Schädigungen an Natur und Landschaft aus unterschiedlichen ökonomischen Perspektiven betrachten (HAMPICKE 1990, HAMPICKE 1991). Die meisten dieser Untersuchungen haben eine ökonomisch und ökologisch begründete Bewertung von Investitionsvorhaben[5] anhand der tatsächlichen Kosten zum Ziel (z.B. MEYERHOFF et al. 1995, BÖCKER & KOHLER 1997, ROMMEL 1997, EGGER & ROTH 1999, KÄCHELE 1999, KANTELHARDT & HOFFMANN 2001, BÖHM et al. 2002, HEIßENHUBER et al. 2002, MEYER-AURICH 2002, RÖDER et al. 2002). Von anderen Autoren wurden Bewertungsverfahren zur ökonomischen Bewertung von Biotopen entwickelt (z.B. MEYERHOFF 1997, SCHWEPPE-KRAFT 1998, FROMM & BRÜGGEMANN 1999).

Der Vergleich der Effizienz verschiedener Landschaftspflegeverfahren mit gleicher Zielstellung gelangte erst in jüngster Zeit in den Blickpunkt der Betrachtung. So beschäftigten sich z.B. SEGERT (2002), ANDERES et al. (2003) und MÜLLER (2003) mit der Effizienz unterschiedlicher Varianten zur Pflege von Offenlandschaften. Maßnahmen zur Neuentwicklung von Lebensräumen wurden dagegen selten vom ökonomischen Standpunkt aus betrachtet, weshalb Erkenntnisse über deren Effizienz kaum vorliegen.

In der Forschung zur Etablierung von Grünländern im Allgemeinen und der Anwendung alternativer Begrünungsverfahren im Besonderen besteht eine deutliche Fokussierung auf trockene, nasse oder nährstoffarme Böden und Sonderstandorte. Die meisten Untersuchungen zur Etablierung von artenreichen, mesophilen Grünländern wurden in Süd- bzw. Westdeutschland, der Schweiz, Großbritannien und den Niederlanden durchgeführt. Sie beschäftigen sich mit der Zusammensetzung von Ansaatmischungen, Sodenversetzungen und -schüttungen, Heumulchsaat, Heublumensaat, Heudrusch, Selbstberasung, Einsaat oder Pflanzung von Kennarten in bestehende Grünlandbestände und der Wirkung unterschiedlicher Pflegeregime (ORMEROD 2003).

Die für diese Arbeit interessanten Forschungsarbeiten zu artenreichen, mesophilen Grünländern lassen sich überwiegend folgenden Themenbereichen zuordnen:

1. Welches sind die Gründe und Folgen für nicht zielgerichtete oder verzögerte Entwicklungen artenreicher, mesopiler Grünländer?
2. Welche Methoden zu Entwicklung und Erhalt artenreicher, mesopiler Grünländer gibt es und wie wirken diese?
3. Gibt es gebietsspezifische Unterschiede von Arteigenschaften?
4. Welche Fernausbreitungsmechanismen von Arten gibt es und wie ist ihre Bedeutung für Renaturierungsprozesse?

Als generelle Ursache für verzögerte Entwicklungen wird oft das Fehlen von zielbiotoptypischen Arten in der Diasporenbank und der Umgebung der Flächen genannt (z.B.

[5] Unter Investitionsvorhabenen sind in diesem Zusammenhang nicht nur wirtschaftliche Investitionen (z.B. Baumaßnahmen), sondern auch solche in Natur und Landschaft (z.B. Emissionsminderungs- oder Artenschutzmaßnahmen) zu verstehen.

KÜHN 1997, BISCHOFF 2001, PYWELL et al. 2002). Aber auch die Verwendung gebietsfremder Herkünfte spielt eine Rolle, da sie zu funktionalen Fehlentwicklungen führen kann (z.B. KELLER & KOLLMANN 1998, MOLDER 1990, MOLDER & SKIRDE 1993).

Der zweite Themenbereich betrachtet den Einfluss verschiedener Erstinstandsetzungs- und Pflegeverfahren auf die Entwicklung einzelner Arten und ganzer Grünlandgesellschaften (z.B. BRIEMLE et al. 1987, BRIEMLE 1994, OTTO et al. 1997a, OTTO et al. 1997b, BRIEMLE 1998, VAN DER PUTTEN 2000, SCHREIBER 2001, PYWELL et al. 2003, PYWELL et al. 2004, LOISEAU et al. 2005) und fokussiert auf folgende Fragen:

- Einfluss von Arteigenschaften auf die Entwicklung begrünter Flächen,
- Einfluss des Kräuter- und Leguminosenanteils des Begrünungsmaterials auf die Entwicklung begrünter Flächen,
- Einfluss von Nutzungsart, -frequenz und -zeitpunkt auf die Grünlandentwicklung sowie auf Futterwert und Verwertbarkeit der Aufwüchse.

Bei diesen Untersuchungen werden meist nur wenige Varianten einander gegenübergestellt, wie z.B. Sodenversetzung und Sodenschüttung, verschiedene Saatgutzusammensetzungen oder verschiedene Schnitthäufigkeiten (z.B. ILIJANIK et al. 1985, SCHMIDT 1985, FIX & POSCHLOD 1993, BRIEMLE 1999, GOOD et al. 1999, SCHREIBER 2001, MOLDER 2002). Da diese Untersuchungen zudem in unterschiedlichen Naturräumen stattfanden, können sie nicht direkt miteinander verglichen werden. Die Ergebnisse liefern jedoch wertvolle Hinweise über Eignung und Anwendungsvoraussetzungen sowie für die Durchführung verschiedener Varianten.

Der dritte Themenbereich umfasst vor allem Arbeiten über Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften und der Etablierung, Ausbreitung sowie Persistenz einzelner Arten, dem Einfluss der Herkunft auf Arteigenschaften sowie der Entwicklung von Grünlandgesellschaften (z.B. KÜHN 1997, PRACH & PYSEK 1999, BISCHOFF 2000, OCHSMANN 2000, KNÖDLER & V. BOBERFELD 2002, SOONS & HEIL 2002, CAMPELL et al. 2003, SOONS & OZINGA 2005). Ausgehend von diesen Ergebnissen werden Schlussfolgerungen zur Abgrenzung von Herkunftsgebieten gezogen (z.B. HUFFORD & MAZER 2003, BISCHOFF & MUELLER-SCHAERER 2005).

Durch verschiedene Untersuchungen ist bekannt, dass Diasporenquellen eine wesentliche Bedeutung für die Entwicklung neu angelegter Grünländer haben. Daher beschäftigen sich Autoren zunehmend mit Ausbreitungsmechanismen von Grünlandarten (vgl. vierter Themenbereich). Der Schwerpunkt des Interesses liegt auf krautigen Arten, wobei insbesondere über Methoden der Ausbreitungsförderung sowie über Ausbreitungsmodelle geforscht wird (PORTNOY & WILLSON 1993, BERNHARDT et al. 1995, BULLOCK & CLARKE 2000, BISCHOFF 2001, COULSON et al. 2001, BULLOCK et al. 2003, HIGGINS et al. 2003, TACKENBERG et al. 2003a, TACKENBERG et al. 2003b, BISCHOFF 2005)

Insgesamt gibt es kaum breit angelegte Forschungsvorhaben, die durch die Einbeziehung von unterschiedlichen edaphischen Bedingungen Aussagen zur Herstellung artenreicher Wiesen auf vorher intensiv ackerbaulich genutzten Böden der Kulturlandschaft liefern (z.B. KRAUSE 1989, BOSSARD 1999, PYWELL et al. 2002, RECK et al. 1999).

3 Methodischer Ansatz zur Bewertung der Effizienz von Maßnahmen zur Etablierung von mesophilem Grünland

3.1 Überblick über das Verfahren

Grundsätzliche Ablaufschemata für Kontrollen von Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahmen finden sich bei BLAB et al. (1994) oder MAURER et al. (1997). In Anlehnung daran lassen sich auch Effizienzkontrollen in neun Schritte gliedern (Abb. 3-1).

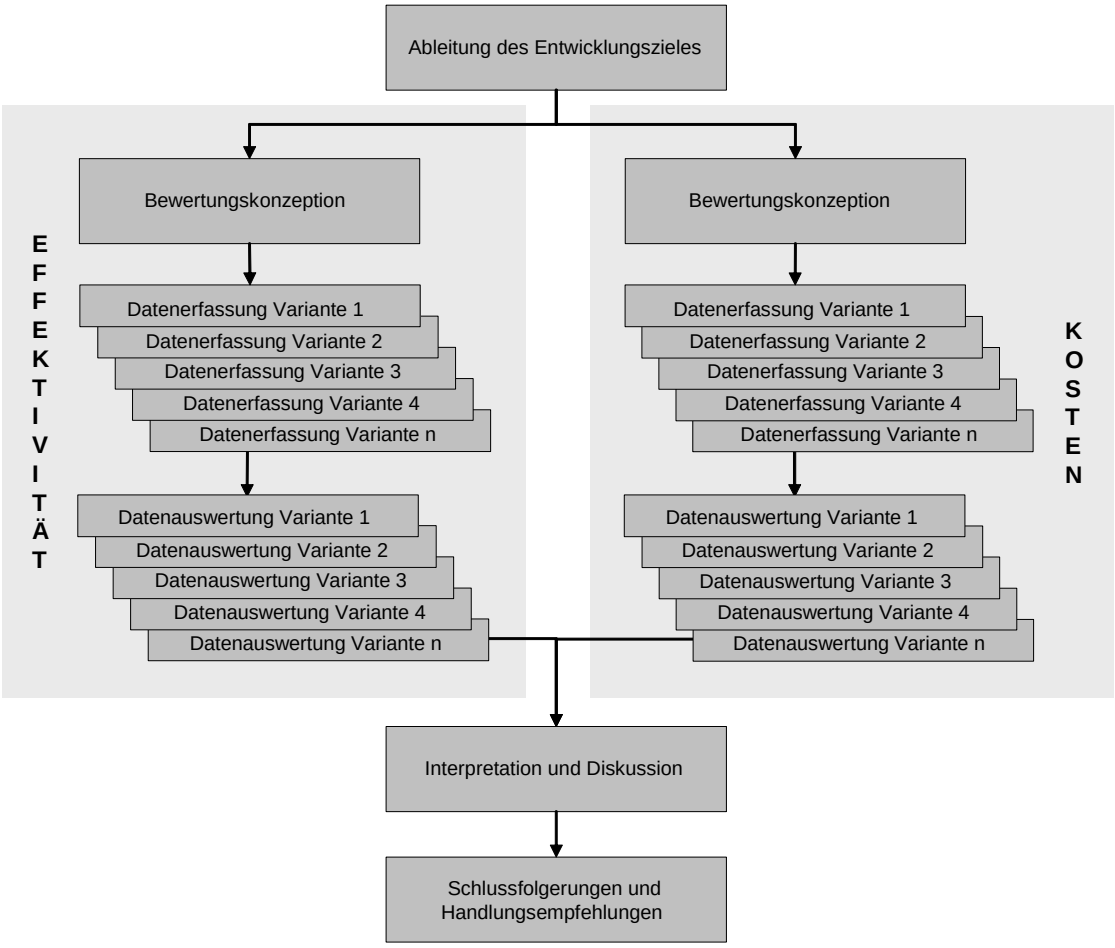


Abb. 3-1: Grundsätzlicher Ablauf von Effizienzkontrollen

Der Ablauf ist bei jeder Effizienzkontrolle gleich. Zielbiotoptyp-, naturraum- und altersabhängige Unterschiede kommen erst bei der konkreten Ausgestaltung der einzelnen Schritte zum Tragen. Während bei dem ersten und den letzten beiden Schritten keine Trennung nach Effektivitäts- und Kostenseite erfolgt, ist diese bei den anderen Schritten notwendig. Dies ist damit begründet, dass die Effizienz sowohl mittels naturwissenschaftlicher (Effektivität) als auch monetärer (Kosten) Kriterien bewertet wird. Daher liegen die Ergebnisse in unterschiedlichen, nicht verrechenbaren Einheiten vor.

Die Ableitung des Entwicklungszieles, als Maßstab für die Bewertung der Effizienz, steht am Anfang des Verfahrens. In Abhängigkeit von dem zu betrachtenden Maßnahmentyp und den Spezifika der entsprechenden Zielbiotoptypen wird das Bewertungssystem konzipiert. Es dient der hierarchischen Gliederung des Bewertungsproblems, wobei Zielkonflikte nach Möglichkeit vermieden werden sollten. Zudem werden nachvollziehbare Kriterien zur Effektivitätsbewertung der untersuchten Maßnahmen einerseits und zur Kostenermittlung andererseits definiert. Die für die Bewertung der Effektivität und Berechnung der Kosten notwendigen Daten der zu betrachtenden Maßnahmenvarianten werden anschließend ermittelt und Effektivität und Kosten der Varianten bestimmt. Die Ergebnisse werden unter Einbeziehung regionaler, nationaler und internationaler Literatur interpretiert und kritisch diskutiert. Abschließend werden Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen abgeleitet, die Hinweise für zukünftige Planungen liefern sollten.

3.2 Beschreibung der einzelnen Verfahrensschritte

Dieser Abschnitt enthält Ableitung und Begründung der methodischen Vorgehensweise der einzelnen Verfahrensschritte sowie den Verfahrensschritten zugeordnete Methodenbausteine. Die Methodenbausteine stellen in komprimierter Form die im jeweiligen Verfahrensschritt durchzuführenden Arbeitsschritte inklusive zu verwendender Berechnungsvorschriften dar. Sie sind in Form eines Methodenleitfadens für Effizienzkontrollen von Maßnahmen zur Etablierung mesophiler Grünländer nutzbar. Der Leitfaden befindet sich im Anhang.

3.2.1 Ableitung der Entwicklungsziele

Effizienzkontrollen sollen entwicklungszielspezifische Erkenntnisse über den Zielerreichungsgrad verschiedener Varianten und die dafür eingesetzten finanziellen Mittel liefern. Das in den Planungsunterlagen festgesetzte Entwicklungsziel bildet daher den Bezugspunkt für die Effizienzkontrolle (AUHAGEN et al. 2002, KÖPPEL et al. 2004). Um standortbedingte Unterschiede bei der Varianteneignung aufdecken zu können, muss das Entwicklungsziel hinreichend detailliert formuliert sein (z.B. LANA 1996, AUHAGEN et al. 2002, KÖPPEL et al. 2004). „Zielzustände und ggf. zeitlich definierte Zwischenziele[6] der Entwicklung der Kompensationsmaßnahmen...“ sind kontrollfähig zu fixieren. Die Zielaussagen sollten dabei „…Umweltqualitätszielen entsprechen und - soweit quantifizierbar - durch Umweltqualitätsstandards präzisiert sein.“ (LANA 1996, S. 132). Die Entwicklungsziele sind auf der untersten Gliederungsebene der Biotoptypenliste anzugeben (Untertyp). Für die Bezeichnung der Untertypen sind die Listen der Länder oder die Biotoptypenliste des Bundes (RIECKEN et al. 2003) maßgebend.

[6] Aufgrund unzureichender Kenntnisse zu Entwicklungsstadien bei der Renaturierung oder Neuschaffung von Biotopen ist es meist nicht möglich, Zwischenziele der Entwicklung zu formulieren. Sofern jedoch bekannt ist, dass Stadien durchlaufen werden, die als eigenständige Untertypen aufzufassen sind, sind die Entwicklungsziele so zu fassen, dass sie diese Stadien einbeziehen (z.B. Silbergraspionierflur als Sukzessionsstadium eines Sand-Magerrasens).

In der Praxis entsprechen Entwicklungsziele nicht immer diesen Anforderungen. So sind Formulierungen, wie „Etablierung von Extensivwiesen“ unzureichend, da sie lediglich auf Biotoptypengruppen zielen und damit zu großen Interpretationsspielraum bei der Bewertung der Zielerreichung bieten. Derart unscharfe Ziele müssen nachträglich konkretisiert werden (TISCHEW et al. 2004a). Diese Angaben sind in Anlehnung an MAAS & PFADENHAUER (1994) unter Beachtung des Standortpotenzials zu präzisieren. Erfolgskontrollen von Kompensationsmaßnahmen zeigten, dass das Standortpotenzial der Kompensationsflächen bei der Planung nicht immer ermittelt oder nicht ausreichend berücksichtigt wird (SCHMIDT et al. 2004a) und somit unerreichbare Ziele formuliert wurden (z.B. Etablierung eines Kalk-Magerrasens auf einem nährstoffreichen, tiefgründigen Standort). Daher ist neben der Konkretisierung unpräziser Zielformulierungen auch die Überprüfung und gegebenenfalls die Anpassung ausreichend detaillierter Zielaussagen hinsichtlich ihrer standörtlichen Realisierbarkeit notwendig.

Die Präzisierung, Überprüfung und Anpassung der Entwicklungsziele erfolgt anhand eines Abgleichs der Nutzungs- und Standortunterschiede von Biotopuntertypen einer Biotoptypengruppe mit den Nutzungs- und Standortbedingungen der Untersuchungsfläche. Die Nutzungs- und Standortunterschiede von Biotoptypen lassen sich in Ökogrammen visualisieren. In der Literatur sind Ökogramme für verschiedene Biotoptypengruppen verfügbar (z.B. ELLENBERG 1996). Diese zielen jedoch auf Pflanzengesellschaften und nicht auf Biotopuntertypen ab, so dass zunächst eine Verbindung zwischen den Pflanzengesellschaften und den dazugehörigen Biotopuntertypen hergestellt werden muss. Die Pflanzengesellschaften in den Ökogrammen sind mit den entsprechenden Biotopuntertypen zu überlagern.

Die Standortbedingungen der Untersuchungsflächen sind mittels einfach zu erhebender Parameter im Gelände und aus allgemein verfügbaren Kartenwerken zu ermitteln. Die Einteilung in Flachland- und Berggrünländer resultiert aus der Höhenstufe; Nährstoffhaushalt und Azidität sind für die Unterscheidung nach mehr oder weniger produktiven Grünländern basenreicher bzw. -armer Standorte entscheidend. Anhand von Wasserhaushalt, physiologischer Gründigkeit und Morphologie lassen sich die Grünländer nach der Bodenfeuchte differenzieren. In Abhängigkeit von den Parameterausprägungen kann mit Hilfe der Ökogramme der Zielbiotoptyp ermittelt werden.

Baustein 1: Ableitung des Entwicklungsziels

Das Entwicklungsziel ist auf der untersten Gliederungsebene der Biotoptypenliste des jeweiligen Landes oder der Biotoptypenliste des Bundes (RIECKEN et al. 2003) anzugeben (Untertyp, wie z.B. Grünland trockener, kalkreicher Standorte nach DRACHENFELS 2004). Unpräzise Zielformulierungen sind zu konkretisieren. Vorhandene, ausreichend konkrete Entwicklungsziele sind hinsichtlich ihrer standörtlichen Realisierbarkeit zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Die Präzisierung, Überprüfung und Anpassung der Entwicklungsziele erfolgt anhand eines Abgleichs der Nutzungs- und Standortunterschiede von Biotopuntertypen einer Biotoptypengruppe mit den Nutzungs- und Standortbedingungen der Untersuchungsfläche. Der Zusammenhang zwischen Standortbedingungen und Biotopuntertypen kann Ökogrammen entnommen werden (z.B. aus ELLENBERG 1996). Da diese jedoch Pflanzengesellschaften und nicht Biotopuntertypen enthalten, sind die Pflanzengesellschaften in den Ökogrammen den dazugehörigen Biotopuntertypen zuzuordnen.

Die geplante Nutzung der Untersuchungsfläche ist aus den Planungsunterlagen abzulesen (z.B. Mahd oder Beweidung). Die Standortbedingungen der Untersuchungsflächen sind mittels einfach zu erhebender Parameter im Gelände und aus allgemein verfügbaren Kartenwerken zu ermitteln. Die Standortparameter Höhenstufe, Nährstoffhaushalt, Azidität, Wasserhaushalt, Durchwurzelbarkeit und Morphologie sind für die Ableitung der Zielbiotoptypen heranzuziehen.

3.2.2 Bewertungskonzeption

Bewertungskonzeption Effektivität

Die Effektivitätsbewertung soll die Eignung verschiedener Maßnahmenvarianten zur Erreichung eines bestimmten Entwicklungszieles quantifizieren. Da sowohl alte Maßnahmen (Entwicklungsziel zum Untersuchungszeitpunkt bereits erreichbar) als auch junge Maßnahmen (Entwicklungsziel zum Untersuchungszeitpunkt noch nicht erreichbar) bewertet werden sollen, muss das Bewertungssystem die Maßnahmen nach ihrem Alter differenziert betrachten. Die Trennung zwischen jungen und alten Maßnahmen ist maßnahmentypspezifisch auf Grundlage einschlägiger Fachliteratur vorzunehmen (z.B. BRIEMLE 1991 bei Grünländern). Ausschlaggebend ist der frühestmögliche Zeitpunkt, zu dem das Entwicklungsziel erreicht sein kann. Im Falle von mesophilen Grünländern kann das Entwicklungsziel ab einer Entwicklungsdauer von 15 Jahren erreicht sein (BRIEMLE 1991). Maßnahmen, die vor weniger als 15 Jahren umgesetzt wurden, werden daher als jung bezeichnet.

Das Bewertungskonzept baut ausschließlich auf floristischen und strukturellen Kriterien auf. Gemäß MAAS & PFADENHAUER (1994) ist die Vegetation „integrierendes Instrument für alle an einem Standort herrschenden abiotischen und biotischen Faktoren“. Sie ist somit sowohl als Voraussetzung (Strukturrequisiten und Nahrungsangebot für Fauna) als auch als Indikator (edaphische Bedingungen) anderer Biotopmerkmale anzusehen. Auf arbeits- und kostenintensive Erfasssungen faunistischer und standortkundlicher Kriterien kann, sofern in der Planung nicht ausdrücklich entsprechende Ziele festgeschrieben wurden, im Kontext von Effizienzkontrollen verzichtet werden.

Bei Untersuchungsflächen, auf denen das Entwicklungsziel bereits erreicht sein kann (alte Maßnahmen), bildet die aktuelle Biotopausprägung den alleinigen Bewertungsmaßstab. Die Effektivität einer Variante ist am höchsten, wenn die Untersuchungsfläche floristisch und strukturell dem Zielbiotoptyp entspricht und keine Beeinträchtigungen festzustellen sind. Für Flächen, auf denen das Entwicklungsziel altersbedingt noch nicht

vollständig erreicht sein kann (junge Maßnahmen), müssen zusätzlich entwicklungsbegünstigende und -hemmende Faktoren berücksichtigt werden

Ob die floristische Ausstattung der Untersuchungsflächen zielbiotoptypisch ist, wird anhand der Anwesenheit zielbiotoptypischer Kennarten ermittelt. Unter Kennarten werden sinngemäß zu der Definition von ALTMOOS (1997) „Arten, die durch ihr Vorkommen und ihre Abundanz bestimmte, begrenzte und möglichst genau zu beschreibende Zustände, Qualitäten oder Entwicklungen in der Landschaft oder einzelnen Lebensräumen anzeigen“ verstanden. Nach z.B. BRIEMLE (2000) ist das Arteninventar eines Grünlandbestandes das Spiegelbild des Zusammenspiels von Bewirtschaftung und Standort. Während die Artenzusammensetzung bei gleichbleibender Bewirtschaftung konstant bleibt, ändert sich die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Arten in Abhängigkeit vom jährlichen Witterungsverlauf. Somit kann die Bewertung von Grünland prinzipiell anhand des Vorkommens von Arten erfolgen. Die Menge und Verteilung der Arten darf jedoch nicht völlig unbeachtet bleiben, da diese in verschiedenen Biotoptypen unterschiedlich sind und somit Auskunft über die Ähnlichkeit von Untersuchungsfläche und Zielbiotoptyp geben können.

Für die biotoptypische strukturelle Ausstattung ist der Übereinstimmungsgrad des neu etablierten Biotops mit der typischen Struktur des Zielbiotoptyps ausschlaggebend. Dabei werden alle zielbiotoprelevanten Merkmale gemeinsam betrachtet, da die getrennte Bewertung von Strukturmerkmalen die Gefahr von Doppelbewertungen birgt (z.B. Gras-Kraut-Verhältnis und Blütenreichtum). Der Übereinstimmungsgrad zwischen Leitbild und Untersuchungsfläche ist, ähnlich den Bewertungen der Erhaltungszustände von FFH-Lebensraumtypen[7], anhand einer dreistufigen Skala einzustufen (z.B. LANA 2001, HÜBNER et al. 2004, DRACHENFELS et al. 2005).

Beeinträchtigungen äußern sich im Fortbestand bzw. der Einwanderung von Degenerationszeigern, Problemarten sowie einer dichten Streuschicht und hohen Streuauflage. Unter Degenerationszeigern werden Arten verstanden, die unabhängig von ihrer Dominanz auf einen „vom Entwicklungsziel abweichenden Entwicklungsverlauf“ (GFL 2000, S. 2) hinweisen. Nichtinvasive Arten, wie z.B. ein- bis zweijährige Ackerwildkäuter, werden nicht als Degenerationszeiger gewertet. Diese können in den ersten Jahren einer Biotopetablierung zwar häufig auftreten, etablieren sich jedoch meist nicht dauerhaft. Vielmehr gehen sie in den Folgejahren stark zurück oder verschwinden ganz. Degenerationszeiger auf mesophilen Grünländern sind Gehölze, Neophyten, Weideunkräuter sowie konkurrenzstarke Ackerwildkräuter und Brachearten.

Problemarten bezeichnen „Pflanzenarten, die auf Grund besonderer Fortpflanzungsstrategien eine hohe Konkurrenzkraft aufweisen, so dass sie die geplante Bestandsentwicklung behindern bzw. ein Erreichen des Entwicklungszieles unmöglich machen können.“ (GFL 2000, S. 2). Diese Arten sind bei Dominanz schwierig zurückzudrängen, gefährden bei geringen Deckungsgraden die Erreichung des Entwicklungszieles jedoch nicht. Daher werden sie auf mesophilen Grünländern nicht prinzipiell, sondern ab einem De-

[7] FFH-Richtlinie: Richtlinie des Rates zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (92/43/EWG)

ckungsgrad von 20 % negativ gewertet. Zu den grünlandspezifischen Problemarten zählen Intensivgrünlandarten (z.B. *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense*) und gebietsfremde Arten, Herkünfte bzw. Zuchtsorten aus RSM (z.B. *Sanguisorba muricata*, *Festuca rubra agg.*) . Letztere können aufgrund ihrer abweichenden morphologischen, phänologischen und physiologischen Merkmale zu funktionalen Fehlentwicklungen führen. Die Fehlentwicklungen äußern sich bspw. in Massenwüchsigkeit, ausgeprägt zyklischen Entwicklungsverläufen oder mangelhaften Persistenzen und Resistenzen (MOLDER 2000, MOLDER 2002).

Deckung und Mächtigkeit der Streuschicht beeinflussen die Vermehrung lichtbedürftiger sowie niedrigwüchsiger Pflanzenarten und/oder annueller sowie bienner Arten entscheidend. Bei dichter Streuschichtdeckung fehlen Etablierungsnischen für diese Arten. Kleinwüchsige Arten werden zudem durch dichte und dicke Streuauflagen unterdrückt. Prozentangaben zur Streuschichtdeckung gut ausgebildeter Grünländer (im Sinne eines Leitbildes) sind nicht verfügbar. Es herrscht jedoch Einigkeit, dass die Streuschicht mesophiler Grünländer möglichst gering sein soll (SCHREIBER 2001). Die Untersuchungsflächen werden daher umso besser bewertet, je geringer die Streuschicht ist.

Bei jungen Maßnahmen ist zusätzlich zu den Kriterien Artenausstattung, Biotopstruktur und Beeinträchtigungen das Entwicklungspotenzial in die Effektivitätsbewertung einzubeziehen. Da die Bewertung Auskunft über die Effektivität verschiedener Varianten geben soll, sind für die Beurteilung des Entwicklungspotenzials ausschließlich Kriterien heranzuziehen, die durch die Variante selbst beeinflussbar sind. Externe Einflüsse, wie die Artenausstattung der Umgebung, sind in diesem Fall außer Acht zu lassen. Das Entwicklungspotenzial ist umso höher, je besser die Möglichkeiten für die Einwanderung und Ausbreitung zielbiotoptypischer Arten sind. Die ausschlaggebenden Kriterien für Grünländer sind Vorkommen entwicklungshemmender Arten (Problemarten) und Deckung der Streuschicht. Beide sind für die Ausbreitung vorhandener und die Einwanderung weiterer typischer Arten des Zielbiotoptyps von großer Bedeutung.

Die Bewertungskriterien müssen in Anlehnung an WEY (1994) ziel- und naturraumadäquat untersetzt werden. Dementsprechend ist großer Wert auf die:

- Zusammenstellung von Kennarten, Degenerationszeigern und Problemarten,
- Beschreibung der strukturellen Kriterien und
- Ableitung entwicklungshemmender Arten und Strukturen zu legen.

Diese muss auf lokaler Fachliteratur (Arten, ggf. Streuschicht) und Referenzflächen (Struktur) basieren. Sofern vorhanden sind dabei lokale Übersichtswerke heranzuziehen.

Für die Zusammenstellung der Kennarten für Grünländer in Sachsen-Anhalt bietet sich die Nutzung des Prodromus der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts (SCHUBERT 2001) an. Diese Übersicht wurde auf der Basis von über 25.000 in Sachsen-Anhalt verteilten Vegetationsaufnahmen erstellt und kann damit als repräsentativ für dieses Bundesland gelten. Da die gesellschaftsspezifischen Stetigkeitslisten nicht nur Kennarten, sondern auch Degenerationszeiger, Problemarten und Arten mit schwacher oder anderer Gesellschafts- bzw. Biotopbindung enthalten, ist das Studium weiterer lokaler Literatur zur Identifikation der Kennarten unumgänglich.

Baustein 2a: Bewertungskonzeption Effektivität

Bei der Bewertung ist zwischen alten Maßnahmen (Entwicklungsziel zum Untersuchungszeitpunkt erreichbar) und jungen Maßnahmen (Entwicklungsziel zum Untersuchungszeitpunkt noch nicht erreichbar) zu differenzieren. Die Trennung zwischen jungen und alten Maßnahmen ist maßnahmentypspezifisch auf Grundlage einschlägiger Fachliteratur vorzunehmen (bei mesophilen Grünländern z.B. nach BRIEMLE (1991)). Ausschlaggebend ist der frühestmögliche Zeitpunkt, zu dem das Entwicklungsziel erreicht sein kann. Maßnahmen zur Etablierung von mesophilen Grünländern, die vor weniger als 15 Jahren umgesetzt wurden, werden als jung bezeichnet. Maßnahmen, deren Umsetzung mehr als 15 Jahre zurückliegt gelten als alte Maßnahmen.

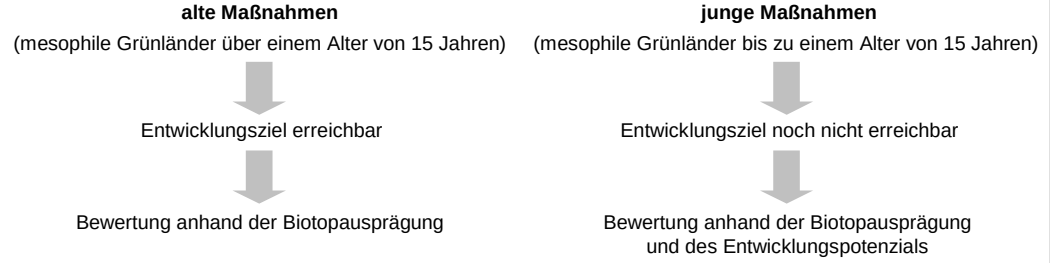


Abb. 3-2: Vorgehensweise bei der Bewertung von Maßnahmen zur Etablierung von mesophilen Grünländer in Anhängigkeit von ihrem Alter

Bei alten Maßnahmen ist die aktuelle Biotopausprägung alleiniger Bewertungsmaßstab. Die Effektivität einer Variante ist am höchsten, wenn die Untersuchungsfläche floristisch und strukturell dem Zielbiotoptyp entspricht und keine Beeinträchtigungen festzustellen sind. Bei jungen Maßnahmen ist neben der Biotopausprägung das Entwicklungspotenzial, zu berücksichtigen (vgl. Abb. 3-3).

alte Maßnahmen (mesophile Grünländer über einem Alter von 15 Jahren)	**junge Maßnahmen** (mesophile Grünländer bis zu einem Alter von 15 Jahren)
Biotopausprägung (B)	**Biotopausprägung (B)**
• floristische Ausstattung (B_{FLO})	• floristische Ausstattung (B_{FLO})
- Kennarten (B_{KA})	- Kennarten (B_{KA})
• strukturelle Ausstattung (B_{STR})	• strukturelle Ausstattung (B_{STR})
- Biotopstruktur (B_{BS})	- Biotopstruktur (B_{BS})
• Beeinträchtigungen (B_{BEE})	• Beeinträchtigungen (B_{BEE})
- Degenerationszeiger (B_{DZ})	- Degenerationszeiger (B_{DZ})
- Problemarten (B_{PA})	- Problemarten (B_{PA})
- Streudeckung (B_{SD})	- Streudeckung (B_{SD})
	Entwicklungspotenzial (P)
	• entwicklungshemmende Arten (P_{EHA})
	- Problemarten (P_{PA})
	• entwicklungshemmende Streuschicht (P_{EHS})
	- Streudeckung (P_{SD})

Abb. 3-3: Konzeption für die Bewertung der Effektivität

Bewertungskonzeption Kosten

Die Gesamtkosten einer Variante sollen (unter Berücksichtigung der zu erreichenden Effektivität) so gering wie möglich sein. Voraussetzung für einen Kostenvergleich verschiedener Maßnahmenvarianten ist eine einheitliche Bezugsbasis und die Unabhängigkeit von auftragnehmerspezifischen kostenbeeinflussenden Faktoren. Die tatsächlich anfallenden Kosten genügen diesem Anspruch nicht, da sie in Abhängigkeit von Ausschreibungsjahr und Auftragnehmer differieren können. Die Nutzung von Kostendateien zu Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege ist eine sinnvolle Alternative, da diese auf einheitlichen Stundensätzen für landschaftspflegerische Arbeiten basieren.

Um Präferenzen der Vorhabensträger bei der zeitlichen Kostenverteilung berücksichtigen und einzelfallabhängige Einspaarpotenziale identifizieren zu können (z.B. Minimierung der Entwicklungskosten zu Lasten der Erstinstandsetzungskosten), werden die Gesamtkosten nach dem Fälligkeitszeitpunkt unterteilt sowie nach Material- und Arbeitskosten aufgeschlüsselt.

Die Gesamtkosten werden in Entwicklungs-, Unterhaltungs- und Zusatzkosten unterteilt (gemäß DIN 18916 bis DIN 18919):

- **Entwicklungskosten** beziehen sich auf den Zeitraum von der Erstinstandsetzung bis zum Ende der Entwicklungspflege, da zu diesem Zeitpunkt gemäß DIN 18919 von der Herstellung eines funktionsfähigen Zustandes ausgegangen werden kann. Sie setzen sich aus Material- und Arbeitskosten zusammen, wobei die Materialkosten Ausgaben für Pflanz- und Saatgut umfassen. Die Arbeitskosten beinhalten die Arbeiten zur Erstinstandsetzung, Fertigstellung und Entwicklung der Maßnahme.

  Zu den Erstinstandsetzungsmaßnahmen zählen i.d.R. Flächenvorbereitung und Ansaat bzw. Pflanzung. Bei der Flächenvorbereitung können unterschiedliche Arbeitsgänge notwendig sein (Mahd vorjähriger Arten, Umbruch der Fläche, Absammeln von Unrat, Saatbettbereitung mittels Grubbern und Eggen). In der Regel ist jedoch nur die Saatbettbereitung notwendig. Die bei der Fertigstellungs- und Entwicklungspflege anfallenden Kosten betreffen ein- bis mehrmalige Pflegegänge.
- **Unterhaltungskosten** bezeichnen die Kosten für die Unterhaltungspflege. Diese schließt sich an die Entwicklungspflege an. Die Mehrzahl der Kompensationsflächen wird zu diesem Zeitpunkt in das allgemeine Grundvermögen abgegeben. Die Pflege wird immer noch vom Vorhabensträger finanziert (Pauschale), obliegt aber einer anderen Institution (in Sachsen-Anhalt: Bundesforstverwaltung), welche auch die Gelder verwaltet. Die Unterhaltungskosten werden für fünf Jahre berechnet, da bei Grünländern nach diesem Zeitraum Anpassungen im Pflegregime notwendig werden können.
- **Zusatzkosten** umfassen zusätzliche Maßnahmen, die aufgrund von verzögerten oder nicht zielkonformen Entwicklungen zur Erreichung des Entwicklungszieles erforderlich sind. Da nachbessernde Maßnahmen i.d.R. nicht sofort greifen werden sie auf fünf Jahre bezogen. Die Zusatzkosten sind, den Entwicklungskosten vergleichbar, in Material- und Arbeitskosten zu gliedern.

Baustein 2b: Bewertungskonzeption Kosten

Ziel sind möglichst geringe Gesamtkosten einer Variante bei hoher Effektivität. Um Präferenzen der Vorhabensträger bei der zeitlichen Kostenverteilung berücksichtigen und einzelfallabhängige Einspaarpotenziale identifizieren zu können (z.B. Minimierung der Entwicklungskosten zu Lasten der Erstinstandsetzungskosten), werden die Gesamtkosten nach ihrem Fälligkeitszeitpunkt unterteilt sowie nach Material- und Arbeitskosten aufgeschlüsselt.

Die Gesamtkosten lassen sich in Entwicklungs-, Unterhaltungs- und Zusatzkosten unterteilen (gemäß DIN 18916 bis DIN 18919). Die Entwicklungskosten beziehen sich auf den Zeitraum von der Erstinstandsetzung bis zum Ende der Entwicklungspflege. Die Kosten für die Unterhaltungspflege der Maßnahme (Unterhaltungskosten) werden für fünf Jahre berechnet. Die Zusatzkosten umfassen Kosten für zusätzliche Maßnahmen, die aufgrund von verzögerten oder nicht zielkonformen Entwicklungen zur Erreichung des Entwicklungszieles erforderlich sind (Abb. 3-4). Sie werden ebenfalls für einen Zeitraum von fünf Jahren berechnet.

junge und alte Maßnahmen

Gesamtkosten (K)

- Entwicklungskosten ($K_{ENT, GES}$)
  - Materialkosten für Saat- oder Pflanzgut ($K_{ENT, MAT}$)
  - Arbeitskosten ($K_{ENT, ARB}$)
    - Kosten für Erstinstandsetzung (K_{ENT, ARB_ERST})
    - Kosten für Fertigstellung (K_{ENT, ARB_FERT})
    - Kosten für Entwicklung (K_{ENT, ARB_ENTW})
- Unterhaltungskosten ($K_{UNT, GES}$)
  - Arbeitskosten ($K_{UNT, ARB}$)
- Zusatzkosten ($K_{ZUS, GES}$)
  - Materialkosten für Saat- oder Pflanzgut der Nachbesserungsmaßnahmen ($K_{ZUS, MAT}$)
  - Arbeitskosten für Umsetzung der Nachbesserungsmaßnahmen ($K_{ZUS, ARB}$)

Abb. 3-4: Konzeption für die Bewertung der Kosten

3.2.3 Datenerfassung

Zeitpunkt

Effizienzkontrollen alter Maßnahmen können jederzeit durchgeführt werden. Junge Maßnahmen sollten jedoch nicht vor Ablauf der Entwicklungspflege kontrolliert werden, da erst nach ihrem Ablauf gemäß DIN 18919 von der Herstellung eines funktionsfähigen Zustandes ausgegangen werden kann. Die Entwicklungspflege dauert bei mesophilen Grünländern i.d.R. drei Jahre, der früheste Kontrollzeitpunkt liegt somit drei Jahre nach der Abnahme der Herstellung.

Der jahreszeitliche Aufnahmezeitpunkt ist entwicklungszielspezifisch so festzulegen, dass Artenzusammensetzung und Biotopstrukturen sicher erkannt werden können. Der beste Aufnahmezeitpunkt für mesophile Grünländer ist zwischen Ende Mai und Mitte Juni vor der ersten Nutzung. Zu diesem Zeitpunkt sind die meisten Arten sicher bestimmbar und Strukturparameter gut erkennbar.

Baustein 3a: Zeitpunkt für die Datenerfassungen

Effizienzkontrollen alter Maßnahmen können jederzeit durchgeführt werden. Junge Maßnahmen sind nicht vor Ablauf der Entwicklungspflege zu kontrollieren (bei mesophilen Grünländern i.d.R. drei Jahre nach der Umsetzung). Aus praktischen Gründen sind die Kontrollen an die Abnahmezeitpunkte der vegetationstechnischen Maßnahmen zu koppeln. Die Geländeerfassungen sind zwischen Ende Mai und Mitte Juni vor der ersten Nutzung durchzuführen.

Datenerfassung Effektivität

Die Datenerfassung sollte mit möglichst geringem zeitlichem und personellem Aufwand durchführbar sein und bearbeiterunabhängige Ergebnisse liefern. Artenlisten ohne Häufigkeitsangaben erfüllen zwar diese Ansprüche, liefern jedoch nur presence/absence Daten. Neben der Kenntnis über das bloße Vorkommen von Arten ist jedoch auch deren Menge und Verteilung auf der Untersuchungsfläche von Bedeutung. Zum Beispiel ist ein Degenerationszeiger als weniger negativ anzusehen, wenn er nicht häufig oder gleichmäßig vorkommt, sondern selten oder geklumpt auftritt. Umgekehrt deutet eine gleichmäßig verteilte Kennart auf eine größere Ähnlichkeit mit der Zielgesellschaft hin als eine nur sporadisch oder lokal auftretende Kennart.

Ein geeigneter Parameter zur Ermittlung von Menge und Verteilung der Arten ist die Frequenz. Diese ist als die Wahrscheinlichkeit definiert, eine Art in einer Beprobungseinheit vorzufinden (TEMP 2005). Die Frequenz kann mittels verschiedener Methoden erfasst werden. Für die konkrete Problemstellung empfiehlt sich die Importance-Score-Methode nach MORRISON et al. (1995). Sie bietet vier Vorteile:

1. Bei geringem Zeit- und Personalaufwand können vergleichsweise große Flächen aufgenommen werden.
2. Bearbeiterbedingte Einflüsse können weitgehend ausgeschlossen werden, da nur presence/absence Daten gewonnen werden.
3. Die Methode ist von jahreszeitlichen Deckungsgradschwankungen unabhängig.
4. Die Nachteile herkömmlicher Frequenzermittlung (z.B. Abhängigkeit von der Teilflächengröße) sind abschwächt.

Bei der Importance-Score-Methode bilden verschieden große, symmetrisch ineinander verschachtelte, quadratische Teilflächen (nested plots) eine Aufnahmefläche (Abb. 3-5). Die Teilflächen werden nach ihrer Größe gewichtet. Der Frequenzbestimmung liegt die Annahme zugrunde, dass eine Art, die auf der kleinsten Teilfläche (Innenfläche) auftritt, auch auf allen größeren Teilflächen zu finden ist. Dementsprechend erhält die auf der

kleinsten Teilfläche gefundene Art den höchsten Frequenzwert. Arten die nur auf der größten Teilfläche (Außenfläche) auftreten, wird der niedrigste Frequenzwert zugeordnet (TRAXLER 1997). Die Größenzunahme der Teilflächen kann in Anlehnung an MORRISON et al. (1995) geometrisch oder semi-geometrisch[8] erfolgen. Aufgrund einfacherer Handhabbarkeit wurde die semi-geometrische Einteilung gewählt (Kantenlänge der Quadrate: 1 m, 2 m, 5 m, 10 m, 20 m, 50 m, 100 m).

Da die Untersuchungsfläche nicht fest vermarkt wird, ist der Nachteil der Methode eine eingeschränkte Reproduzierbarkeit. Diese resultiert aus der entscheidenden Bedeutung der Lage der kleinsten Teilfläche. Von TRAXLER (1997) wird zur Vermeidung zeitlicher Autokorrelationen eine feste Vermarkung der Untersuchungsflächen jedoch nicht empfohlen. Dies zeigt, dass dieser Nachteil geringer als die Gefahr zeitlicher Autokorrelationen bei Wiederholungsaufnahmen eingeschätzt wird und vernachlässigt werden kann.

Um Vergleiche zwischen unterschiedlichen Untersuchungsflächen zu ermöglichen, sollten alle Aufnahmeflächen gleich groß sein. Die Aufnahmen bei mesophilen Grünländern sollten wegen der Großflächigkeit dieser Biotope bis zur 100 m x 100 m Teilfläche erfolgen. Sollte es nicht möglich sein, eine 100 m x 100 m große Aufnahmefläche in eine Untersuchungsfläche zu legen, sind die Kantenlängen so zu wählen, dass die Gesamtfläche von 1 ha trotzdem erreicht wird. Die Auswahl der Aufnahmeflächen erfolgt nach dem Zufallsprinzip. Liegen mehrere Aufnahmeflächen auf einer Untersuchungsfläche dürfen sie sich jedoch nicht überlappen.

Die Mindestanzahl der Aufnahmeflächen pro Untersuchungsfläche hängt von der Größe der Untersuchungsfläche ab. Pro Untersuchungsfläche sind so viele Aufnahmeflächen anzulegen, dass mindestens ein Drittel der Fläche erfasst wird. Dadurch können die Ergebnisse, ohne aufwändige Berechnungen zur Mindeststichprobengröße, auf die gesamte Untersuchungsfläche übertragen werden (TRAXLER 1997).

Zusätzlich zur Frequenzermittlung mittels der Importance-Score-Methode wird zur Identifikation dominanter Arten und der Bestimmung der Schichtdeckungen (z.B. Streuschicht) auf der 5 m x 5 m großen Teilfläche eine vollständige Vegetationsaufnahme durchgeführt. Die Nomenklatur der Arten in dieser Arbeit folgt ROTHMALER (2002).

Sollen die Ergebnisse der Effektivitätsbewertung von einer ausführlichen Flächencharakterisierung und Ursachenanalyse flankiert werden, sind Kenntnisse zur kompletten Artenausstattung der Untersuchungsflächen sowie zum Vorkommen von Kennarten, Degenerationszeigern und Problemarten in der Umgebung der Untersuchungsflächen von großer Bedeutung. In diesem Fall sind die Frequenzen aller auf der Aufnahmefläche und die Deckungsgrade aller auf der 5 m x 5 m großen Teilfläche vorkommenden

[8] Eine Zahlenfolge heißt geometrisch, wenn der Quotient zweier aufeinander folgender Glieder der Zahlenfolge stets dieselbe Zahl ergibt und der Anfangswert der Zahlenfolge feststeht (z.B. 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64). Bei einer semi-geometrischen Zahlenfolge weist der Quotient geringfügige Schwankungen auf. Diese Schwankungen entstehen durch geringfügige Änderungen einzelner Glieder einer geometrischen Zahlenfolge. Solche Änderungen ergeben sich, wenn man zu Vergleichszwecken einzelne Zahlenfolgenglieder an die Kantenlängen üblicher Dauerbeobachtungsflächengrößen bei Vegetationsaufnahmen anpasst.

Arten zu erfassen. Zudem sind Kontaktbiotope bis zu einem Radius von 200 m zu ermitteln. Um differenzierte Aussagen zu Arten, die zur Fernausbreitung befähigt sind (>100 m) und zu Arten, die lediglich über Nahausbreitung verbreitet werden, treffen zu können, sollten die Biotopkartierungen in verschiedenen Radien durchgeführt werden.

Die Biotopstruktur der Aufnahmefläche wird hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit dem strukturellen Leitbild des Zielbiotoptyps bewertet. Zur Bestimmung des Übereinstimmungsgrades empfiehlt sich eine dreistufige Skala, da diese einerseits eine gewisse Differenzierungsmöglichkeit bietet und andererseits geringe Bearbeitereinflüsse auf das Bewertungsergebnis zu vermuten sind. Die drei Übereinstimmungsgrade sind unter Berücksichtigung wichtiger Strukturparameter (Horizontal- und Vertikalstuktur sowie Gras-Kraut-Verhältnis) zu beschreiben.

Standortparameter dienen nicht nur der Konkretisierung, Überprüfung und Anpassung des Entwicklungsziels, sondern auch der Interpretation der Ergebnisse der Effektivitätsbewertung. Zur Ableitung der zu erfassenden Standortparameter siehe Kap. 3.2.1.

Baustein 3b: Datenerfassung Effektivität

Pro Untersuchungsfläche sind so viele 100 m x 100 m große, zufällig auszuwählende Aufnahmeflächen anzulegen, dass mindestens ein Drittel der Fläche erfasst wird. Sollte es nicht möglich sein, eine 100 m x 100 m große Aufnahmefläche in eine Untersuchungsfläche zu legen, sind die Kantenlängen so zu wählen, dass die Gesamtfläche von 1 ha trotzdem erreicht wird.

Auf jeder Aufnahmefläche ist die Frequenz aller vorkommenden Arten, mindestens jedoch der Kennarten, Degenerationszeiger und Problemarten, mittels der Importance-Score-Methode nach MORRISON et al. (1995) zu erfassen. Die Größen der ineinander verschachtelten quadratischen Teilflächen betragen 1 m, 2 m, 5 m, 10 m, 20 m, 50 m und 100 m. Die Presence-Absence-Erfassungen zur Bestimmung der Frequenz beginnen auf der kleinsten Teilfläche. Dabei werden alle Arten aufgenommen, die auf dieser Fläche wurzeln. Auf der nächstgrößeren Teilfläche werden nur die Arten erfasst, die auf der innersten Teilfläche nicht auftraten. Diese Vorgehensweise wird schrittweise bis zur größten Teilfläche fortgeführt. Den auf der kleinsten Teilfläche gefundenen Arten (Innenfläche) wird der höchste Frequenzwert 7 zugeordnet. Arten die nur auf der größten Teilfläche (Außenfläche) auftreten, erhalten den niedrigsten Frequenzwert 1. Arten der anderen Teilflächen erhalten entsprechend die Frequenzen 2 bis 6 (Abb. 3-5) (TRAXLER 1997).

Zudem ist auf der 5 m x 5 m großen Teilfläche eine Vegetationsaufnahme durchzuführen. Kraut-, Streu- und Moosschicht sowie vegetationsfreie Stellen werden prozentgenau geschätzt. Die Erfassung der Arten erfolgt nach der von Barkmann modifizierten Skala von Braun-Blanquet (Tab. 3-1) (DIERßEN 1990, DIERSCHKE 1994).

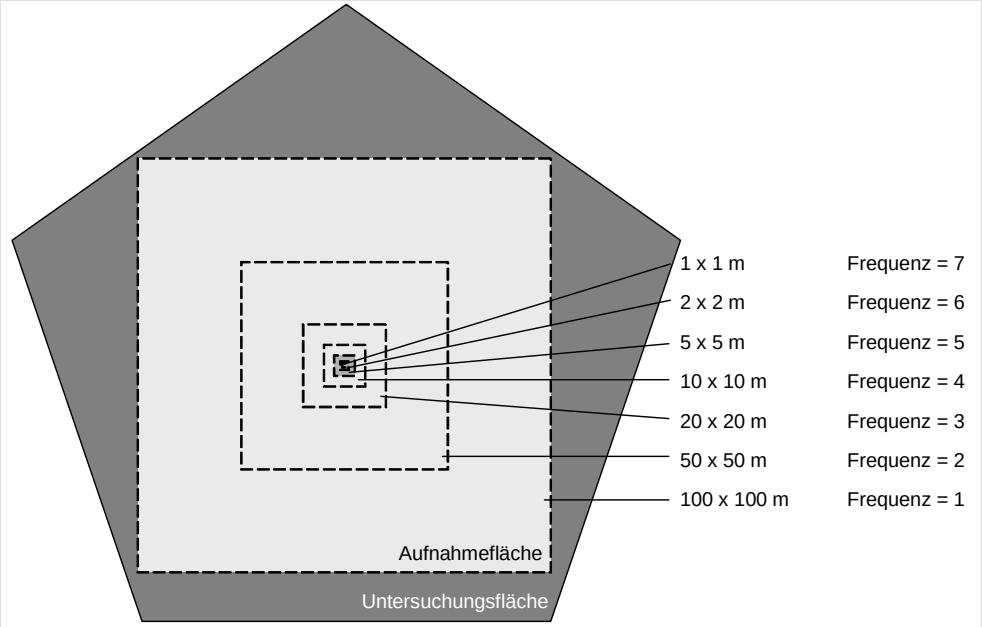


Abb. 3-5: Untersuchungsdesign floristischer Erfassungen

Tab. 3-1: Barkmann-Skala

Wert	Beschreibung	Deckungsgrad
r	1 Individuum (kleine Wuchsform), Deckungsgrad < 1 %	**0,01**
+m	2-5 Individuen (kleine Wuchsform), Deckungsgrad < 1 %	**0,1**
+a	2-5 Individuen, Deckungsgrad 1 - 2 %	**1,5**
+b	2-5 Individuen, Deckungsgrad 2 - 5 %	**3,5**
1m	6-50 Individuen, Deckungsgrad < 1 %	**0,1**
1a	6-50 Individuen, Deckungsgrad 1 - 2 %	**1,5**
1b	6-50 Individuen, Deckungsgrad 2 - 5 %	**3,5**
2m	>50 Individuen, Deckungsgrad < 5 %	**3,5**
2a	Deckungsgrad 5 - 12,5 %	**8,75**
2b	Deckungsgrad 12,5 - 25 %	**18,75**
3a	Deckungsgrad 25 - 37,5 %	**31,25**
3b	Deckungsgrad 37,5 - 50 %	**43,75**
4a	Deckungsgrad 50 - 62,5 %	**56,25**
4b	Deckungsgrad 62,5 - 75 %	**68,75**
5a	Deckungsgrad 75 - 87,5 %	**81,25**
5b	Deckungsgrad 87,5 - 100 %	**93,75**

Das Arteninventar der Umgebung ist mittels Biotopkartierung zu erfassen. Die Kartierungen sind in folgenden Radien durchzuführen: direkt angrenzende Biotope (Kontaktvegetation), 50 m-, 100 m- und 200 m- Radius.

Die Biotopstruktur der gesamten Aufnahmefläche ist hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit dem Leitbild des Zielbiotoptyps wie folgt zu bewerten:

Tab. 3-2: Bewertung der Biotopstruktur

Übereinstimmungsgrad		Beschreibung
1	entspricht vollständig dem Leitbild	mehrschichtiger Bestand; unterschiedlich hohe Gräser/Kräuter nebeneinander, heterogene Dichte der Vegetation; Kräuter besitzen auf dem Großteil der Fläche deutlich höhere Deckung als Gräser
2	entspricht teilweise dem Leitbild	zweischichtiger Bestand; unterschiedlich hohe Gräser/Kräuter, +/- heterogene Dichte der Vegetation; Gräser und Kräuter in ähnlichen Deckungen vertreten, Bereiche mit wechselnder Dominanz, teils homogene Bereiche
3	entspricht nicht dem Leitbild	Dominanz einer Schicht, gleichförmiger Aufbau, geringe Höhenunterschiede, homogene Dichte der Vegetation; Gräser besitzen auf dem Großteil der Fläche eine deutlich höhere Deckung als Kräuter

Die in Tab. 3-3 angegebenen standortkundlichen Parameter sind Bodenkarten zu entnehmen oder gleichzeitig mit den floristischen und strukturellen Aufnahmen im Gelände zu erheben.

Tab. 3-3: Informationsquellen und Erfassungsmethoden von Standortparametern

Standortparameter	Informationsquellen oder Erfassungsmethoden
Höhenstufe	TK 50
Nährstoffhaushalt	Acker- und Grünlandschätzungsrahmen (AG Boden 1996)
Azidität	bodenbildendes Gestein (Grobansprache im Gelände (z.B. Kalkgestein oder Sandstein) oder Auswertung von Bodenkarten)
Wasserhaushalt	Bodenfeuchte gemäß AG Boden (1996) (mindestens zweimalige Begehung zur Ermittlung von Wechselfeuchte und -trockenheit)
Durchwurzelbarkeit	Durchwurzelbarkeit gemäß AG Boden (1996)
Morphologie	Lage im Relief (Ober-, Mittel-, Unterhang, Ebene), Reliefausprägung, Exposition, Inklination gemäß AG Boden (1996)

Datenerfassung Kosten

Die Kosten gemäß Abb. 3-4 auf Seite 18 sind untersuchungsflächengenau mittels Kostendateien zu bestimmen. Nach Möglichkeit sollten regionsspezifische Kostendateien genutzt werden. Sind diese, wie in Sachsen-Anhalt, nicht vorhanden, empfiehlt sich die Nutzung der Kostendatei des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz (LFU 1998). Diese ist gegenwärtig die umfassendste und detaillierteste Sammlung zu Kosten von

Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahmen. Sie berücksichtigt zudem flächenspezifische, kostenbeeinflussende Faktoren (z.B. Hangneigung, Kleinteiligkeit).

Um Vergleiche zu ermöglichen, sind alle Angaben auf 1 ha zu beziehen. Da Kostendateien keine Materialkosten enthalten, müssen diese durch Recherche bei Saatgutanbietern ermittelt werden. Bezugsgröße ist der Kilopreis bezogen auf einen 50 kg-Sack, da dieser bei einer Aussaatmenge von 5 g/qm für eine 1 ha große Fläche ausreichend ist.

Für die Bestimmung der Zusatzkosten ist die Identifikation und Analyse von Defiziten auf den Maßnahmenflächen erforderlich. Dabei ist besonderes Augenmerk auf entwicklungshemmende Faktoren zu legen (zu wenig Kennarten, Dominanzbildungen, strukturelle Defizite). Anschließend sind Lösungsvorschläge zu entwickeln (z.B. gezielte Nachsaat mit Zielarten bei Fehlen von Lieferbiotopen oder häufige Mahd bei Dominanz konkurrenzstarker Brachearten) und die entsprechenden Kosten zu ermitteln.

Um durch die Vergabe an verschiedene Auftragnehmer (Landschaftsbaufirma, Landwirt) bedingte Kostenunterschiede zu erfassen, zu interpretieren und Vorschläge für Kosteneinspaarungen entwickeln zu können, sind auch die tatsächlich anfallenden Kosten zu ermitteln (möglichst untersuchungsflächengenau). Grundlage dafür sind die Bruttoausgaben des Vorhabenträgers. Zudem sind kostenbeeinflussende Faktoren zu vermerken (z.B. Erschwerniszuschläge aufgrund der Kleinteiligkeit oder Kosteneinsparungen durch Vergabe an Landwirte statt Vergabe an Landschaftsbaubetriebe).

Baustein 3c: Erfassung der Kosten

Die Arbeitskosten sind mittels Kostendateien untersuchungsflächengenau zu ermitteln und auf 1 ha zu beziehen. Die Entwicklungspflegekosten sind für drei, die Unterhaltungs- und Zusatzkosten für fünf Jahre zu berechnen und auf eine Größe von 1 ha zu beziehen. Sofern für die betrachtete Region keine Kostendateien vorhanden sind, ist die Kostendatei nach LFU (1998) zu nutzen. Die Materialkosten sind durch Recherche bei Saatgutanbietern zu ermitteln. Bezugsgröße ist der Kilopreis für einen 50 kg Sack.

Folgende Angaben sind zu ermitteln:

- Entwicklungskosten-Material ($K_{ENT, MAT}$),
- Entwicklungskosten-Arbeit_Erstinstandsetzung (K_{ENT, ARB_ERST}),
- Entwicklungskosten-Arbeit_Fertigstellung (K_{ENT, ARB_FERT}),
- Entwicklungskosten-Arbeit_Entwicklung (K_{ENT, ARB_ENTW}),
- Unterhaltungskosten-Arbeit ($K_{UNT, ARB}$),
- Zusatzkosten-Material ($K_{ZUS, MAT}$),
- Zusatzkosten-Arbeit ($K_{ZUS, ARB}$).

Wenn möglich, sind die tatsächlichen Kosten auf Basis der Bruttoausgaben des Vorhabenträgers zu erfassen und kostenbeeinflussende Faktoren zu vermerken.

3.2.4 Datenauswertung

Datenauswertung Effektivität

Die Auswertung der Daten für die Effektivität erfolgt in zwei Schritten:

1. Die Bestimmung der Punktwerte für die Bewertungskriterien.
2. Die Berechnung des Wertes für die Effektivität aus den Punktwerten der Bewertungskriterien.

Die **Kennarten** eines Biotoptyps sind nicht gleich häufig, sondern weisen unterschiedliche Frequenzen auf. Eine Untersuchungsfläche ist hinsichtlich ihres Kennartenvorkommens umso besser zu bewerten, je größer der Übereinstimmungsgrad zwischen der Frequenz der Kennarten auf der Untersuchungsfläche (Ist-Frequenz) und den Frequenzangaben zu den Kennarten aus der Literatur (Soll-Frequenz) ist und je höher die Ist-Frequenzen der Kennarten sind. Die Soll-Frequenz für jede Art ist lokaler Literatur zu entnehmen. Sie entspricht der Stetigkeit, mit der die Art im entsprechenden Zielbiotoptyp auftritt und liegt entsprechend der i.d.R verwendeten Stetigkeitsklassen zwischen eins und fünf. Sofern keine geeigneten Angaben verfügbar sind, ist die Soll-Frequenz mittels Referenzflächen zu bestimmen.

In Abhängigkeit vom Übereinstimmungsgrad zwischen der Soll-Frequenz und der Frequenz einer Art auf der Aufnahmefläche (Ist-Frequenz) ist jeder Art ein Punktwert (KA_i) zuzuordnen. Arten mit einer Ist-Frequenz von mehr als fünf erreichen stets den höchsten Punktwert. Die Bestimmung des Punktwertes der Kennarten erfolgt mittels einer Matrix, in der jeder Kombination von Soll- und Ist-Frequenz ein KA_i-Wert zugeordnet ist.

Der maximal erreichbare KA_i-Wert für jede Art beträgt fünf. Die Summe der maximal erreichbaren KA_i-Werte entspricht somit fünfmal der Anzahl der Kennarten. Das Verhältnis von der maximal erreichbaren und der tatsächlich erreichten Summe der Punktwerte aller Kennarten ergibt den Punktwert für das Kriterium Kennarten.

Wurden mehrere Flächen einer Variante untersucht, wird der Mittelwert (wenn B_{KA} normalverteilt) oder der Median (wenn B_{KA} nicht normalverteilt) gebildet. Dieser entspricht dem Punktwert für die jeweilige Variante. Gleiches gilt für die Berechnungen der Punktwerte für Biotopstruktur, Degenerationszeiger, Problemarten und Streuschicht.

Baustein 4a: Bestimmung des Punktwertes für die Kennarten (B_{KA})

Die Soll-Frequenz der Kennarten, d.h. die Frequenz, mit der die Art in dem entsprechenden Zielbiotoptyp auftritt, ist lokaler Literatur zu entnehmen. Sofern keine geeigneten Angaben verfügbar sind, ist sie mittels Referenzflächen zu berechnen.

Der Punktwert KA_i einer Kennart i ergibt sich aus Soll- und Ist-Frequenz der jeweiligen Art gemäss Tab. 3-4.

Tab. 3-4: Kennarten-Punktwert-Matrix für mesophile Grünländer

Ist-Frequenz \ Soll-Frequenz	5	4	3	2	1
7	5	5	5		
6	5	5	5		
5	5	5	5		
4	4	5	5		
3	3	3,67	5		
2	2	2,33	3		
1	1	1	1		

Zudem wird die maximal erreichbare Summe der KA_i-Werte ermittelt. Da der maximal erreichbare KA_i-Wert für jede Art fünf beträgt, entspricht die Summe der maximal erreichbaren KA_i-Werte fünfmal der Anzahl der Kennarten. Der Punktwert für das Bewertungskriterium Kennarten ergibt sich aus dem Verhältnis von maximal erreichbarer und tatsächlich erreichter Punktzahl und wird wie folgt berechnet:

$$B_{KA} = \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{KA_i}{n \bullet 5} \right) \bullet 100$$

KA_i: Punktwert für Kennart i

Der Wert einer Variante entspricht dem Mittelwert (wenn B_{KA} normalverteilt) oder dem Median (wenn B_{KA} nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

Der Wert für die **Biotopstruktur** ist umso höher, je mehr die Aufnahmefläche mit dem strukturellen Leitbild des Zielbiotoptyps übereinstimmt. Der Wert einer Variante entspricht dem Mittelwert (wenn B_{BS} normalverteilt) oder dem Median (wenn B_{BS} nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

Baustein 4b: Bestimmung des Punktwertes für die Biotopstruktur (B_{BS})

Dem Übereinstimmungsgrad zwischen strukturellem Leitbild und struktureller Ausprägung entsprechen folgende Punktwerte für die Biotopstruktur:

Tab. 3-5: Bestimmung des Biotopstruktur-Punktwertes

Übereinstimmungsgrad		Struk
1	entspricht vollständig dem Leitbild	100
2	entspricht teilweise dem Leitbild	50
3	entspricht nicht dem Leitbild	0

Der Wert einer Variante entspricht dem Mittelwert (wenn B_{BS} normalverteilt) oder dem Median (wenn B_{BS} nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

Eine Untersuchungsfläche ist hinsichtlich des Vorkommens von **Degenerationszeigern** umso besser zu bewerten, je weniger Degenerationszeiger auftreten bzw. je geringer ihre Frequenz ist. In Abhängigkeit von der Frequenz, mit der ein Degenerationszeiger auftritt (Ist-Frequenz), wird ihm ein Punktwert (DZ_i) zugeordnet. Da der maximal erreichbare DZ_i-Wert für jede Art sieben beträgt, entspricht die Summe der maximal erreichbaren DZ_i-Werte siebenmal der Anzahl der Degenerationszeiger. Gehölze werden wie eine einzige Art behandelt.

Die Punktwerte DZ_i für alle Degenerationszeiger werden summiert und ins Verhältnis zum maximalen Punktwert gesetzt. Der entsprechende Wert steigt mit zunehmender Anzahl der Degenerationszeiger und ist am höchsten, wenn alle aufgeführten Degenerationszeiger mit der höchstmöglichen Frequenz auftreten. Da das Ziel jedoch ein möglichst geringes Vorkommen ist, ist der Wert von 100 zu subtrahieren.

Baustein 4c: Bestimmung des Punktwertes für die Degenerationszeiger (B_{DZ})

Der Punktwert DZ_i eines Degenerationszeigers i entspricht der ermittelten Ist-Frequenz der jeweiligen Art (Tab. 3-6).

Tab. 3-6: Bestimmung des Degenerationszeiger-Punktwertes

Ist-Frequenz	DZ_i
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7

Der Punktwert für das Bewertungskriterium Degenerationszeiger wird anhand folgender Formel berechnet:

$$B_{DZ} = 100 - \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{DZ_i}{n \bullet 7} \right) \bullet 100$$

DZ_i: Punktwert für Degenerationszeiger i

Der Wert einer Variante entspricht dem Mittelwert (wenn B_{DZ} normalverteilt) oder dem Median (wenn B_{DZ} nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

Die Bewertung einer Untersuchungsfläche hinsichtlich der **Problemarten** fällt umso besser aus, umso weniger sie von diesen dominiert wird. Umgekehrt ist die Entwicklung zum Zielbiotoptyp mit steigender Dominanz der Problemarten gefährdet. Die Bewertung der Problemarten hängt daher von ihrer Deckung ab. Da Problemarten jedoch nicht stets, sondern erst ab einer Deckung von 20 % negativ zu werten sind, werden nur Deckungsgrade ab 20 % in die Berechnung einbezogen. Da ein möglichst geringes Vorkommen der Problemarten anzustreben ist, entspricht die Differenz zwischen 100 und der Summe der Deckungsgrade aller Problemarten (PA_i) dem Punktwert für die Problemarten.

Baustein 4d: Bestimmung des Punktwertes für die Problemarten (B_{PA})

Problemarten sind nicht stets, sondern erst ab einer Deckung von 20 % zu werten. Der Punktwert für das Bewertungskriterium Problemarten ist wie folgt zu berechnen:

$$PA_i = \begin{cases} DG_i & \text{, falls } DG_i \geq 20\% \\ 0 & \text{, sonst} \end{cases}$$

$$B_{PA} = \max\left(100 - \sum_{i=1}^{n} PA_i \quad , \; 0 \right)$$

DG_i: Deckungsgrad der Problemart i

PA_i: Punktwert der Problemart i

Der Wert einer Variante entspricht dem Mittelwert (wenn B_{PA} normalverteilt) oder dem Median (wenn B_{PA} nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

Da in der Literatur keine verlässlichen Angaben zur zielbiotoptypischen Deckung der **Streuschicht** zu finden sind (vgl. Kap. 3.2.2), wird eine Untersuchungsfläche umso besser bewertet, je geringer die Deckung der Streuschicht ist.

Baustein 4e: Bestimmung des Punktwertes für die Streudeckung (B_{SD})

Der Punktwert für das Bewertungskriterium Streudeckung wird wie folgt berechnet:

$$B_{SD} = 100 - DG_{STREU}$$

DG_{STREU}: Deckungsgrad der Streuschicht.

Der Wert einer Variante entspricht dem Mittelwert (wenn B_{SD} normalverteilt) oder dem Median (wenn B_{SD} nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

Um Stärken-Schwächen-Analysen sowie Entscheidungen über die Eignung der Maßnahmenvarianten zu erleichtern, sind die Punktwerte der Bewertungskriterien aller untersuchten Varianten im Sinne eines Bewertungsprofiles mehrdimensional in Kiviat-Diagrammen darzustellen. Dadurch sind Unterschiede zwischen den Varianten deutlicher erkennbar.

Baustein 4f: Darstellung der Punktwerte

Die Punktwerte der Bewertungskriterien aller untersuchten Varianten sind im Sinne eines Bewertungsprofiles mehrdimensional in Kiviat-Diagrammen abzubilden. Jeder Punktwert auf einer Achse von 0 bis 100 darzustellen, so dass das Diagramm insgesamt 5 Achsen enthält.

Der für die Ermittlung des Entwicklungspotenzials P erforderliche Punktwert für die Problemarten P_{PA} entspricht dem Punktwert B_{PA} und wird auf die gleiche Weise wie dieser berechnet.

Baustein 4g: Bestimmung des Punktwertes für die Problemarten (P_{PA})

Als Punktwert für die Problemarten P_{PA} wird der im Baustein 4d eingeführte Punktwert B_{PA} verwendet.

$$P_{PA} = B_{PA}$$

Der Punktwert für die Streudeckung P_{SD}, der ebenfalls zur Ermittlung des Entwicklungspotenzials P herangezogen wird, entspricht dem Punktwert B_{SD} und wird wie dieser ermittelt.

Baustein 4h: Bestimmung des Punktwertes für die Streudeckung (P_{SD})

Als Punktwert für die Streudeckung P_{SD} wird der im Baustein 4e eingeführte Punktwert B_{SD} verwendet.

$$P_{SD} = B_{SD}$$

Bei der Zusammenfassung der Punktwerte zu einem Wert für die Effektivität werden zunächst die Werte für floristische Ausstattung (B_{FLO}), strukturelle Ausstattung (B_{STR}) und Beeinträchtigung (B_{BEE}) ermittelt. Die Beeinträchtigungen sind auf den maximal erreichbaren Wert 100 zu beziehen. Für die floristische und strukturelle Ausstattung ist diese Berechnung nicht notwendig, da sie dem Punktwert je eines Bewertungsparameters gleichgesetzt werden (Kennarten bzw. Biotopstruktur) und dieser bereits auf 100 normiert wurde.

Die Ergebnisse für die floristische und strukturelle Ausstattung und die Beeinträchtigungen werden zu einem Wert für die Biotopausprägung zusammengefasst. Bei alten Maßnahmen entspricht dieser Wert der Effektivität. Bei einer jungen Untersuchungsfläche ist das Entwicklungspotenzial in die Berechnung der Effektivität einzubeziehen. Dieses ergibt sich aus den Bewertungsergebnissen für die entwicklungshemmenden Arten und die Streuschicht, welche auf den Wert 100 zu normieren sind. Ebenso sind die Werte für Biotopausprägung, Entwicklungspotenzial und Effektivität sind auf den maximal erreichbaren Wert 100 zu normieren.

Baustein 4i: Berechnung eines Wertes für die Effektivität

Die Punktwerte B_{KA}, B_{BS}, B_{DZ}, B_{PA} und B_{SD} werden zunächst zu Werten für die floristische Ausstattung, die strukturelle Ausstattung und die Beeinträchtigungen zusammengefasst:

$$B_{FLO} = B_{KA}$$

$$B_{STR} = B_{BS}$$

$$B_{BEE} = \frac{B_{DZ} + B_{PA} + B_{SD}}{3}$$

B_{FLO}: floristische Ausstattung

B_{STR}: strukturelle Ausstattung

B_{BEE}: Beeinträchtigungen

Aus diesen wird anschließend der Wert für die Biotopausprägung B berechnet.

$$B = \frac{B_{FLO} + B_{STR} + B_{BEE}}{3}$$

B: Biotopausprägung

Die Punktwerte P_{PA} und P_{SD} werden zu Werten für die entwicklungshemmenden Arten (P_{EHA}) und die entwicklungshemmende Streuschicht (P_{EHS}) zusammengefasst:

$P_{EHA} = P_{PA}$

$P_{EHS} = P_{SD}$

Aus diesen wird anschließend der Wert für das Entwicklungspotenzial P berechnet.

$$P = \frac{P_{EHA} + P_{EHS}}{2}$$

P: Entwicklungspotenzial

Bei jungen Maßnahmen ist das Entwicklungspotenzial in die Berechnung der Effektivität einzubeziehen. Bei alten Maßnahmen ergibt sich die Effektivität direkt aus der Biotopausprägung.

$$E = \begin{cases} \frac{B+P}{2} & \text{, bei jungen Maßnahmen} \\ B & \text{, bei alten Maßnahmen} \end{cases}$$

E: Effektivität

Das Gesamtergebnis (Effektivität) lässt sich einer von fünf Effektivitätsklassen zuordnen. Für die Einteilung der Effektivitätsklassen wurde der Wertebereich von 0 bis 100 in fünf Bereiche von je ca. 20 Punkten aufgeteilt.

Baustein 4j: Zuordnung des Effektivitätswertes zu Effektivitätsklassen

Der Effektivitätswert kann einer der folgenden fünf Effektivitätsklassen zugeordnet werden:

Tab. 3-7: Effektivitätsklassen

Punktwert	Klasse	Bezeichnung	Signatur
0 - 19	1	sehr schlecht	rot
20 - 39	2	schlecht	orange
40 - 59	3	mittel	gelb
60 - 79	4	gut	hellgrün
80 - 100	5	sehr gut	dunkelgrün

Datenauswertung Kosten

Die Teilkosten einer Variante werden in mehreren Schritten zu den Gesamtkosten aggregiert. Zunächst werden die Kosten für Entwicklung, Unterhaltung und Nachbesserungsmaßnahmen berechnet und summiert. Wurden mehrere Flächen einer Variante untersucht, wird der Mittelwert (wenn Kosten normalverteilt) oder der Median (wenn Kosten nicht normalverteilt) gebildet. Dieser entspricht den Teilkosten der Variante.

Baustein 4k: Berechnung der Teil- und Gesamtkosten

Zunächst werden die Kosten für die Entwicklungskosten-Arbeit bestimmt:

$K_{ENT, ARB} = K_{ENT, ARB_ERST} + K_{ENT, ARB_FERT} + K_{ENT, ARB_ENTW}$

Die Entwicklungskosten-Arbeit ergeben zusammen mit den Entwicklungskosten-Material die Entwicklungskosten für die jeweilige Variante:

$K_{ENT, GES} = K_{ENT, MAT} + K_{ENT, ARB}$

Die Unterhaltungskosten betragen:

$K_{UNT, GES} = K_{UNT,ARB}$

Sofern Nachbesserungen erforderlich waren, werden die dabei anfallenden Material- und Arbeitskosten addiert und als Zusatzkosten angegeben:

$K_{ZUS, GES} = K_{ZUS, MAT} + K_{ZUS, ARB}$

Die Entwicklungs-, Unterhaltungs- und Zusatzkosten ergeben die Gesamtkosten:

$K = K_{ENT, GES} + K_{UNT, GES} + K_{ZUS, GES}$

K: Gesamtkosten

$K_{ENT, GES}$: Entwicklungskosten

$K_{ENT, MAT}$: Entwicklungskosten - Material

$K_{ENT, ARB}$: Entwicklungskosten - Arbeit

K_{ENT, ARB_ERST}: Entwicklungskosten - Arbeit_Erstinstandsetzung

K_{ENT, ARB_FERT}: Entwicklungskosten - Arbeit_Fertigstellung

K_{ENT, ARB_ENTW}: Entwicklungskosten - Arbeit_Entwicklung

$K_{UNT, GES}$: Unterhaltungskosten

$K_{UNT, ARB}$: Unterhaltungskosten - Arbeit

$K_{ZUS, GES}$: Zusatzkosten

$K_{ZUS, MAT}$: Zusatzkosten-Material

$K_{ZUS, ARB}$: Zusatzkosten-Arbeit

Die Teilkosten einer Variante entsprechen dem Mittelwert (wenn Kosten normalverteilt) oder dem Median (wenn Kosten nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

3.2.5 Interpretation und Diskussion

Effektivität und Kosten können aufgrund ihrer unterschiedlichen Einheiten (nicht monetäre bzw. monetäre Größen) nicht zu einem Wert verrechnet werden. Das Verhältnis von Effektivität und Kosten ist daher in Form einer einfachen Gegenüberstellung in einem Effektivitäts-Kosten-Diagramm zu veranschaulichen. Effektivitäts- und Kostenunterschiede der Untersuchungsobjekte sind zu interpretieren und diskutieren. Ziel ist, effiziente Varianten (inklusive der zugehörigen Anwendungsvoraussetzungen) zu identifizieren. Für die Interpretation der Effektivitätsunterschiede können nicht nur die direkt für die Bewertung genutzten, sondern alle floristischen Daten betrachtet werden. Dadurch kann die Ausprägung der Untersuchungsflächen detaillierter beschrieben werden als dies allein mit den Daten zu Kennarten, Degenerationszeigern, Problemarten, Streuschicht und Biotopstruktur möglich ist. Ein Vergleich der berechneten Kosten der untersuchten Varianten mit deren tatsächlichen Kosten kann zur Identifikation von Einspaarpotenzialen beitragen. Bspw. können bei sonst gleichen Einsatzbedingungen Kostenunterschiede, die durch die Vergabe an verschiedene Auftragnehmer bedingt sind, aufgedeckt werden.

Bei der Interpretation von Effektivitätsunterschieden ist zu beachten, dass die Daten i.d.R nicht in eigens konzipierten Versuchen auf Untersuchungsflächen gleichen Alters gewonnen werden. Die Flächen können sich daher hinsichtlich des Alters sowie der Erstinstandsetzungs- und Pflegemaßnahmen unterscheiden. Sowohl das Alter als auch die Variante können die Kriterienausprägungen der Effektivitätsbewertung beeinflussen. Da Effizienzkontrollen Aussagen über die Effektivität von Varianten und nicht über die Entwicklung von Maßnahmen liefern sollen, ist der Einfluss des Alters auf das Ergebnis der Effektivitätsbewertung weitgehend auszuschließen. Sofern sich die Flächen hinsichtlich Alter und Variante unterscheiden, sind daher Kenntnisse über Art und Stärke des Zusammenhanges zwischen den unabhängigen Variablen (Variante, Alter) einerseits und den abhängigen Variablen (Kriterienausprägungen) andererseits von grundlegendem Interesse. Für den Nachweis von Zusammenhängen zwischen mehr als zwei unabhängigen und einer abhängigen Variable ist die multiple lineare Regressionsanalyse zu nutzen. Mittels dieser können scheinbare Korrelationen zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen erkannt und Informationen über die Wirkungsstärke der unabhängigen Variablen gewonnen werden. Für die Durchführung der Regressionsanalysen empfiehlt sich das Programm SPSS.

Um Einsparpotenziale identifizieren zu können, sind sowohl die Kosten der Maßnahmenvarianten untereinander als auch die ermittelten Kosten mit Angaben aus der Literatur zu vergleichen. Ursachen für Kostenunterschiede sind aufzuzeigen und zu diskutieren.

Sofern bei den Untersuchungen nicht alle prinzipiell möglichen Varianten berücksichtigt werden konnten, ist es notwendig, Effektivität und Kosten weiterer Varianten durch Literaturauswertung verbal-argumentativ in die Bewertung einzubeziehen. Auf dieser breiten Wissensbasis sind endgültige Aussagen zur Effektivität verschiedener Varianten bei der Erreichung eines bestimmten Entwicklungszieles möglich.

Baustein 5: Interpretation und Diskussion

Zur Identifikation effizienter Varianten sind Effektivität und Kosten zweidimensional in einem Effektivitäts-Kosten-Diagramm gegenüberzustellen.

Ursachen für Effektivitäts- und Kostenunterschiede der Untersuchungsobjekte sind zu analysieren und zu diskutieren, effiziente Varianten zu identifizieren und die Voraussetzungen für deren Anwendung anzugeben. Für die Interpretation der Effektivitätsunterschiede, empfiehlt es sich, nicht nur die direkt für die Bewertung genutzten, sondern alle floristischen Daten zu betrachten. Zur Identifikation von Einspaarpotenzialen sollte ein Vergleich der berechneten Kosten der untersuchten Varianten mit deren tatsächlichen Kosten erfolgen. Sofern bei den Untersuchungen nicht alle prinzipiell möglichen Varianten berücksichtigt wurden, sind Effektivität und Kosten weiterer Varianten durch Literaturauswertung zu erschließen.

3.2.6 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

Die Bewertungsergebnisse der untersuchten Varianten, ihre Interpretation, die Entwicklungsprognosen und die Literaturauswertungen bilden die Grundlage der Schlussfolgerungen für zukünftige Planungen. Dabei sind folgende Fragestellungen von besonderem Interesse:

1. Mit welchen Varianten sind welche Entwicklungsziele prinzipiell am effektivsten erreichbar?
2. Unter welchen abiotischen, biotischen, organisatorischen und administrativen Ausgangsbedingungen der Maßnahmenflächen empfiehlt sich welche Variante?
3. Gibt es naturschutzfachlich bedeutsame „Nebeneffekte“ der einzelnen Varianten, die bei der Variantenauswahl zu berücksichtigen sind?
4. Was ist bei der Umsetzung der einzelnen Varianten zu beachten?
5. Welche Entwicklungsziele sind wann mit nur sehr hohem finanziellem Aufwand zu erreichen? Unter welchen Bedingungen ist dieser zu rechtfertigen (Kostenobergrenzen)?

Die Antworten auf diese Fragestellungen sind in einem Entscheidungsschema zur Auswahl der im Einzelfall empfehlenswertesten Ersteinrichtungsvariante und Verfahrenssteckbriefen zusammenzufassen.

Ersteres soll die Auswahl der empfehlenswertesten Ersteinrichtungsvariante in Abhängigkeit von abiotischen, biotischen, organisatorischen und administrativen Ausgangsbedingungen der Maßnahmenflächen unterstützen und nach Möglichkeit auch Kostenaspekte einbeziehen. Letztere sollen Anwendungsbereiche und -voraussetzungen der einzelnen Varianten aufzeigen, Hinweise zur Durchführung geben, ungefähre Kostenangaben enthalten und Referenzen auflisten.

Die Entscheidungsschemata und Verfahrenssteckbriefe sollten entsprechend dem Erkennnisfortschritt fortgeschrieben und angepasst werden.

Baustein 6: Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

Es sind ein praktikables Entscheidungsschema zur Auswahl der im Einzelfall empfehlenswertesten Ersteinrichtungsvariante und übersichtliche Verfahrenssteckbriefe zu erarbeiten.

Das Entscheidungsschema soll die Auswahl der empfehlenswertesten Ersteinrichtungsvariante in Abhängigkeit von abiotischen, biotischen, organisatorischen und administrativen Ausgangsbedingungen der Maßnahmenflächen unterstützen. Zudem sind, sofern möglich, Kostenaspekte einzubeziehen.

In den Verfahrenssteckbriefen sind Anwendungsbereiche und -voraussetzungen, Hinweise zur Durchführung, ungefähre Kostenangaben und Referenzen für empfehlenswerte Varianten zusammenzufassen.

3.3 Illustration des Verfahrens an einem Beispiel

Anhand einer Beispielfläche in der Magdeburger Börde wird die im Kapitel 3.2 erläuterte Vorgehensweise bei der Effizienzkontrolle von Maßnahmen zur Etablierung mesophiler Grünländer illustriert.

3.3.1 Ableitung der Entwicklungsziele

In Sachsen-Anhalt werden Grünländer auf mäßig feuchten bis mäßig trockenen Standorten von der planaren bis zur submontanen Stufe etabliert. Pflanzensoziologisch sind Grünländer der submontanen Stufe in Sachsen-Anhalt den planar-kollinen Wiesen zuzuordnen. Diese entsprechen nach dem in Sachsen-Anhalt verwendeten Biotoptypenschlüssel (DRACHENFELS 2004) dem Biotoptyp „Mesophiles Grünland“. Biotoptypen der Bergwiesen werden daher nicht betrachtet.

Der für Sachsen-Anhalt gültige Biotoptypenschlüssel enthält sechs Biotopuntertypen mesophiler Grünländer (DRACHENFELS 2004). Abb. 3-6 zeigt die Zuordnung aller relevanten Untertypen dieser Gruppe zu den entsprechenden Pflanzengesellschaften. Zwei Untertypen des Schlüssels finden sich in dieser Darstellung nicht wieder („Mesophiles Marschgrünland mit Salzeinfluss“ und „sonstiges mesophiles Grünland, artenärmer“). „Mesophiles Marschgrünland mit Salzeinfluss“ tritt in Sachsen Anhalt nicht auf. Der Biotoptyp „sonstiges mesophiles Grünland, artenärmer“ kommt aufgrund seiner Artenarmut als naturschutzfachliches Entwicklungsziel nicht in Frage.

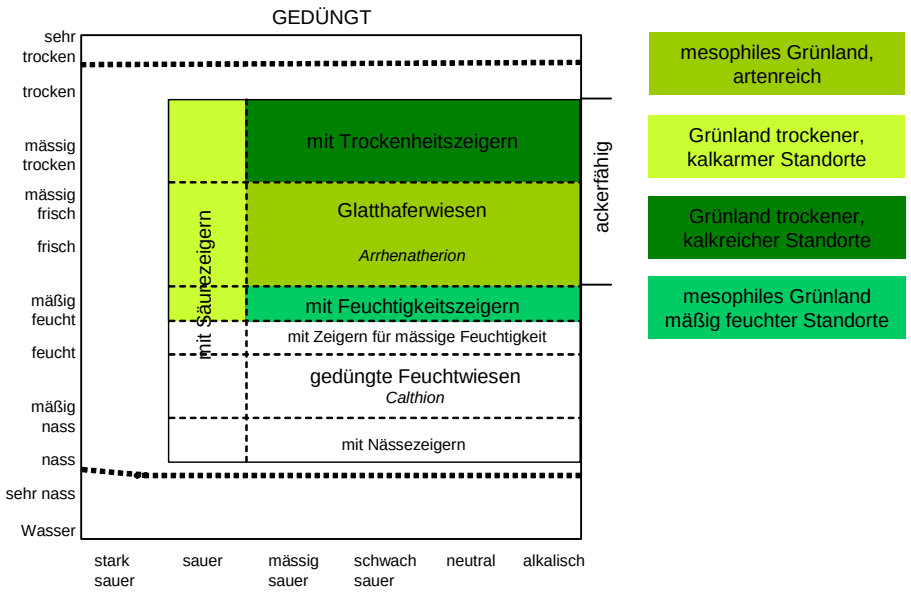


Abb. 3-6: Schnittstelle Pflanzengesellschaften - Biotoptypen mesophiler Grünländer in Sachsen-Anhalt (in Anlehnung an ELLENBERG 1996)

Eine Beispielfläche in der Magdeburger Börde befindet sich auf einem ehemalig ackerbaulich intensiv genutzten Standort in der Nähe von Osmarsleben. Sie ist standörtlich folgendermaßen zu charakterisieren:

Höhenstufe	planare Höhenstufe (62 m)
Nährstoffhaushalt	sehr nährstoffreicher Standort (AZ 90)
Azidität	neutral bis alkalischer Untergrund (Löß)
Wasserhaushalt	frischer Boden (feu2 bis feu3) gemäß AG Boden (1996)
Durchwurzelbarkeit	tiefgründig
Morphologie	nicht geneigter, ebener Boden

Nährstoffhaushalt und Untergrund weisen auf einen nährstoffreichen, neutralen bis alkalischen Standort hin. Auf dem frischen Boden würde sich bei entsprechender Nutzung eine Glatthaferwiese entwickeln lassen. Der entsprechende Zielbiotoptyp ist „mesophiles Grünland, artenreich“.

3.3.2 Bewertungskonzeption

Bewertungskonzeption Effektivität

Die Beispielfläche wurde vor sechs Jahren von Acker zu Grünland umgewandelt. Es handelt sich somit um eine junge Fläche, auf der das Entwicklungsziel aufgrund des Alters noch nicht erreicht sein kann. Die Bewertung der Fläche erfolgt daher entsprechend Abb. 3-2 und Abb. 3-3 auf Seite 16 anhand der Biotopausprägung und des Entwicklungspotenzials.

Ausgehend von der typischen Artenzusammensetzung des für die Beispielfläche geltenden Zielbiotoptyps „mesophiles Grünland, artenreich“ wurden für die Beispielfläche folgende Kennarten, Degenerationszeiger und Problemarten definiert (Tab. 3-8). Für die Zusammenstellung wurden SCHUBERT (2001) und weitere lokale Literatur ausgewertet (Tab. 4-3, Seite 57).

Tab. 3-8: Kennarten, Degenerationszeiger und Problemarten für die Beispielfläche in der Magdeburger Börde

Kennarten	Degenerationszeiger	Problemarten
Achillea millefolium	*Arctium lappa*	*Dactylis glomerata* (Zuchtsorte)
Alopecurus pratensis	*Arctium tomentosa*	*Elytrigia repens*
Arrhenatherum elatius	*Artemisia vulgaris*	*Festuca rubra agg.* (Zuchtsorte)
Campanula patula	*Calamagrostis epigeijos*	*Leucanthemum vulgare* (Zuchtsorte)
Centaurea jacea	*Carduus acanthoides*	*Lotus corniculatus* (Zuchtsorte)
Crepis biennis	*Carduus crispus*	*Onobrychis viciifolia*
Daucus carota	*Cirsium arvense*	*Pimpinella anisum*
Galium mollugo	*Cirsium vulgare*	*Plantago lanceolata* (Zuchtsorte)
Lathyrus pratensis	*Galium aparine*	*Sanguisorba muricata*
Leucanthemum vulgare	*Rumex obtusifolius*	*Trifolium hybridum* (Zuchtsorte)
Pastinaca sativa	*Solidago canadensis*	*Trifolium pratense* (Zuchtsorte)
Plantago lanceolata	*Tanacetum vulgare*	*Trifolium repens* (Zuchtsorte)
Rumex acetosa	*Taraxacum officinale*	
Tragopogon pratense	*Urtica dioica*	
Galium verum	alle Gehölzarten	
Geranium pratense		

Bewertungskonzeption Kosten

Die Bewertung der Kosten erfolgt entsprechend Abb. 3-4 auf Seite 18.

3.3.3 Datenerfassung

Datenerfassung Effektivität

Auf der Beispielfläche wurden sechs Kennarten, sechs Degenerationszeiger und vier Problemarten mit folgenden Frequenzen bzw. Deckungsgraden gefunden (Tab. 3-9).

Tab. 3-9: Kennarten, Degenerationszeiger und Problemarten auf der Beispielfläche in der Magdeburger Börde

Kennarten (Frequenz)		Degenerationszeiger (Frequenz)		Problemarten (Deckungsgrad in %)	
Achillea millefolium	(2)	*Arctium tomentosa*	(2)	*Cirsium arvense*	(1,5)
Arrhenatherum elatius	(5)	*Artemisia vulgare*	(2)	*Elytrigia repens*	(31,25)
Centaurea jacea	(2)	*Cirsium vulgare*	(7)	*Festuca rubra agg.*	(31,25)
Leucanthemum vulgare	(3)	*Galium aparine*	(7)	*Galium aparine*	(3,5)
Pastinaca sativa	(1)	*Rumex obtusifolius*	(5)		
Plantago lanceolata	(3)	*Urtica dioica*	(4)		

Die Streuschicht ist ein bis zwei Zentimeter dick und deckt 75%.

Die Struktur der Beispielfläche ist überwiegend zweischichtig und wird von Mittelgräsern (*Festca rubra agg.*), Obergräsern (*Arrhenatherum elatius*) und einigen hochwüchsigen Stauden bestimmt. Die Dichte der Vegetation ist teils homogen (Abb. 3-7).

Abb. 3-7: Biotopstruktur auf der Beispielfläche in der Magdeburger Börde

Die Standortbedingungen der Beispielfläche wurden bereits bei der Ableitung des Entwicklungszieles dargestellt (vgl. Kap. 3.3.1).

Datenerfassung Kosten

Die Beispielfläche wurde mit 10 g/qm der Regelsaatgutmischung 7.1.2 angesät. Der Kilopreis für diese Mischung beträgt 3,54 €. Für eine Fläche von einem Hektar fallen entsprechend LFU (1998) folgende Materialkosten an:

$K_{ENT, MAT}$ = 354,- €/ha

Die ersteinrichtenden Maßnahmen umfassen im vorliegenden Beispiel Flächenvorbereitung und Ansaat. Die Kostendatei des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz (LFU 1998) weist dies als eine Kostenposition aus. Somit betragen die Entwicklungskosten-Arbeit für die Erstinstandsetzung:

K_{ENT, ARB_ERST} = 450,- €/ha

Die Fläche wurde während der Fertigstellungspflege zweimal pro Jahr gemäht. Das Mahdgut wurde einige Tage auf der Fläche belassen und dann abtransportiert. Die Arbeitskosten für die Fertigstellungspflege betragen entsprechend LFU (1998):

K_{ENT, ARB_FERT} = 480,- €/ha

Auch während der Entwicklungspflege wurde die Untersuchungsfläche zweimal pro Jahr gemäht. Das Mahdgut wurde einige Tage auf der Fläche belassen und dann abtransportiert. Die Arbeitskosten für drei Jahre Entwicklungspflege betragen entsprechend LFU (1998):

K_{ENT, ARB_ENTW} = 1.440,- €/ha

Während der Unterhaltungspflege wird die Fläche ebenfalls zweimal pro Jahr gemäht und das Mahdgut nach einigen Tagen abtransportiert. Die Unterhaltungskosten für fünf Jahre betragen entsprechend LFU (1998):

$K_{UNT, ARB}$ = 2.400,- €/ha

Da die Effektivitätsbewertung zahlreiche Defizite erkennen ließ (vgl. Beispiel zur Datenauswertung Effektivität), welche die Erreichung des Entwicklungszieles behindern, ist die Durchführung von Nachbesserungsmaßnahmen unumgänglich. Die Nachbesserungsmaßnahmen umfassen eine Erhöhung der Nutzungshäufigkeit von zwei auf drei Schnitte pro Jahr, Zudem ist die Durchführung einer Streifensaat mit Zielarten (gebietsheimisches Saatgut) auf ½ der Fläche notwendig. Für diese Maßnahmen fallen zusätzliche Material- und Arbeitskosten an Ausgehen von den Angaben nach LFU (1998) betragen diese:

$K_{ZUS, MAT}$ = 1.350,- €/ha

$K_{ZUS, ARB}$ = 1455,72 €/ha

3.3.4 Datenauswertung

Datenauswertung Effektivität

Im ersten Schritt werden die Punktwerte für die Bewertungskriterien bestimmt.

Der Zielbiotoptyp ist durch 15 **Kennarten** charakterisiert. Die Soll-Frequenzen dieser Arten wurden entsprechend SCHUBERT (2001) bestimmt. Auf der Beispielfläche wurden 6 Kennarten gefunden. Daraus folgt ensprechend Tab. 3-4:

Kennart	Soll-Frequenz	Ist-Frequenz	KA_i
Achillea millefolium	5	2	2
Arrhenatherum elatius	5	5	5
Centaurea jacea	4	2	2,33
Leucanthemum vulgare	4	3	3,67
Pastinaca sativa	4	1	1
Plantago lanceolata	5	3	3

Die KA_i-Werte werden in die Formel zur Berechnung des Punktwertes-Kennarten eingesetzt:

$$B_{KA} = \left(\sum_{i=1}^{15} \frac{KA_i}{15 \bullet 5} \right) \bullet 100 = \frac{17}{75} \bullet 100 = 22{,}67$$

Die Beispielfläche entspricht nur teilweise dem strukturellen Leitbild. Der Punktwert für die **Biotopstruktur** beträgt entsprechend: $B_{BS} = 50$.

Der Zielbiotoptyp ist durch 14 **Degenerationszeiger** charakterisiert, von denen die Beispielfläche 6 enthält. Entsprechend ihrer Frequenzen ergeben sich folgende Punktwerte:

Degenerationszeiger	Ist-Frequenz	DZ_i
Arctium tomentosa	2	2
Artemisia vulgare	2	2
Cirsium vulgare	7	7
Galium aparine	7	7
Rumex obtusifolius	5	5
Urtica dioica	4	4

Die DZ_i-Werte werden in die Formel für die Degenerationszeiger eingesetzt:

$$B_{DZ} = 100 - \frac{27}{98} \bullet 100 = 72{,}45 .$$

Der Zielbiotoptyp ist durch 12 **Problemarten** charakterisiert. Die Beispielfläche enthält 4 Problemarten. Entsprechend ihrer Deckungsgrade ergeben sich folgende Punktwerte:

Problemart	Deckungsgrad	PA_i
Cirsium arvense	1,5	0
Elytrigia repens	31,25	31,25
Festuca rubra agg.	31,25	31,25
Galium aparine	3,5	0

Die PA_i-Wert über 20 % werden in die Formel für den Problemartenwert eingesetzt.

$$B_{PA} = P_{PA} = 100 - 62{,}50 = 37{,}50.$$

Die **Streuschicht** deckt auf der Beispielfläche 75%. Es ergibt sich daher:

$$B_{SD} = P_{SD} = 100 - 75 = 25$$

Die berechneten Punktwerte für die Bewertungskriterien werden in einem Kiviat-Diagramm dargestellt. Das entsprechende Bewertungsprofil enthält Abb. 3-8.

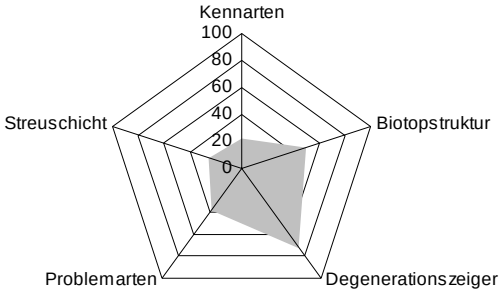


Abb. 3-8: Bewertungsprofil der Beispielfläche

Ausgehend von den im ersten Schritt bestimmten Punktwerten (B_{KA}, B_{BS}, B_{DZ}, B_{PA} und B_{SD}) wird der Wert für die Effektivität bestimmt:

$$B_{FLO} = B_{KA} = 22{,}67$$

$$B_{STR} = B_{BS} = 50$$

$$B_{BEE} = \frac{B_{DZ} + B_{PA} + D_{SD}}{3} = \frac{(72{,}45 + 37{,}50 + 25)}{3} = 44{,}98$$

$$B = \frac{B_{FLO} + B_{STR} + B_{BEE}}{3} = \frac{(22{,}67 + 50 + 44{,}98)}{3} = 39{,}27$$

Da es sich bei der Beispielfläche um eine junge Maßnahme handelt, ist auch das Entwicklungspotenzial zur Bestimmung der Effektivität heranzuziehen:

$$P_{EHA} = P_{PA} = 37{,}50$$

$$P_{EHS} = P_{SD} = 25$$

$$P = \frac{P_{EHA} + P_{EHS}}{2} = \frac{(37{,}50 + 25)}{2} = 31{,}25$$

Die Effektivität beträgt:

$$E = \frac{B + P}{2} = \frac{(39{,}27 + 31{,}25)}{2} = 35{,}26$$

Dieser Wert entspricht der Effektivitätsklasse 2 (schlecht) (vgl. Tab. 3-7, Seite 31).

Datenauswertung Kosten

$K_{ENT, MAT}$ beträgt 354,- €/ha. $K_{ENT, ARB}$ berechnet sich für die Beispielfläche wie folgt:

$K_{ENT, ARB}$ = K_{ENT, ARB_ERST} + K_{ENT, ARB_FERT} + K_{ENT, ARB_ENTW}
= 450,- €/ha + 480,- €/ha + 1.440,- €/ha = 2.370,- €/ha

Entsprechend beträgt $K_{ENT, GES}$:

$K_{ENT, GES}$ = $K_{ENT, MAT}$ + $K_{ENT, ARB}$
= 354,- €/ha + 2.370,- €/ha = 2.724,- €/ha

$K_{UNT, ARB}$ beträgt 2.400,- €/ha. Damit ergibt sich:

$K_{UNT, GES}$ = $K_{UNT, ARB}$
= 2.400,- €/ha

$K_{ZUS, GES}$ beträgt:

$K_{ZUS; GES}$ = $K_{ZUS, MAT}$ + $K_{ZUS, ARB}$
= 1.350,- €/ha + 1455,72 €/ha = 2.805,72 €/ha

Somit betragen die Gesamtkosten K für diese Variante:

K = $K_{ENT, GES}$ + $K_{UNT, GES}$ + $K_{ZUS, GES}$
= 2.724,- €/ha + 2.805,72 €/ha = 5.529,72 €/ha

3.3.5 Interpretation und Diskussion

Die Analyse und Diskussion der Ursachen für Effektivitäts- und Kostenunterschiede verschiedener Varianten entsprechend des Methodenbausteins in Kap. 3.2.5 ist an dieser Stelle nicht möglich, da es sich um eine singuläre Beispielfläche handelt. Im Folgenden werden daher lediglich die Gründe für den ermittelten Effektivitätswert und die Zusammensetzung der Kosten erläutert.

Der geringe Wert für die Effektivität ist auf die geringen Punktwerte fast aller Bewertungskriterien zurückzuführen. Einzige Ausnahme sind die Degenerationszeiger. Aufgrund der dicht schließenden Grasnarbe konnten sich nur wenige dieser Arten etablieren und ausbreiten. Die Fläche ist grasdominiert und wird vor allem aus *Festuca rubra agg*. und *Elytrigia repens* aufgebaut. Kennarten sind selten und kommen lediglich mit niedrigen bis mittleren Frequenzen vor. Die Dominanz von *Festuca rubra agg*. ist durch den hohen Anteil dieser Problemart in der Saatgutmischung zu erklären. Auch die niedrige Zahl und der geringe Anteil der Kennarten korrespondiert mit der Zusammensetzung der Saatgutmischung. *Elytrigia repens* war wahrscheinlich im Boden vorhanden und konnte aufgrund seiner guten vegetativen Ausbreitungskraft einen Deckungsgrad von ca. 30 % erreichen. Die Streuschicht wird vor allem durch die beiden dominanten Gräser gebildet. Sie wirkt aufgrund ihrer Dichte und Dicke entwicklungshemmend.

Die Gesamtkosten der Variante werden durch die notwendigen Nachbesserungsmaßnahmen in die Höhe getrieben. Besonders die kostenintensive Nachsaat mit zielbiotoptypischen Arten, die für einen Bestandumbau unumgänglich ist, zieht hohe Kosten nach sich. Diese wären bei Verwendung einer besser auf den Zielbiotoptyp abgestimmten Saatgutmischung vermeidbar gewesen.

3.3.6 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

Zur Ableitung von Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen entsprechend Kap. 3.2.6 müssten mehrere Varianten untersucht werden. Daher können weder Empfehlungen für geeignete Varianten gegeben, noch Hinweise zur Anwendung geeigneter Varianten erarbeitet werden.

Es bleibt lediglich festzuhalten, dass die Einsaat mit RSM 7.1.2, die auf der Beispielfläche durchgeführt wurde, für die Errreichung des Entwicklungszieles ungeeignet erscheint.

4 Exemplarische Anwendung des methodischen Ansatzes auf ausgewählte Maßnahmen im Land Sachsen-Anhalt

4.1 Auswahl der Untersuchungsflächen

In den Jahren 2002 bis 2004 wurden in Sachsen-Anhalt landesweit Maßnahmen zur Etablierung von mesophilen Grünländern recherchiert. Die Recherchen erfolgten mittels Befragungen bei Unteren Naturschutzbehörden, ausgewählten Vorhabenstägern (Straßenbaubehörden, Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH, Deutsche Bahn AG, Wasserstraßenneubauamt) und Ämtern für Landwirtschaft und Flurneuordnung. Sie wurden durch Geländebegehungen ergänzt. Da erst nach 1990 in Sachsen-Anhalt die Etablierung von Grünländern durchgeführt wurde (Kompensationsmaßnahmen, Vertragsnaturschutzmaßnahmen), sind alle recherchierten Flächen im Sinne des Kap. 3.2.2 als jung zu bezeichnen.

Die Untersuchungsflächen wurden anhand folgender Kriterien ausgewählt:

- abgeschlossene Entwicklungspflege bzw. Mindestalter von drei Jahren,
- nachvollziehbare und lückenlose Dokumentation der Erstinstandsetzungs- und Pflegemaßnahmen,
- vertragsgemäße Umsetzung der Erstinstandsetzungs- und Pflegemaßnahmen,
- Angabe des Entwicklungszieles mindestens auf der Ebene von Biotoptypengruppen.

Nicht alle der von Behörden oder Vorhabensträgern angegebenen Flächen entsprachen diesen Kriterien. Die häufigsten Gründe waren fehlende oder lückenhafte Angaben zu Erstinstandsetzungs- und Pflegemaßnahmen, nicht vertragsgemäße Umsetzung der Erstinstandsetzungs- und Pflegemaßnahmen sowie fehlende oder unkonkrete Entwicklungsziele. Besonders häufig traten diese Defizite bei Kompensationsmaßnahmen im Geltungsbereich von Bebauungsplänen sowie bei kleineren Vorhaben auf (z.B. Bau einzelner Windkraftanlagen).

Die Geländeerfassungen auf den 135 ausgewählten Flächen wurden in den Vegetationsperioden der Jahre 2003 und 2004 durchgeführt.

Ca. 68 % der Maßnahmen zur Etablierung von Grünland in Sachsen-Anhalt zielen auf die Entwicklung von Extensivgrünland (Abb. 4-1). Die Kompensationsmaßnahmen der großen Eingriffsvorhaben (Neubau der BAB 38, BAB 14, ICE Strecke Halle/Leipzig-Nürnberg) konzentrieren sich auf die Ackerebenen und Niederungslandschaften im Süden Sachsen-Anhalts, die durch mäßig feuchte bis mäßig trockene, mäßig hoch bis hoch mit Nährstoffen versorgte Standorte geprägt sind.

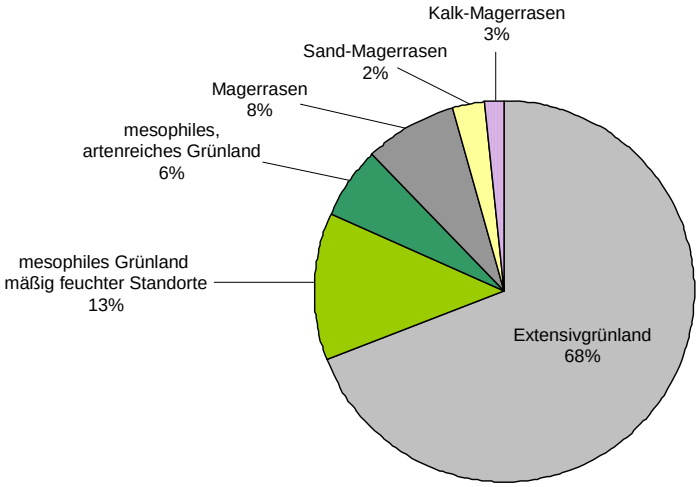


Abb. 4-1: Flächenanteil der Zielbiotoptypen in ha
(Zielbiotoptyp gemäß Planung der Vorhabensträger)

Die Untersuchungsflächen befinden sich in 34 Untersuchungsgebieten (Abb. 8-1 im Anhang). Die meisten sind von der DEGES geplante und umgesetzte Kompensationsmaßnahmen an den BAB 14 und BAB 38 (Abb. 4-2). Weitere Vorhabensträger kommen mit untergeordneter Bedeutung vor. Dies liegt primär an statistischen Effekten (großer Flächenanspruch der Autobahnen) und der Bevorzugung von gehölzbestimmten Maßnahmentypen bei kleineren Vorhaben und im Bereich von Bebauungsplänen. Den zweitgrößten Flächenanteil stellen Vertragsnaturschutzmaßnahmen. Dass im Zuge von Vertragsnaturschutzmaßnahmen auch Grünländer etabliert werden, ist bemerkenswert, da diese Maßnahmen i.d.R. Extensivierungen bestehender Intensivgrünländer zum Inhalt haben.

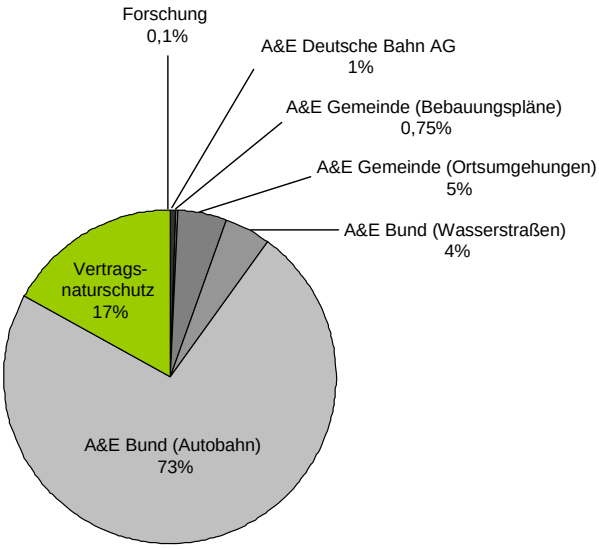


Abb. 4-2: Prozentuale Verteilung der Untersuchungsflächen nach Vorhabensträgern

4.2 Ableitung der Entwicklungsziele und Charakterisierung der Untersuchungsflächen

Im folgenden Abschnitt werden die Entwicklungsziele gemäß der Planung aufgeführt und ausgehend von den Standortbedingungen der Untersuchungsflächen auf ihre Realisierbarkeit überprüft. Zudem werden unkonkrete, für die Bewertung ungeeignete Ziele konkretisiert. Alle Flächen lassen sich einem von vier Zielbiotoptypen zuordnen. Diese decken den Bereich von mäßig trocken/nährstoffarm bis mäßig feucht/nährstoffreich ab.

Zudem werden die Untersuchungsflächen kurz charakterisiert. Dabei wird auf Alter, Lage und Standortbedingungen der Flächen, aber auch auf die unterschiedlichen Varianten die zur Etablierung der Zielbiotoptypen angewandt wurden, eingegangen.

4.2.1 Ableitung der Entwicklungsziele

Für 81 % der untersuchten Flächen wurden unkonkrete (Kompensationsflächen) oder keine (Vertragsnaturschutzmaßnahmen) Entwicklungsziele angegeben. Kompensationsflächen mit Zielangaben, wie „standortgerechte Wiese“, „Extensivgrünland“, „Grünland“ oder „artenreiches Extensivgrünland“ wurden in Abb. 4-1 dem Zielbiotop „Extensivgrünland“ zugeordnet. Auch die Vertragsnaturschutzflächen finden sich unter diesem Begriff wieder, da auf ihnen gemäß den Aussagen der Bewirtschafter und der zuständigen Unteren Naturschutzbehörden artenreiche Extensivgrünländer entwickelt werden sollen. Flächen, für die als Entwicklungsziel „Magerrasen“ festgesetzt wurde, wurden in Abb. 4-1 diesem Begriff zugeordnet. Auf den meisten Kompensationsflächen mit ausreichend konkreten Entwicklungszielen wird die Etablierung von mesophilem, artenreichem bzw. mesophilem Grünland mäßig feuchter Standorte angestrebt (Abb. 4-1).

Die standörtlichen Gegebenheiten der Flächen wurden gemäß Tab. 3-3 auf Seite 23 erfasst. Auf Grundlage dieser Angaben wurde entsprechend Abb. 3-6 auf Seite 36 für jede Untersuchungsfläche das Entwicklungsziel präzisiert, überprüft und ggf. angepasst. Für die meisten Flächen wurde der Zielbiotoptyp mesophiles, artenreiches Grünland festgesetzt. Dies spiegelt die naturräumliche Ausstattung der am stärksten von Eingriffen betroffenen Regionen Sachsen-Anhalts wider.

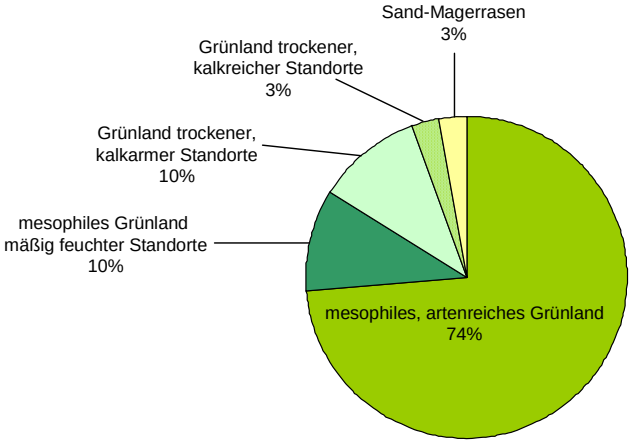


Abb. 4-3: Flächenanteil der Zielbiotoptypen in ha
(konkretisierte und überprüfte Ziele)

Die Abnahme des Anteiles von Zielbiotoptypen seltener und extremer Standorte und die Zunahme von Biotoptypen ausgeglichener Standorte im Vergleich zu den Planungsaussagen ist deutlich erkennbar (Abb. 4-2 und Abb. 4-3). Zielbiotoptypen trockener, flachgründiger, nährstoffarmer oder mäßig feuchter Standorte wurden oft ohne ausreichende Beurteilung des Standortpotenzials festgesetzt. Als Ergebnis der Entwicklungszielüberprüfung wurden für einige dieser Flächen Ziele abgeleitet, die durch weniger extreme Ausprägungen der entsprechenden Standortfaktoren gekennzeichnet sind. Einzelfallbezogene Ausführungen zu Änderungen des Entwicklungszieles finden sich in Kap. 4.4.

4.2.2 Charakterisierung der Untersuchungsflächen

Die 135 Untersuchungsflächen teilen sich auf die folgenden Zielbiotoptypen auf:

- mesophiles, artenreiches Grünland (88 Untersuchungsflächen),
- Grünland trockener, kalkreicher Standorte (17 Untersuchungsflächen),
- Grünland trockener, kalkarmer Standorte (18 Untersuchungsflächen),
- mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte (12 Untersuchungsflächen).

Die Flächen werden im Folgenden hinsichtlich Alter, angewandter Variante zur Etablierung des Zielbiotoptyps, Lage und Standortbedingungen charakterisiert:

Alter und Varianten

Die Mehrzahl der 88 Untersuchungsflächen des Zielbiotoptyps **mesophiles, artenreiches Grünland** sind Kompensationsflächen der BAB 14 und BAB 38. Zudem wurden Kompensationsflächen der ICE Strecke Erfurt-Leipzig-Halle, der Ortsumgehung Dardesheim und verschiedene Vertragsnaturschutzmaßnahmen untersucht. In der Altersstruktur der untersuchten Flächen spiegeln sich die Umsetzungszeitpunkte der Kompensationsmaßnahmen an der BAB 14 und BAB 38 wider. Die Flächen der BAB 38 waren zum Aufnahmezeitpunkt drei bzw. vier Jahre, die der BAB 14 sechs Jahre alt (Abb. 4-4). Die ältesten Untersuchungsflächen sind meist Vertragsnaturschutzflächen.

Die Untersuchungsflächen lassen sich in Abhängigkeit von den Erstinstandsetzungsmaßnahmen in acht Gruppen gliedern (Tab. 4-2, Abb. 4-4). Ca. 80 % der Flächen wurden mit einer handelsüblichen Regelsaatgutmischung (RSM) angesät. Die restlichen Flächen wurden der Selbstberasung überlassen. Während auf den Kompensationsflächen RSM (vor allem RSM 7.1.2) ausgebracht wurden, wurden die Vertragsnaturschutzflächen mit der in der Landwirtschaft verbreiteten SM Country angesät. Das Saatgut wurde meist im Frühjahr, in Stärken von 3 bis 20 g/qm ausgebracht. Zur Zusammensetzung der Saatgutmischungen siehe Tab. 4-1 auf den Seiten 50ff. Eine Unterteilung nach Art und Häufigkeit der Pflege kann nicht vorgenommen werden, da es diesbezüglich keine nennenswerten Unterschiede gibt. Die Flächen werden seit der Fertigstellungspflege alle zweimal jährlich gemäht, wobei das Mahdgut von den Flächen entfernt wird. Ausnahmen sind Flächen an der BAB 38, die während der Fertigstellungs- und Entwicklungspflege eine häufigere Pflege erfuhren. Alle Flächen wurden spätestens seit Beginn der Entwicklungspflege nicht gewalzt.

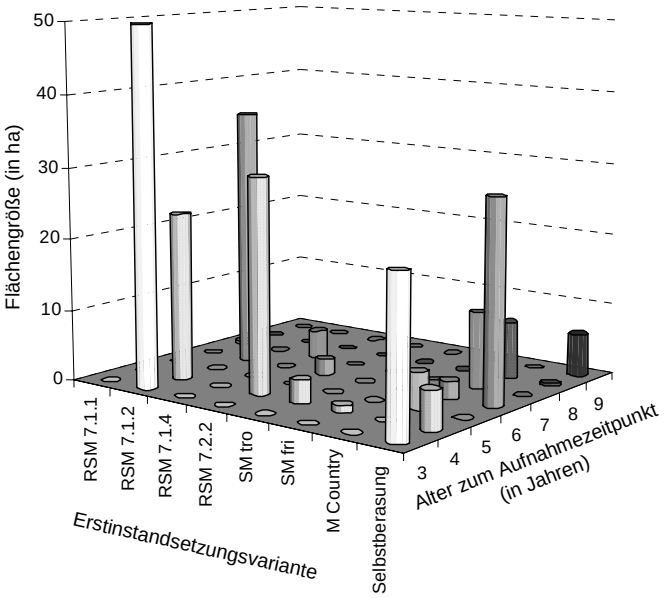


Abb. 4-4: Untersuchungsflächenalter und angewandte Erstinstandsetzungsmaßnahmen bei der Etablierung von artenreichem, mesophilem Grünland

Alle 17 Untersuchungsflächen des Zielbiotoptyps **Grünland trockener, kalkreicher Standorte** sind Kompensationsflächen. Der überwiegende Teil liegt an der Südharzautobahn BAB 38 oder in der Nähe von Magdeburg, an der BAB 14. Zwei weitere Flächen sind Kompensationsflächen der Ortsumgehung Dardesheim. Die Flächen waren zum Zeitpunkt der Untersuchung zwischen drei und acht Jahren alt.

Zur Erreichung des Entwicklungszieles wurden die Flächen mit RSM 7.1.2 (unter Beimischung von *Arrhenatherum elatius)* eingesät (zur Zusammensetzung der Saatgutmischung siehe Tab. 4-1, Seiten 50ff) oder der Selbstberasung überlassen (Tab. 4-2 auf den Seiten 53f, Abb. 4-5). Das Saatgut wurde im Frühjahr, in Stärken von 10 g/qm bis 20 g/qm ausgebracht. Alle Flächen wurden zweimal jährlich gemäht. Das Mahdgut wurde entfernt.

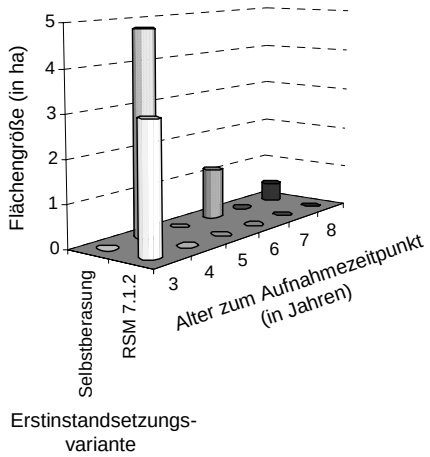


Abb. 4-5: Untersuchungsflächenalter und angewandte Erstinstandsetzungsmaßnahmen bei der Etablierung von Grünland trockener, kalkreicher Standorte

Ungefähr zwei Drittel der 18 Untersuchungsflächen des Zielbiotoptyps **Grünland trockener, kalkarmer Standorte** sind Vertragsnaturschutzflächen. Die meisten Flächen waren zum Untersuchungszeitpunkt zwischen drei und neun Jahren alt. Ausnahmen sind die Flächen im Untersuchungsgebiet (UG) Brückmühle (zwei Jahre) und im UG Stakelitz (zwölf Jahre).

Für die Etablierung kamen drei verschiedene Erstinstandsetzungsvarianten zum Einsatz (Tab. 4-2 auf den Seiten 53f, Abb. 4-6). Die Vertragsnaturschutzflächen wurden entweder mittels Einsaat der SM Country (zur Zusammensetzung der Saatgutmischung siehe Tab. 4-1, Seiten 50ff) oder Heublumensaat begrünt. Die Ansaatmenge betrug 20 g/qm, die Saat erfolgte im Frühjahr. Heublumensaat ist ein traditionelles, selten angewandtes Verfahren, bei dem das Feinmaterial, das bei Trocknung und Lagerung des Heus in den Scheunen anfällt, für die Ansaat genutzt wird. Auf den Kompensationsflächen des Wasserstraßenkreuzes Magdeburg (UG Burg) fand keine Initialsetzung statt. Alle Flächen wurden ein- bis zweimal jährlich gemäht, da sich der zweite Aufwuchs aufgrund der geringen Ertragsfähigkeit der Böden nur in sehr guten Jahren verwerten ließ.

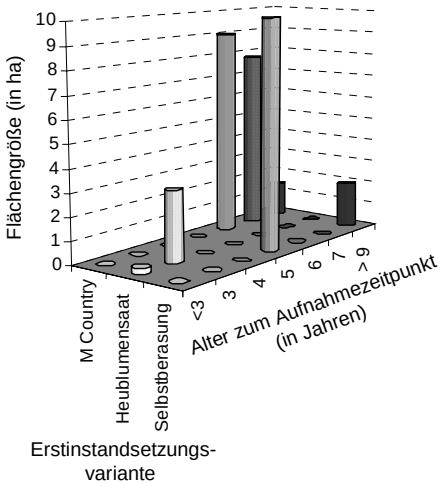


Abb. 4-6: Untersuchungsflächenalter und angewandte Erstinstandsetzungsmaßnahmen bei der Etablierung von Grünland trockener, kalkarmer Standorte

Die meisten der 12 Untersuchungsflächen des Zielbiotoptyps **mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte** sind Kompensationsflächen der BAB 14. In wesentlich geringerem Umfang ist dieser Biotoptyp auf Kompensationsflächen der Ortsumgehung Freyburg sowie auf Vertragsnaturschutzflächen Entwicklungsziel. Die Flächen waren zum Zeitpunkt der Untersuchung drei bis acht Jahre alt.

Alle Flächen werden zweimal jährlich gemäht. Mit Ausnahme einer Fläche wurden alle mittels Einsaat begrünt (Tab. 4-2, Seiten 53f). Dabei kamen fünf unterschiedliche Mischungen zum Einsatz, von denen drei speziell für dieses Entwicklungsziel zusammengestellt wurden (zur Zusammensetzung der Saatgutmischungen siehe Tab. 4-1, Seiten 50ff). Die Ansaat erfolgte meist im Frühjahr mit Mengen von 3 bis 20 g/qm. Da jede der Erstinstandsetzungsvarianten nur in einem UG angewandt wurde und die Maßnahmen unterschiedlich alt sind (Abb. 4-7), ist nur eine beschreibende Gegenüberstellung möglich.

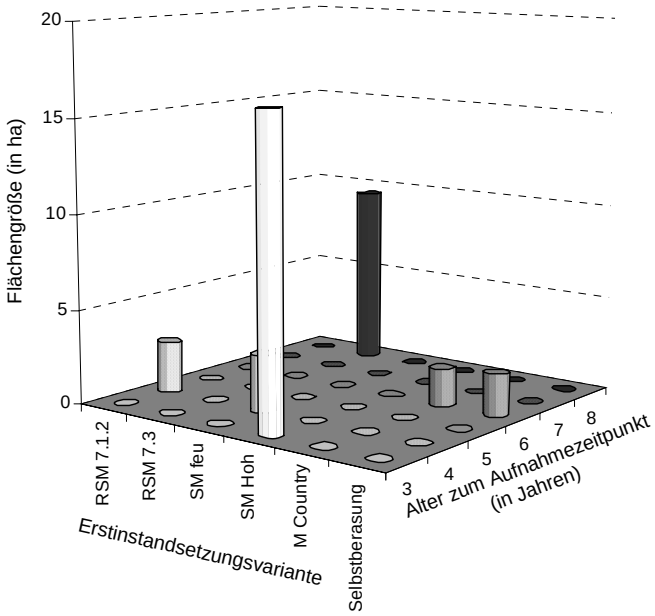


Abb. 4-7: Untersuchungsflächenalter und angewandte Erstinstandsetzungsmaßnahmen bei der Etablierung von mesophilem Grünland mäßig feuchter Standorte

Tab. 4-1: Zusammensetzung der Saatgutmischungen (Angaben in %)

Art / Sorte	RSM 7.1.1	RSM 7.1.2	RSM 7.2.2	RSM 7.3	RSM 7.1.4	SSM tro	SSM fri	SSM feu	SSM Hoh	SM Country
Achillea millefolium		0,2	0,2		1,6				1,7	
Agrostis capillaris	10,0	10,0		5,0	10,0	10,0			1,6	
Agrostis stolonifera				5,0				1,0		
Alopecurus pratensis								12,5		
Anthriscus sylvestris							1,0		1,1	
Arrhenatherum elatius					10,0	20,0	35,0	30,0	15,7	
Betonica officinalis								0,5		
Bromus erectus						2,5				
Bromus mollis						5,0	7,5			
Campanula patula						0,3	0,5	0,50		
Carum carvi									20,4	
Centaurea jacea		0,2	0,1	0,5	1,6		0,5		0,5	
Centaurea scabiosa			0,1							
Cirsium oleraceum				0,5				1,0		

Art / Sorte	RSM 7.1.1	RSM 7.1.2	RSM 7.2.2	RSM 7.3	RSM 7.1.4	SSM tro	SSM fri	SSM feu	SSM Hoh	SM Country
Crepis biennis				0,5	2,0	0,3	0,5			
Dactylis glomerata					10,0					40,0
Daucus carota		0,1	0,1		1,2				4,4	
Deschampsia cespitosa								2,0		
Festuca cinerea	35,0	35,0	52,3		5,0					
Festuca nigrescens	20,0		10,0							
Festuca ovina duriuscula				20,0						
Festuca pratensis							10,0		21,0	
Festuca rubra cummutata				15,0						
Festuca rubra rubra	10,0	40,0	15,0	20,0	30,0	35,0	25,0	25,0	17,3	20,0
Festuca rubra trichophylla	10,0		5,0	10,0						
Filipendula ulmaria				0,5				0,5		
Galium mollugo			0,2			0,3	0,3	0,2	0,6	
Galium verum		0,1	0,1		1,2	0,5		0,4		
Geranium pratense				0,5	2,0		1,0		0,4	
Holcus lanatus						5,0		10,0		
Hypochaeris radicata						1,0				
Leontodon autumnalis		0,1	0,2		1,2				0,2	
Leucanthemum vulgare		0,3	0,2	0,5	1,6	1,0	1,0		2,1	
Lolium perenne	5,0	5,0	15,0	15,0	5,0					
Lolium perenne Gazetta/Tapirus/Ligunde										10,0
Lolium perenne Lihersa/Trapez										10,0
Lolium perenne Lilora/Liprinta/Lipresso										10,0
Lotus corniculatus		0,2	0,2		1,2					
Lychnis flos-cuculi				0,5						
Medicago lupulina		0,1	0,2		1,2					

Art / Sorte	RSM 7.1.1	RSM 7.1.2	RSM 7.2.2	RSM 7.3	RSM 7.1.4	SSM tro	SSM fri	SSM feu	SSM Hoh	SM Country
Onobrychis viciifolia			0,8							
Pastinaca sativa				0,5		2,0	1,0			
Phleum pratense									1,8	
Pimpinella major		0,1	0,1		1,2					
Plantago lanceolata		0,1	0,1		0,8		0,5		1,7	
Poa pratensis	10,0	10,0			10,0	10,0	10,0	15,0		
Poa trivialis				5,0			5,0			
Polygonum bistorta				0,5				0,2		
Ranunculus acris								0,2		
Salvia pratensis			0,2			1,0				
Sanguisorba minor						2,0				
Sanguisorba muricata		0,1	0,1		1,2					
Silaum silaus								0,5		
Silene vulgaris						0,5				
Symphytum officinalis				0,5						
Tragopogon pratensis					2,0	0,5	1,0			
Trifolium pratense									9,4	
Trifolium repens										10,0
Trisetum flavescens						2,5				
Veronica chamaedrys							0,3			
Viola tricolor						0,3				
Kräuteranteil	0,0	1,6	2,9	5,0	20,0	9,5	7,5	4,5	42,5	10,0

Erläuterung der Kürzel der Saatgutmischungen:

RSM 7.1.1	Regelsaatgutmischung 7.1.1
RSM 7.1.2	Regelsaatgutmischung 7.1.2
RSM 7.2.2	Regelsaatgutmischung 7.2.2
RSM 7.3	Regelsaatgutmischung 7.3
RSM 7.1.4	Regelsaatgutmischung 7.4.1
SSM tro	Sondermischung für trockene Standorte
SSM fri	Sondermischung für frische Standorte
SSM feu	Sondermischung für feuchte Standorte
SSM Hoh	Sondermischung für das Untersuchungsgebiet Hohenerxleben
SM Country	Saatgutmischung Country

Tab. 4-2: Flächenanzahl, Alter und Erstinstandsetzungsvarianten

Erstinstandsetzungs-variante	Alter	Untersuchungsflächen*	N
Zielbiotoptyp mesophiles, artenreiches Grünland			
Einsaat mit RSM 7.1.1	7 Jahre	M0Six3, 4	2
Einsaat mit RSM 7.1.2	3 Jahre	G0Muh1-4, 6-10; G0Osm1-3; M0Beu1, 2; M0Bey2, 3; M0Teu3-6, 9, 10	22
	4 Jahre	G0Muh5; G0Nie2, 3, 7-9, 14	7
	6 Jahre	G0Gro1-5, 8, 9, 21-24	11
Einsaat mit RSM 7.2.2	4 Jahre	G0Gal1-5; G0Glg1; G0Mar1-3	9
	6 Jahre	M0Gro8-10	3
Einsaat mit RSM 7.1.4	7 Jahre	G0Six1-5	5
Einsaat mit SSM tro	4 Jahre	G0Nie1	1
Einsaat mit SSM feu	4 Jahre	G0Nie4	1
Einsaat mit SM Country	5 Jahre	G0Lon1, 2	2
	6 Jahre	G0Sie1	1
	7 Jahre	G0Hyo1-3	3
	8 Jahre	G0Dro1, 2	2
	9 Jahre	G0Smi1, 2	2
Selbstberasung	3 Jahre	G0Tei1, 2; G0Wic1, 2	4
	4 Jahre	G0Mod1, 2	2
	6 Jahre	G0Gro6, 7, 10, 11, 13, 14, 15; 18, 19, 20	10
	8 Jahre	M0Hal3	1
Zielbiotoptyp Grünland trockener, kalkreicher Standorte			
Einsaat mit RSM 7.1.2	3 Jahre	M0Bey1; M0Teu1, 2, 7, 8, 11, 12	7
Selbstberasung	4 Jahre	M0San1-7	7
	6 Jahre	G0Gro16	1
	8 Jahre	M0Hal1, 2	1

Erstinstandsetzungs-variante	Alter	Untersuchungsflächen*	N
Zielbiotoptyp Grünland trockener, kalkarmer Standorte			
Einsaat mit SM Country	6 Jahre	G0Buk2, 3	2
	7 Jahre	G0Hyn1; G0Hyw1	2
	12 Jahre	G0Sta1	1
Heublumensaat	3 Jahre	G0Bru1-3	3
Selbstberasung	5 Jahre	M0Bur1, 2, 5-9	7
	6 Jahre	M0Bur12, 13	2
	12 Jahre	G0Sta2;	1
Zielbiotoptyp mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte			
Einsaat mit RSM 7.1.2	4 Jahre	G0Nie6	1
Einsaat mit RSM 7.3	8 Jahre	G0Fre1-2	2
Einsaat mit SSM feu	4 Jahre	G0Nie5	1
Einsaat mit SSM Hoh	3 Jahre	G0Hoh1-6	6
Einsaat mit SM Country	6 Jahre	G0Buk1	1
Selbstberasung	6 Jahre	G0Gro17	1

*Die Erläuterung der Flächenkürzel erfolgt in Tab. 8-1 im Anhang.

Lage und Standort

Die Lage aller Untersuchungsflächen ist aus Abb. 8-1 im Anhang ersichtlich.

Die Flächen des Zielbiotoptyps **mesophiles, artenreiches Grünland** befinden sich in den agrarisch geprägten Gebieten der Magdeburger Börde, des Köthener und Halleschen Ackerlandes, des Unteren Saaletals, des Helme-Unstrut-Buntsandsteinlandes, des Nordöstlichen Harzvorlandes und am östlichen Rand des Südlichen Harzvorlandes. Mit Ausnahme einiger Flächen in der submontanen Höhenstufe des nordöstlichen und südlichen Harzvorlandes sowie des Helme-Unstrut-Buntsandsteinlandes liegen alle Flächen in der planaren bis kollinen Stufe. Die Flächen im Harzvorland können trotz ihrer Höhenlage diesem Zielbiotoptyp zugeordnet werden, da Glatthaferwiesen hier bis zur submontanen Stufe emporsteigen (HUNDT 1966; vgl. Kap. 3.2.1).

Die weitgehend ebenen Böden der Untersuchungsflächen sind frisch bis mäßig frisch. Die natürliche landwirtschaftliche Kulturfähigkeit ist überwiegend sehr hoch (Ackerzahl > 70), was den Nährstoffreichtum der Flächen widerspiegelt. Die reichsten Standorte befinden sich in der Magdeburger Börde und dem Halleschen Ackerland. Bei den Böden handelt es sich um tiefgründige Lehme, denen in unterschiedlichen Anteilen Sand und Ton beigemengt ist (LAU 2000). Das Ausgangsgestein ist meist Löß.

Die Untersuchungsflächen sind in unterschiedlich große Untersuchungsgebiete eingebettet (1,5 ha bis 60 ha), die meist weitere Wiesenflächen enthalten. Lieferbiotope in Form gut ausgeprägter Wiesen des Zielbiotoptyps sind in der näheren Umgebung der Flächen (< 100 m) sehr selten und in der weiteren Umgebung (> 100 m) selten und nur kleinflächig anzutreffen. Biotoptypen, die Degenerationszeiger und Problemarten enthalten (z.B. Ruderalfluren) sind hingegen häufig Kontaktbiotope der Flächen.

Die Flächen des Zielbiotoptyps **Grünland trockener, kalkreicher Standorte** befinden sich im Südlichen bzw. Nördlichen Harzvorland, dem Unteren Saaletal und der Magdeburger Börde.

Alle Untersuchungsflächen sind süd- bis südwestexponiert und weisen eine Hangneigung um 10° auf. Die mäßig trockenen bzw. wechseltrockenen und vergleichsweise flachgründigen Böden sind lößlehmbestimmt. Aufgrund ihrer Flachgründigkeit und der daraus resultierenden Bodenfeuchte sowie der Morphologie erreichen die Böden Ackerzahlen zwischen 40 und 60 (mittlere bis hohe landwirtschaftliche Nutzungsfähigkeit).

Die Biotopausstattung in der Nachbarschaft der Untersuchungsflächen ist sehr unterschiedlich. Die Umgebung des im Südlichen Harzvorland gelegenen, ca. 5 ha großen UG Sangerhausen an der BAB 38 ist kleinteilig strukturiert. Die Kontaktbiotope (Halbtrockenrasen, meso- und thermophile Gebüsche und Säume, Obstwiesen, Forste sowie ackerbaulich genutzte Flächen) enthalten sowohl Degenerationszeiger und Problemarten als auch typische Arten des Zielbiotoptyps. Die Umgebung der ca. 0,5 ha großen, im Unteren Saaletal gelegenen Fläche dieses Zielbiotoptyps an der BAB 14 im UG Gröna sowie der Flächen im UG Halberstadt (Nördliches Harzvorland) ist agrarischer geprägt und weist deutlich weniger naturnahe und natürliche Biotope auf als die Umgebung der Flächen an der BAB 38. Kontaktbiotope umfassen grasreiche Wegsäume, artenarme Extensivgrünländer und Halbtrockenrasen. Letztere sind aufgrund mangelnder Pflege in großen Bereichen vergrast bzw. versaumt und weisen eine verarmte Artenausstattung auf. Sie kommen daher nur in begrenztem Maße als Lieferbiotope für Kennarten in Betracht. Die wenigsten Kennarten wurden in der ca. 0,5 ha großen Umgebung der Untersuchungsfläche im UG Teufelsküchenberg an der BAB 14 gefunden. Dieses Gebiet befindet sich in stark bewegtem Gelände, welches reliefabhängig von Gehölzbeständen, Stillgewässern sowie grasreichen nitrophilen und mesophilen Säumen geprägt ist und inmitten ausgeräumter Agrarlandschaften liegt. Kontaktbiotope sind artenarme Intensivgrünländer und ausdauernde Ruderalfluren.

Die einzigen Kompensationsflächen des Zielbiotoptyps **Grünland trockener, kalkarmer Standorte** liegen im Tangermünder Elbtal im UG Burg. Dieses Gebiet umfasst mehrere Ausgleichsflächen des Wasserstraßenkreuzes Magdeburg, die gemäß Landschaftspflegerischem Begleitplan zu Sandmagerrasen entwickelt werden sollten. Die Mehrzahl der Vertragsnaturschutzflächen dieses Zielbiotoptyps liegt in der planaren Stufe am Rand großer Stromtäler (Muldetal, Tangermünder Elbtal). Nur die Flächen der UG Hayn-West und Hayn-Nord im südlichen Unterharz befinden sich in der submontanen Stufe. Da nach HUNDT (1966) planar bis kollin verbreitete Grünlandtypen im Harz bis in die submontane Stufe emporsteigen, können diese Flächen im Unterharz gemeinsam mit den Flächen der planaren Stufe betrachtet werden (siehe auch Kap. 3.2.1).

Die stets tiefgründigen Böden der Untersuchungsflächen sind durch lehmigen bis anlehmigen Sand bestimmt. Infolge des Lehmanteils trocknen die Böden im Sommer nicht vollständig aus, sondern sind wechseltrocken. Die landwirtschaftliche Ertragsfähigkeit ist gering bis mittel (Ackerzahlen zwischen 30 und 50). Die in oder am Rande der großen Stromtäler gelegenen Flächen der planaren Stufe sind durch kaum bewegtes Relief gekennzeichnet. Die Flächen der submontanen Stufe im Unterharz befinden sich hingegen in Gebieten mit höherer Reliefenergie. Sie sind sehr schwach bis schwach geneigt.

Die Untersuchungsflächen sind drei bis neun Hektar groß. Die Umgebung der Vertragsnaturschutzflächen ist durch Wälder, Gebüsche, Grünländer, Äcker und Säume geprägt. Obwohl diese Biotoptypen jeweils in unterschiedlichen Anteilen auftreten, sind stets Kontaktbiotope mit zielbiotoptypischen Arten vorhanden. Die Kompensationsflächen im UG Burg sind von Wiesen, mageren Wegsäumen und Sandmagerrasen unterschiedlicher Sukzessionsstadien umgeben. Letztere sind reich an Kennarten des Zielbiotoptyps.

Die Kompensationsflächen des Zielbiotoptyps **mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte** befinden sich in der planaren Stufe der Bode- bzw. Unstrutniederung. Die Vertragsnaturschutzfläche liegt in einer kleineren Bachniederung im Roßlauer-Wittenberger Vorfläming.

Bei den Böden handelt es sich meist um Auenlehme. Die Fläche im Roßlauer-Wittenberger Vorfläming ist dagegen durch eine Fahlerde geprägt. Die überwiegend lehmigen Böden sind mäßig feucht, weisen aufgrund der Regulierung der angrenzenden Fließgewässer jedoch nur geringe Feuchteschwankungen im Jahresverlauf auf. Da die Flächen weitgehend eben sind, tritt kein Wechsel zwischen unterschiedlich lang vernässten Bereichen auf. Die Böden sind daher ackerfähig. Die Ackerzahlen liegen über 70 und kennzeichnen die hohe landwirtschaftliche Bedeutung dieser Standorte.

Alle Untersuchungsflächen erstrecken sich auf einer Breite bis 50 m entlang eines Gewässers und sind zwischen 2 ha und 16 ha groß. Das Untersuchungsdesign für die floristischen und strukturellen Erfassungen musste entprechend angepasst werden (Größe der Aufnahmeflächen: 50 m x 200 m) (vgl. Kap 3.2.3). Sowohl in den Flusstälern als auch in dem Bachtal sind typische artenreiche, mäßig feuchte Wiesen infolge von Regulierungsmaßnahmen und Nutzungsänderungen selten. Nur vereinzelt wurden Kennarten in den (unterschiedlich breiten) Gewässerrandstreifen, die an die Untersuchungsflächen angrenzen, gefunden.

4.3 Bewertungskonzeption

In diesem Abschnitt wird die Vorgehensweise bei der konkreten Ausgestaltung der Bewertungskriterien aus lokalen Literaturquellen erläutert. Anschließend werden die vier Zielbiotoptypen kurz charakterisiert sowie Kennarten, Degenerationszeiger und Problemarten aufgeführt. Die Artauswahl wird kurz begründet.

Ausgangspunkt für die die Bestimmung der Kennarten sind die Stetigkeitslisten der entsprechenden Pflanzengesellschaften der Zielbiotoptypen in SCHUBERT (2001). Diese enthalten Charakterarten und wichtige bestandsbildende Arten. Unter Berücksichtigung weiterer lokaler Literatur (Tab. 4-3) wurden aus dieser Liste Kennarten für die vier Zielbiotoptypen ausgewählt. Die Charakterisierung der Zielbiotoptypen sowie die Zusammenstellung der Degenerationszeiger und Problemarten erfolgten ausschließlich auf Grundlage lokaler Literatur (Tab. 4-3).

Für den Zielbiotoptyp mesophiles, artenreiches Grünland wurde Literatur aus dessen Schwerpunktverbreitungsgebieten ausgewertet (Ackerebenen, Hügelländer, Schichtstufenländer, Mittelgebirgsvorläufer). Aufgrund der langjährigen intensiven ackerbaulichen Nutzung potenzieller Grünlandstandorte, die zum weitgehenden Verschwinden artenreicher Grünländer führte, konzentrieren sich gut ausgeprägte Grünländer aktuell auf trockenere Standorte in Fluss- und Bachauen (vor allem Saale- und Fuhneaue).

Für den Zielbiotoptyp „Grünland trockener, kalkreicher Standorte“ steht vergleichsweise wenig Literatur zur Verfügung. Infolge der weit verbreiteten Ackernutzung von geeigneten Standorten für diese Grünländer sind sie nur selten und kleinflächig in Sachsen-Anhalt anzutreffen. Dies erklärt auch die geringe Zahl entsprechender Untersuchungsflächen. Der räumliche Schwerpunkt von Arbeiten zu Grünländern trockener, kalkreicher Standorte liegt in den Stromtälern von Elbe und Saale, dem Mansfelder Land und dem südlichen Harzvorland. Grünländer trockener, kalkarmer Standorte sind in Sachsen-Anhalt ebenfalls selten. Entsprechend spärlich ist die auswertbare Literatur.

Auch Beispiele von gut ausgeprägten mesophilen Grünländern mäßig feuchter Standorte sind in Sachsen-Anhalt nur wenig vorhanden, da viele Grünländer entsprechender Standorte aufgrund ihres Ertragreichtums und der hohen Futterqualität mittels früher und häufiger Mahd und starker (Gülle)-Düngung genutzt werden.

Tab. 4-3: Verwendete Literatur für die Zusammenstellung von Kennarten, Degenerationszeigern und Problemarten

Zielbiotoptyp	Verwendete Literatur
mesophiles, artenreiches Grünland	NITSCHKE (O.J.), HUNDT (1955), HUNDT (1964), KLEINKE (1964), HUNDT (1966), WESTHUS (1980), ROSSEL (1981), GROSSE (1983), FRANK (1985), KÄSTNER (1988), WEIDENMÜLLER (1988), WINTER (1993), BRUELHEIDE (1995), SCHWENDEL (1995), SUK (1995)
Grünland trockener, kalkreicher Standorte	HUNDT (1955), KLEINKE (1964), HUNDT (1966), STOLZ (1967), RÖTLING (1971), HÖGEL (1991), SCHWENDEL (1995)
Grünland trockener, kalkarmer Standorte	HUNDT (1955), HUNDT (1966), HUNDT (O.J.)
mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte	HUNDT (1955), HUNDT (1964), KLEINKE (1964), STOLZ (1967), KRUMBIEGEL (1986), KÄSTNER (1988), HÖGEL (1991), WINTER (1993)

Eine Zusammenstellung wichtiger Charakteristika der Zielbiotoptypen enthält Tab. 4-4. Dabei wird deutlich, dass die Grünländer trockener, kalkreicher Standorte die arten- und kräuterreichsten und die mesophilen Grünländer mäßig feuchter Standorte die arten- und kräuterärmsten Biotoptypen sind. Entsprechend wurden für die Grünländer trockener, kalkreicher Standorte die meisten und die mesophilen Grünländer mäßig feuchter Standorte die wenigsten Kennarten abgeleitet (Tab. 4-5, Seite 60).

Die Unterschiede in der Artenzusammensetzung spiegeln sich in der Struktur wider. Die mesophilen Grünländer mäßig feuchter Standorte weisen aufgrund ihres Reichtums an Obergräsern eine deutlich homogenere Biotopstruktur auf. Die Struktur der anderen Zielbiotoptypen ist ebenfalls unterschiedlich. So verschiebt sich der Schwerpunkt der Biomasseentwicklung mit zunehmender Trockenheit und Nährstoffarmut in die Unter- und Mittelschicht.

Die Degenerationszeiger sind für fast alle Zielbiotoptypen gleich (entsprechend Kap. 3.2.2: Neophyten, Ruderalisierungs-, Eutrophierungs- und Verbuschungszeiger). Dabei wurden nicht alle in der Literatur genannten Degenerationszeiger als solche gewertet. Ausgeschlossen wurden einjährige, nicht invasive Arten, die i.d.R. nicht flächendeckend auftreten oder konkurrenzschwach sind (z.B. *Descurainia sophia, Conyza canadensis, Hypericum perforatum, Linaria vulgaris, Poa annua, Sinapis arvensis, Stellaria media, Sisymbrium spec.*). Bei den mesophilen Grünländern mäßig feuchter Standorte ist die Liste der Degenerationszeiger kürzer als bei den anderen Grünlandbiotoptypen, da Arten frischer bis mäßig trockener Standorte herausfallen.

Die Liste der Problemarten setzt sich bei allen Zielbiotoptypen aus Intensivgrünlandarten, gebietsfremden Arten und Herkünften von Arten bzw. Zuchtsorten aus RSM zusammen, für die aus der Literatur (z.B. MOLDER 2000, KRAUSE 1989) oder eigenen Beobachtungen die Herausbildung entwicklungshemmender Dominanzen bekannt ist. Sie sind daher nur dann als Problemart anzusehen, sofern es sich um gebietsfremde Arten, Herkünfte oder Zuchtsorten handelt. Beispielsweise können die aus Saatgutmischungen stammenden, gebietsfremden Herkünfte von *Festuca rubra agg.* , *Leucanthemum vulgare, Lotus corniculatus* und *Plantago lanceolata* aufgrund ihrer physiologischen Merkmale auf allen untersuchten Standorten entwicklungshemmend hohe Deckungen erreichen.

Tab. 4-4: Charakterisierung der Zielbiotoptypen

Charakteristika	Mesophile, artenreiche Grünländer	Grünländer trockener, kalkreicher Standorte	Grünländer trockener, kalkarmer Standorte	Mesophile Grünländer mäßig feuchter Standorte
Pflanzensoziologische Zordnung	Dauco-Arrhenatherum elatioris (Br.Bl. 1919) Görs 1966	Dauco-Arrhenatherum elatioris Subass. von *Salvia pratensis*	Arrhenatherion-Gesellschaften mit Magerkeitszeigern kalkarmer Standorte	Galio-molluginis-Alopecuretum pratensis Hundt (1954) 1968
Artenzusammen-setzung	artenreiche Wiesen mit hohem Kräuteranteil vor allem Arten mesophiler Standorte; in Norddeutschland gegenüber Süddeutschland floristisch verarmt (geringere Bodenerwärmung (POTT 1996, DIERSCHKE & BRIEMLE 2002)	sehr artenreiche Wiesen mit hohem Kräuteranteil zusätzlich zu Arten mesophiler Standorte Magerkeits- und Trockenzeiger; Arten nährstoffreicherer Standorte treten etwas zurück (Anklänge an Kalkmagerrasen)	artenreiche Wiesen mit hohem Kräuteranteil zusätzlich zu Arten mesophiler Standorte Magerkeits- und Trockenzeiger; Arten nährstoffreicherer Standorte treten deutlich zurück (Anklänge an Magerweiden und Sand-Magerrasen)	mäßig artenreiche, krautarme Wiesen Arten mesophiler, mäßig feuchter Standorte; Gräserdominanz
Biotopstruktur	strukturreich; Schwerpunkt der Biomasseentwicklung in Unter- und Mittelschicht; Oberschicht bis 1,50 m (v.a. *Arrhenatherum elatius*)	strukturreich; Schwerpunkt der Biomasseentwicklung in Unter- und Mittelschicht; Oberschicht bis 1,50 m (v.a. *Arrhenatherum elatius*)	strukturreich; Schwerpunkt der Biomasseentwicklung in Unter- und Mittelschicht (*Festuca rubra, Agrostis capillaris*); kaum Oberschicht	mäßig strukturreich; Schwerpunkt der Biomasseentwicklung in Oberschicht (v.a. *Alopecurus pratensis*),
Beispiele gut ausgeprägter Grünländer	 Grünland bei Trebbichau in der Fuhneaue	 Grünland am Rand des Saaletals; Foto: Dierschke in: DIERSCHKE & BRIEMLE (2002)	 Grünland bei Oranienbaum	 Lage unbekannt; Foto: Dierschke in: DIERSCHKE & BRIEMLE (2002)

Tab. 4-5: Kennarten, Degenerationszeiger und Problemarten der Zielbiotoptypen

Kennarten		Degenerationszeiger	Problemarten
Achillea millefolium[1, 2, 4]	*Lathyrus pratensis*[1, 4]	*Arctium lappa*[1, 2, 3, 4]	*Dactylis glomerata*[1, 2, 3, 4] (Zuchtsorte)
Agrostis capillaris[3]	*Leucanthemum vulgare*[1, 2, 4]	*Arctium tomentosa*[1, 2, 3, 4]	*Elytrigia repens*[1, 2, 3, 4]
Alopecurus pratensis[1, 4]	*Lychnis viscaria*[3]	*Artemisia vulgaris*[1, 2, 3, 4]	*Festuca rubra agg.*[1, 2, 3, 4] (Zuchtsorte)
Arrhenatherum elatius[1, 2, 3]	*Pastinaca sativa*[1, 2]	*Calamagrostis epigeijos*[1, 2, 3]	*Leucanthemum vulgare*[1, 2, 3, 4] (Zuchtsorte)
Campanula patula[1]	*Plantago lanceolata*[1]	*Carduus acanthoides*[1, 2, 3]	*Lotus corniculatus*[1, 2, 3, 4] (Zuchtsorte)
Cardamine pratensis[4]	*Plantago media*[2]	*Carduus crispus*[1, 2, 3, 4]	*Onobrychis viciifolia*[1, 2, 3, 4]
Centaurea jacea[1, 2]	*Ranunculus bulbosus*[2, 3]	*Cirsium arvense*[1, 2, 3, 4]	*Pimpinella anisum*[1, 2, 3, 4]
Cerastium arvense[3]	*Ranunculus repens*[4]	*Cirsium vulgare*[1, 2, 3]	*Plantago lanceolata*[1, 2, 3, 4] (Zuchtsorte)
Crepis biennis[1, 2]	*Rumex acetosa*[1, 2, 4]	*Galium aparine*[1, 2, 3, 4]	*Sanguisorba muricata*[1, 2, 3, 4]
Daucus carota[1, 2, 4]	*Rumex acetosella*[3]	*Rumex obtusifolius*[1, 2, 3, 4]	*Trifolium hybridum*[1, 2, 3, 4] (Zuchtsorte)
Dianthus carthusianorum[2]	*Salvia pratensis*[2]	*Solidago canadensis*[1, 2, 3, 4]	*Trifolium pratense*[1, 2, 3, 4] (Zuchtsorte)
Dianthus deltoides[3]	*Silene vulgaris*[3]	*Tanacetum vulgare*[1, 2, 3, 4]	*Trifolium repens*[1, 2, 3, 4] (Zuchtsorte)
Festuca rubra[3]	*Symphytum officinale*[4]	*Taraxacum officinale*[1, 2, 3, 4]	
Filipendula vulgaris[2]	*Tragopogon pratense*[1, 2]	*Tripleurospermum maritimum*[4]	
Galium mollugo[1, 2, 4]	*Veronica arvensis*[3]	*Urtica dioica*[1, 2, 3, 4]	
Galium verum[2]	*Viola tricolor*[3]	Gehölze[1, 2, 3, 4] (gelten als eine Art)	
Geranium pratense[1, 2]			

[1] mesophiles, artenreiches Grünland [2] Grünland trockener, kalkreicher Standorte [3] Grünland trockener, kalkarmer Standorte [4] mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte

4.4 Datenauswertung

Der Abschnitt enthält eine nach Zielbiotoptypen geordnete Darstellung der Untersuchungsergebnisse in Text und Bild. Die aufgeführten Werte entsprechen dabei stets dem Median, da die Daten bei keiner der untersuchten Varianten normalverteilt waren.

Zum besseren Verständnis des Effektivitätswertes werden Charakteristika zu Artenzusammensetzung, Biotopstruktur und Streuschicht aller Varianten der Zielbiotoptypen beschrieben. Die Teil- und Gesamtkosten der Varianten werden dargestellt. Aus den Parameterausprägungen werden Nachbesserungsmaßnahmen abgeleitet und inhaltlich untermauert.

4.4.1 Zielbiotoptyp mesophiles, artenreiches Grünland

Effektivität

Der Landschaftspflegerische Begleitplan sieht für beide mit **RSM 7.1.1** angesäten Untersuchungsflächen (Tab. 4-2, Seiten 53f) das Entwicklungsziel Magerrasen vor. Aufgrund der Tiefgründigkeit und des Nährstoffreichtums des Standortes ist dieses nicht erreichbar und wurde in das realistische Entwicklungsziel mesophiles, artenreiches Grünland geändert.

Beide Flächen lassen sich als strukturarme, mesophile artenarme Grünländer charakterisieren. Die Streuschicht ist sehr dicht (90 %) und dick (ca. 3 cm). Die Krautschicht, mit Deckungsgraden von 50 % bis 75 %, wird fast ausschließlich von der Problemart *Festuca rubra agg.* gebildet. Mit Ausnahme des Nährstoffzeigers *Taraxacum officinale* sind Degenerationszeiger selten. Kennarten sind ebenfalls selten und niedrigfrequent. Von 15 möglichen Arten wurden nur acht gefunden. Sie wanderten aus den angrenzenden Wegsäumen und dem Trockenrasen ein. Lediglich zwei weit verbreitete Grünlandgräser und -kräuter (*Arrhenatherum elatius* und *Galium mollugo*) erreichen höhere Frequenzen, kommen jedoch nur mit Deckungsgraden zwischen 2 % und 5 % vor. Die überwiegend schlechten bis sehr schlechten Punktwerte für die Bewertungskriterien führen zu niedrigen Werten für Biotopausprägung (33 Punkte) und Entwicklungspotenzial (26 Punkte) und damit zu einem niedrigen Wert für die Effektivität (Abb. 4-8).

Das Entwicklungsziel mesophiles, artenreiches Grünland ist aufgrund entwicklungsbehindernder Faktoren ohne korrigierende Maßnahmen nicht erreichbar. Diese müssen auf die Beseitigung der dichten und dicken Streuschicht, die Rückdrängung von Problemarten und die Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten zielen.

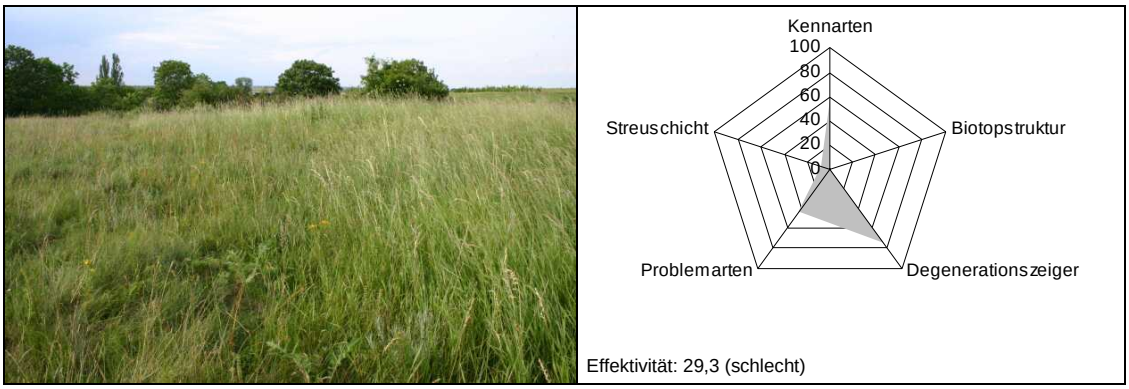


Abb. 4-8: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.1.1“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland

Die **RSM 7.1.2** wurde auch auf Flächen, die gemäß Planung zu Magerrasen entwickelt werden sollen, ausgesät. Die Erreichung dieses Zieles ist aufgrund der standörtlichen Voraussetzung der Flächen unmöglich und wurde ebenfalls in das realistische Entwicklungsziel mesophiles, artenreiches Grünland geändert.

Die 40 mit RSM 7.1.2 angesäten Flächen (Tab. 4-2, Seiten 53f) sind struktur- und artenarme, mesophile Grünländer. Die Streuschicht ist sehr dicht (Deckungsgrad ca. 75 %), und erreicht 0,5 cm bis 1,5 cm. Die Artenzusammensetzung wird maßgeblich von *Festuca rubra agg.* bestimmt. Die Deckung dieser Problemart liegt auf der Hälfte der Untersuchungsflächen zwischen 50 % und 75 % und erreicht auf einem weiteren Zehntel 90 %. Auf einigen Flächen treten weitere dominante Problemarten auf (*Elytrigia repens, Leucanthemum vulgare, Lotus corniculatus, Plantago lanceolata*). Degenerationszeiger sind, außer *Cirsium arvense*, selten. Die Artenarmut der Flächen spiegelt sich im geringen Vorkommen von Kennarten wider (durchschnittlich vier Arten). Lediglich *Arrhenatherum elatius* sowie die eingesäten Kennarten *Achillea millefolium, Daucus carota* und *Galium mollugo* treten auf vielen Flächen hochfrequent auf, erreichen jedoch nur Deckungsgrade von 2 % bis 5 %. Die Werte für Biotopausprägung und Entwicklungspotenzial sind aufgrund struktureller und floristischer Abweichungen der Flächen vom Zielbiotoptyp sowie dem Auftreten entwicklungshemmender Faktoren schlecht bis mittel (33 Punkte bzw. 41 Punkte). Die bedingt wiederum die schlechte Effektivität der Variante (Abb. 4-9).

Aufgrund von Defiziten (dichte Streuschicht, Dominanz von Problemarten, wenig Kennarten) ist das Entwicklungsziel ohne Nachbesserungsmaßnahmen nicht erreichbar.

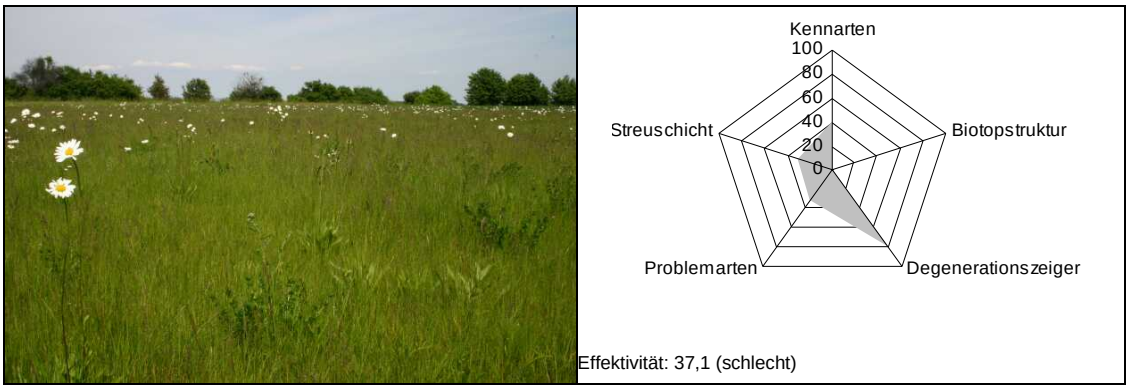


Abb. 4-9: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.1.2“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland

Auf drei der zwölf mit **RSM 7.2.2** angesäten Flächen (Tab. 4-2, Seiten 53f) sieht die Planung die Etablierung von Magerrasen vor. Diese Flächen befinden sich auf tiefgründigen, nährstoffreichen Ackerböden, auf denen die Erreichung des geplanten Entwicklungszieles nicht möglich ist. Das Ziel wurde deshalb in mesophiles, artenreiches Grünland geändert.

Alle mit RSM 7.2.2 angesäten Untersuchungsflächen sind struktur- und artenarme mesophile Grünländer. Sie ähneln sich in den meisten Kriterienausprägungen, weisen jedoch gebietsspezifische Unterschiede auf. Allen Flächen gemeinsam sind Dominanzbildungen, eine geringe Zahl von Degenerationszeigern und Kennarten sowie Strukturarmut (Abb. 4-10). Unterschiede gibt es in der Artenzusammensetzung. Während in den UG Galgenberg und Gröna die Problemart *Festuca rubra* mit Deckungen um 50 % vorkommt, dominieren im UG Martinsrieth einjährige Arten (*Bromus hordeaceus*, *Bromus sterilis*) und *Lolium perenne*. Letztere sind nicht als Problemarten zu werten, so dass die Flächen bei diesem Kriterium besser bewertet werden. Auf den meisten Flächen kommen nur zwei bis vier Kennarten vor, wobei *Achillea millefolium* und *Arrhenatherum elatius* auf fast allen Flächen gefunden wurden. Lediglich auf einer Fläche im UG Gröna kommen sieben Kennarten vor. Bei der Streudeckung gibt es ebenfalls Unterschiede. Auf der Mehrzahl der Flächen liegt diese bei 50 %. Auf den Flächen M0Gro8-10 und G0Glg1 deckt die Streuschicht jedoch ca. 90 % und ist bis zu 4 cm dick. Die aufgeführten Unterschiede zwischen den Flächen bedingen eine weite Spanne der Effektivität (30,7 bis 77,8). Eine abschließende Beurteilung dieser Variante ist daher zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich, sondern bedarf weiterer Untersuchungen.

Da auf allen Flächen Defizite zu verzeichnen sind, sind Nachbesserungsmaßnahmen unumgänglich. Besonderes Augenmerk ist auf die Anreicherung der Flächen mit typischen Arten des Zielbiotops und die Verbesserung von Etablierungs- und Ausbreitungsbedingungen dieser Arten zu richten.

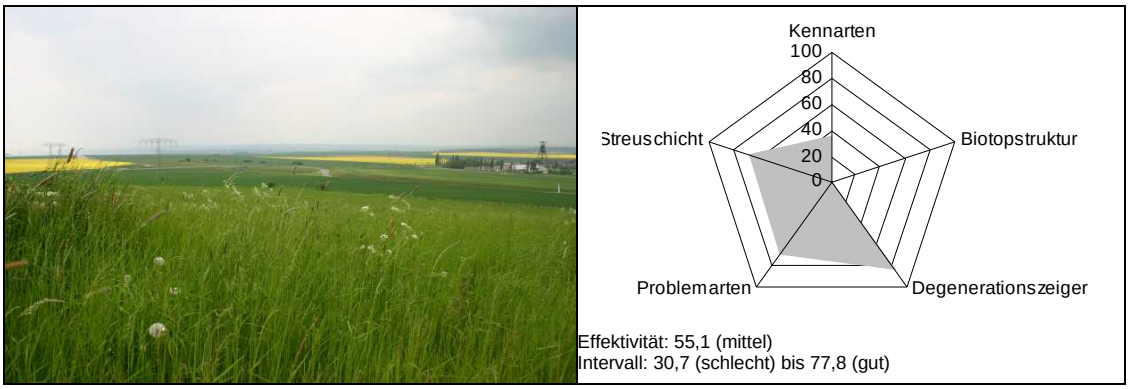


Abb. 4-10: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.2.2“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland

Alle fünf mit **RSM 7.1.4** angesäten Untersuchungsflächen (Tab. 4-2, Seiten 53f) sind mesophile artenarme Grünländer. Sie weisen eine entwicklungshemmend dichte Streuschichtdeckung von 80 % auf, die durchschnittlich 2 cm dick ist. Die Problemart *Festuca rubra agg*. erreicht 50 % Deckung und dominiert das Erschienungsbild. Obergräser und Kräuter sind deutlich seltener und spielen eine geringere Rolle beim Bestandsaufbau. Die Struktur ist daher mäßig zielbiotoptypisch. Auf der Mehrzahl der Flächen kommt *Elytrigia repens* als weitere Problemart vor, gelangt jedoch nur auf einer Fläche zur Dominanz. Zudem tritt der Nährstoffzeiger *Taraxacum officinale* hochfrequent auf. Trotz der Gräserdominanz finden sich auf den Flächen vergleichsweise viele Kräuter und Kennarten (bis zu neun Kennarten). Sie erreichen jedoch nur geringe Frequenzen. Arten, die nicht angesät wurden, konnten sich jedoch auf den Flächen bisher nicht etablieren (*Campanula patula*, *Lathyrus pratensis*, *Rumex acetosa*). Obwohl die Zielerreichung bei der Mehrzahl der Kriterien zwischen 60 und 80 liegt, erzielt die Variante aufgrund der Streuschicht- und Biotopstrukturbewertung nur mittlere Bewertungen für Biotopausprägung und Entwicklungspotenzial (55 Punkte bzw. 44 Punkte) und somit eine mittlere Effektivität (Abb. 4-11).

Zur Erreichung des Entwicklungszieles müssen die Defizite und entwicklungshemmenden Faktoren (Strukturarmut, dichte Streuschicht) durch geeignete Maßnahmen beseitigt und eine Anreicherung mit weiteren, in der Umgebung nicht vorhandenen zielbiotoptypischen Arten vorgenommen werden.

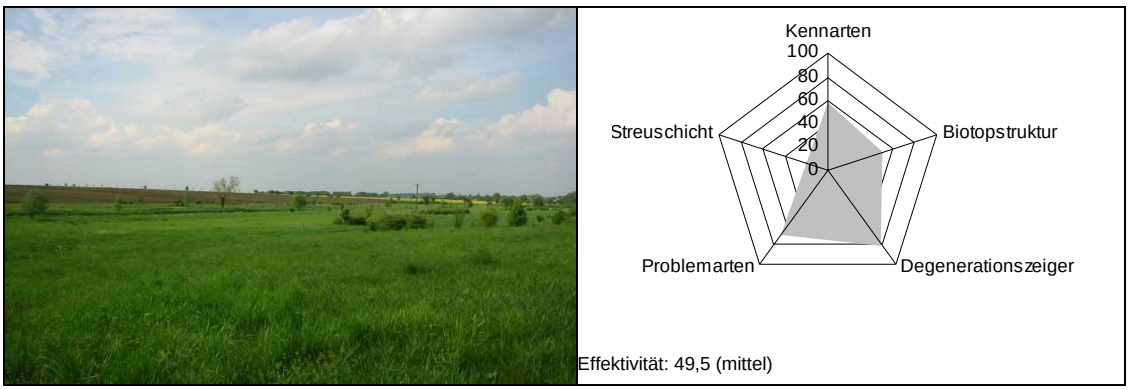


Abb. 4-11: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.1.4“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland

Die beiden mit den standortangepassten **SSM tro** und **SSM fri** angesäten Flächen (Tab. 4-2, Seiten 53f) entsprechen strukturell teilweise mesophilen, artenreichen Grünländern. Die sind jedoch (kenn)artenarm und grasdominiert und daher als mesophile, artenarme Grünländer einzustufen. Bestandsbildend sind *Arrhenatherum elatius* und die Problemart *Festuca rubra agg.* Letztere erreicht Deckungsgrade von 30 %. Die Streudeckung beträgt 40 % (SSM tro) bzw. 30 % (SSM fri) und bedingt leichte Unterschiede in der Bewertung des Entwicklungspotenzials (62 Punkte bzw. 69 Punkte). Degenerationszeiger sind bei beiden Varianten kaum vertreten. Obwohl die Bewertung der Kennarten bei beiden Flächen ähnlich ausfällt (ca. 50 Punkte), unterscheiden sich die Varianten in der Anzahl der Kennarten. Auf den mit der Variante SSM fri angesäten Flächen kommen drei Arten mehr vor (11 statt 8). Dies spiegelt sich auch in dem Wert für die Biotopausprägung wieder, der für die Variante SSM tro 57 Punkte (mittel) und für die Varinate SSM fri 60 Punkte (gut) beträgt. Alle auf den Flächen gefundenen Kennarten stammen aus der Ansaatmischung. Die Effektivität ist mittel (SSM tro) bis gut (SSM fri) (Abb. 4-12).

Auf beiden Flächen besteht geringer Nachbesserungsbedarf bezüglich des Vorkommens zieltypischer Arten und der dichten Streuschicht.

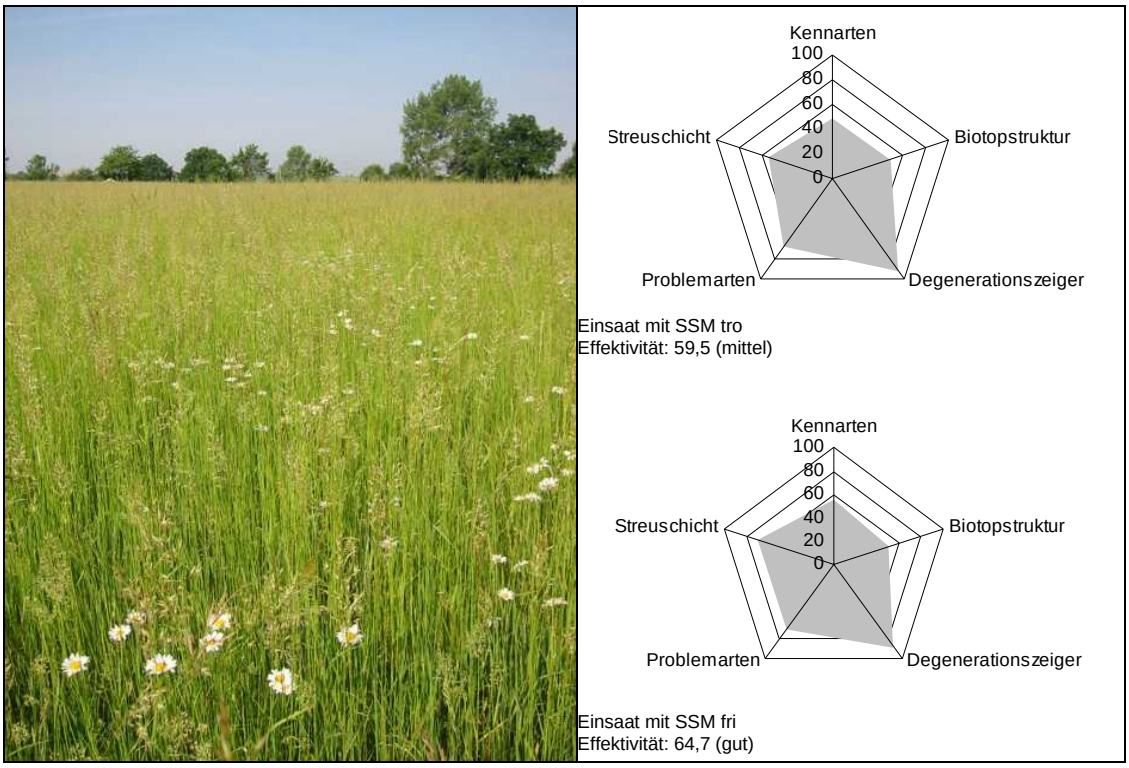


Abb. 4-12: Bewertungsprofile der Varianten „Einsaat mit SSM tro“ und „Einsaat mit SSM fri“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland

Die zehn mit **SM Country** angesäten Untersuchungsflächen (Tab. 4-2, Seiten 53f) lassen sich als mesophile, artenarme Grünländer ansprechen. Alle weisen eine geringe Streuschicht (unter 20 %) und einige vegetationsfreie Stellen auf. Strukturell entsprechen sie teilweise dem Zielbiotoptyp. Auf fast allen Flächen bestimmen Problemarten mit Deckungen zwischen 30 % und 50 % Struktur und Artenzusammensetzung. In Ab-

hängigkeit von der Untersuchungsfläche sind dies *Dactylis glomerata, Festuca rubra agg.* oder Leguminosen (insbesondere *Trifolium pratense*). Die Kennarten sind ebenfalls von Fläche zu Fläche unterschiedlich (mit Ausnahme der Art *Crepis biennis*, die auf der Hälfte aller Flächen zu finden ist). Alle anderen Arten kommen meist nur auf zwei bis drei der 10 Flächen vor. Diese, meist häufigen, Grünlandarten sind ebenso in angrenzenden Biotoptypen (grasreiche Ruderalfluren) zu finden. Degenerationszeiger sind auf allen Flächen selten. Die Flächen lassen sich hinsichtlich Biotopausprägung und Effektivität in zwei Gruppen unterteilen. Die erste mit G0Smi1-2 und G0Lon1-2 erreicht Werte um 50. Die Werte der anderen Flächen liegen um 70. Die Entwicklungstendenz ist auf allen Flächen gut (73 Punkte) (Abb. 4-13).

Zur Behebung struktureller Defizite, Rückdrängung von Problemarten und Ausbreitungsförderung zielbiotoptypischer Arten sind Nachbesserungsmaßnahmen zu ergreifen.

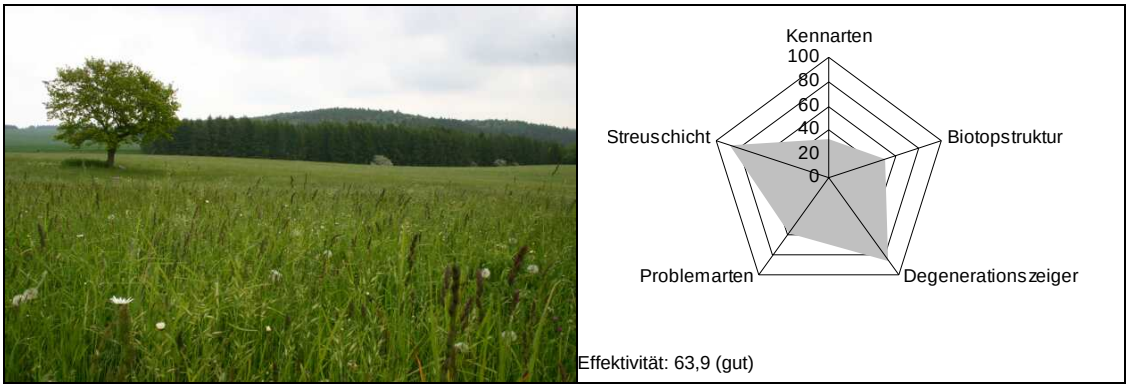


Abb. 4-13: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit SM Country“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland

Die 17 mittels **Selbstberasung** begrünten Flächen entsprechen überwiegend dem Biotoptyp „halbruderale Gras- und Staudenflur mittlerer Standorte“. Sie sind reich strukturiert, weisen viele offene Stellen und eine geringe Streuschicht auf. Sie entsprechen strukturell jedoch nur teilweise mesophilen artenreichen Grünländern, da sie durch Ruderal- und Saumarten (*Cirsium arvense, Elytrigia repens, Epilobium tetragonum, Picris hieracioides*) und krautige Grünlandarten geprägt werden. Degenerationszeiger sind auf allen Flächen häufig (*Cirsium*-Arten, *Calamagrostis epigeijos, Taraxacum officinale*). Keine der Problemarten erreicht Deckungsgrade über 25 %. Im Gegensatz zu dem hochfrequenten Auftreten von Degenerationszeigern steht das geringe Vorkommen von Kennarten (durchschnittlich drei Arten). Am häufigsten sind weit verbreitete Arten, die nicht nur in Grünländern, sondern auch in angrenzenden Biotoptypen vorkommen (*Arrhenatherum elatius, Cerastium holosteoides, Daucus carota, Poa trivialis*). Diese erreichen Deckungsgrade zwischen 5 % und 25 %. Da in Kontaktbiotopen weitere typische Kennarten der mesophilen, artenreichen Grünländer auftreten, ist eine allmähliche Einwanderung dieser Arten auf die Flächen zu beobachten. Die gute Effektivität dieser Variante (Abb. 4-14) resultiert aus der guten bis sehr guten Bewertung von für das Entwicklungspotenzial entscheidenden Kriterien (Streuschicht, Dominanzen). Im Gegensatz zur Biotopausprägung (51 Punkte) erreichte dieses 77 Punkte.

Um die Ruderal- und Saumarten zurückzudrängen und die Einwanderung von Kennarten aus der Umgebung zu fördern, sollten nachbessernde Maßnahmen ergriffen werden.

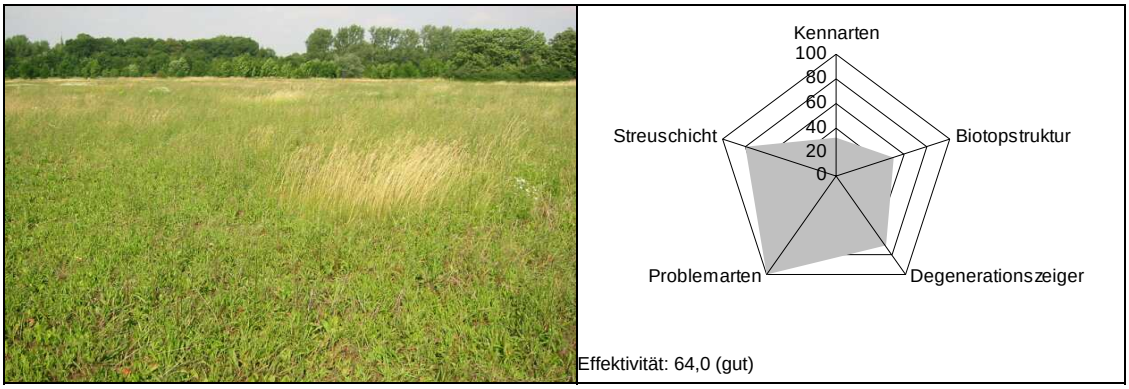


Abb. 4-14: Bewertungsprofil der Variante „Selbstberasung“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland

Kosten

Die Kosten wurden auf Grundlage der Angaben des LFU (1998) berechnet. Die Entwicklungskosten der Varianten betragen ca. 2.000 €/ha (Selbstberasung) bis ca. 5.500 €/ha (Einsaat mit RSM 7.1.4) (Abb. 4-15, Seite 69).

Da keine der untersuchten Varianten eine sehr gute Effektivität erreicht, ist stets nachzubessern. In Abhängigkeit von den Parameterausprägungen wurden variantenspezifisch Nachbesserungsmaßnahmen abgeleitet (Tab. 4-6). Auf allen Flächen ist zur Rückdrängung von Problemarten, Bekämpfung der Streuschicht und/oder Verbesserung der Einwanderungsbedingungen eine Erhöhung der Nutzungshäufigkeit notwendig, wobei die Anzahl der zusätzlichen Pflegedurchgänge von dem Vorkommen dominater Problemarten und der Streudeckung abhängt. Auch auf den Selbstberasungsflächen ist eine Erhöhung der Nutzungshäufigkeit notwendig. Diese weisen zwar viele offene Stellen auf, würden aber trotzdem von einer Rückdrängung der Ruderalarten und Aushagerung des Standortes profitieren. Auf den eingesäten Flächen sollte zudem eine Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten vorgenommen werden. In Abhängigkeit von Anzahl und Frequenz bisher vorhandener Kennarten und entwicklungshemmenden Faktoren ist die Anreicherung auf einem Drittel oder der Hälfte der Fläche notwendig. Durch die Begünstigung der Ausbreitung dieser Arten und die gleichzeitige Rückdrängung nicht zielbiotoptypischer Arten soll ein floristischer Umbau der Flächen erreicht werden. Die höchsten Zusatzkosten fallen bei den Varianten Einsaat mit RSM 7.1.1, RSM 7.1.2, RSM 7.2.2 und SM Country, die geringsten bei der Selbstberasung an.

Tab. 4-6: Nachbesserungsmaßnahmen für die Varianten des Zielbiotoptyps „artenreiches, mesophiles Grünland“

Variante	Nachbesserungsmaßnahmen
Einsaat mit RSM 7.1.1	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ½ der Fläche Nutzung*: • viermalige Mahd im ersten und zweiten Jahr nach der Saat • dreimalige Mahd im dritten bis fünften Jahr nach der Saat
Einsaat mit RSM 7.1.2	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ½ der Fläche Nutzung*: • viermalige Mahd im ersten und zweiten Jahr nach der Saat • dreimalige Mahd im dritten und vierten Jahr nach der Saat • zweimalige Mahd im fünften Jahr nach der Saat
Einsaat mit RSM 7.2.2	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ½ der Fläche Nutzung*: • viermalige Mahd im ersten Jahr nach der Saat • dreimalige Mahd im zweiten bis vierten Jahr nach der Saat • zweimalige Mahd im fünften Jahr nach der Saat
Einsaat mit RSM 7.1.4	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ¼ der Fläche Nutzung*: • dreimalige Mahd im ersten bis vierten Jahr nach der Saat • zweimalige Mahd im fünften Jahr nach der Saat
Einsaat mit SSM tro	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ¼ der Fläche Nutzung*: • dreimalige Mahd im ersten bis dritten Jahr nach der Saat • zweimalige Mahd im vierten und fünften Jahr nach der Saat
Einsaat mit SSM fri	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ¼ der Fläche Nutzung*: • dreimalige Mahd im ersten bis dritten Jahr nach der Saat • zweimalige Mahd im vierten und fünften Jahr nach der Saat
Einsaat mit SM Country	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ½ der Fläche Nutzung*: • dreimalige Mahd im ersten bis dritten Jahr nach der Saat • zweimalige Mahd im vierten und fünften Jahr nach der Saat

Variante	Nachbesserungsmaßnahmen
Selbstberasung	Nutzung*: • dreimalige Mahd im ersten bis dritten Jahr • zweimalige Mahd im vierten und fünften Jahr

* In den ersten beiden Jahren ist das Mähgut sofort von der Fläche zu entfernen, in den folgenden Jahren ist es einige Tage auf der Fläche zu belassen und dann zu entfernen.

Der Vergleich von Entwicklungs- und Gesamtkosten zeigt, dass der Abstand zwischen Selbstberasung und allen Ansaatvarianten bei den Gesamtkosten größer als bei den Entwicklungskosten ist. Die Varianten SSM tro und SSM fri haben zwar die zweithöchsten Entwicklungskosten, ihre Gesamtkosten liegen jedoch unter allen Varianten, bei denen RSM verwendet wurden. Lediglich die Stellung der Variante Einsaat mit RSM 7.1.4 ändert sich nicht. Sie ist stets die teuerste Variante (Abb. 4-15).

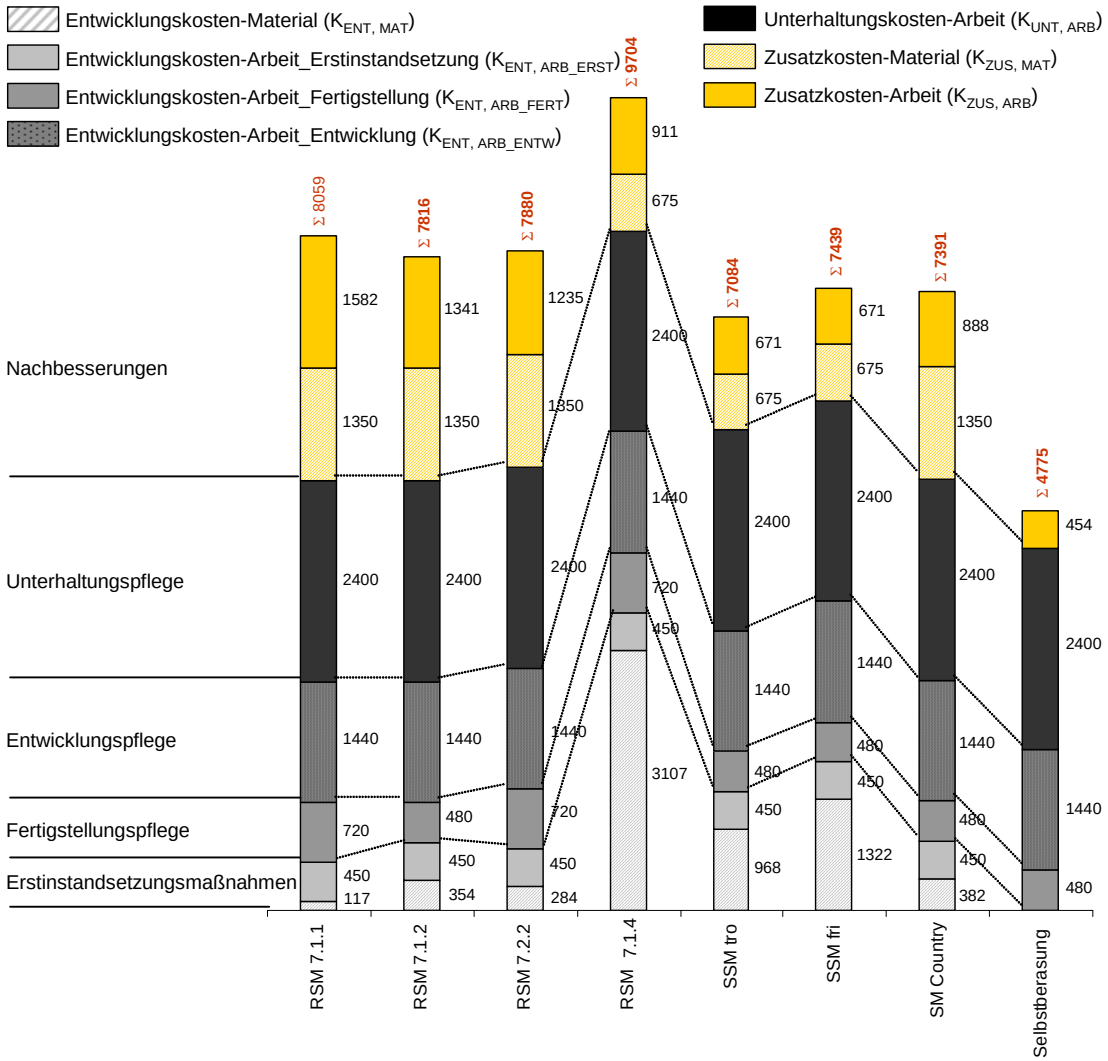


Abb. 4-15: Kosten der Varianten des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland (€/ha)

4.4.2 Zielbiotoptyp Grünland trockener, kalkreicher Standorte

Effektivität

Mit Ausnahme der Fläche im UG Gröna ist für alle Untersuchungsflächen zur Etablierung von Grünländern trockener, kalkreicher Standorte in den Planungsunterlagen das Entwicklungsziel Magerrasen angegeben. Tiefgründigkeit und Nährstoffreichtum der Standorte lassen jedoch nur die Entwicklung von Grünländern trockener, kalkreicher Standorte zu. Da es sich in der Mehrzahl um Flächen unter einem Hektar handelt, wurden nur Aufnahmeflächen der Größe 50 m x 50 m erfasst.

Die sieben mit **RSM 7.1.2** angesäten Flächen (Tab. 4-2, Seiten 53f) unterscheiden sich deutlich voneinander. Die vier im UG Teufelsküchenberg gelegenen Untersuchungsflächen entsprechen arten- und strukturarmen Extensivgrünländern. Die Streuschicht ist dicht ausgeprägt (Deckungsgrad >75 %). Die häufigsten und deckungsstärksten Arten sind *Arrhenatherum elatius* und *Galium mollugo* (Deckungsgrade 10 % bzw. 50 %). Zudem treten Degenerationszeiger, Problemarten und verbreitete Grünlandgräser oft, aber nicht dominant auf (*Urtica dioica, Elytrigia repens, Galium aparine* und *Poa pratensis*). Auf fast allen Flächen wurden mehrjährige Gehölze gefunden (*Rosa canina, Crataegus monogyna*), was auf eine nicht konsequent durchgeführte Pflege schließen lässt. Dem hohen Anteil an Degenerationszeigern stehen die geringe Anzahl und Frequenz von Kennarten gegenüber. Die Effektivitätswerte der Flächen liegen infolge dieser Artenausstattung und der entwicklungshemmenden Streuschicht zwischen 50 und 60 (Abb. 4-16).

Die Durchführung steuernder Maßnahmen ist für die Erreichung des Entwicklungszieles unumgänglich. Da in der Umgebung der Flächen Lieferbiotope vorhanden sind, ist zwar keine Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten notwendig, die Bedingungen für die Etablierung und Ausbreitung dieser Arten müssen jedoch dringend verbessert werden.

Die Fläche M0Bey1 stellt eine Ausnahme dar. Sie weist sowohl Elemente von Gras- und Staudenfluren trockener Standorte als auch von artenarmen Extensivgrünländern auf. Die Biotopstruktur ist aufgrund des Artenreichtums und der zahlreichen offenen Bodenstellen sehr heterogen. Sie ist jedoch nur teilweise zielbiotoptypisch, da die Artenzusammensetzung durch eine große Zahl von Arten mäßig trockener Standorte, die oft in lückigen Beständen früher Sukzessionsstadien gedeihen (*Picris hieracioides, Daucus carota, Geranium pusillum*), bestimmt wird. Arten der Saatgutmischung kommen kaum vor. Anzahl und Frequenz von Degenerationszeigern sind gering. Entwickungshemmende Faktoren, wie Dominanzbildung von Problemarten und dichte Streuauflagen treten nicht auf. Trotz der wenigen Kennarten beträgt der Effektivitätswert ca. 76.

Nachbessernde Maßnahmen sind aufgrund des hohen Entwicklungspotenzials nicht notwendig. Zudem befinden sich in der Umgebung der Fläche Lieferbiotope, weshalb auf die Einwanderung weiterer zielbiotoptypischer Arten gesetzt werden kann.

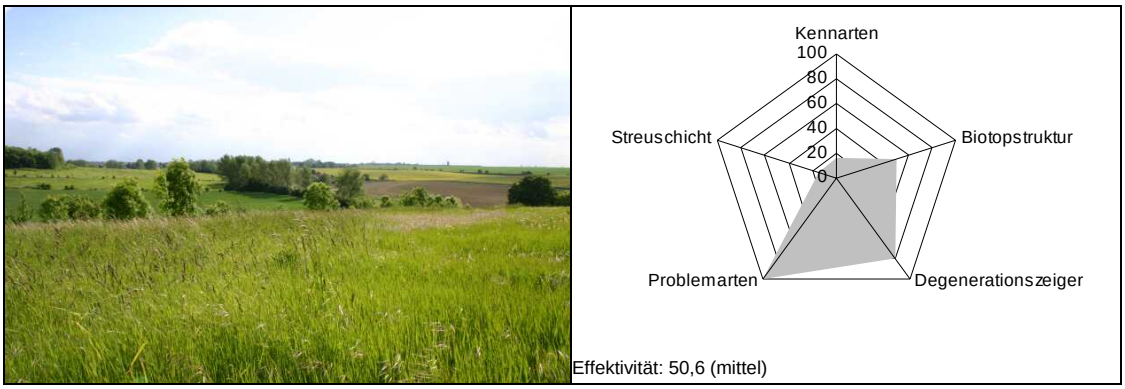


Abb. 4-16: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.1.2“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkreicher Standorte

Alle zehn mittels **Selbstberasung** begrünten Flächen (Tab. 4-2, Seiten 53f) sind als Gras- und Staudenflur trockener Standorte zu charakterisieren. Die lockere Bestandsstruktur wird durch *Picris hieracioides* geprägt. Einzelne höhere Grünlandarten tragen zwar zur Strukturbereicherung bei, strukturell entsprechen die Flächen aufgrund der Artenzusammensetzung jedoch nur teilweise dem Zielbiotoptyp. Die Mehrzahl der Flächen weist eine Streudeckung unter 50 % auf. Degenerationszeiger sind zwar zahlreich aber nicht hochfrequent und Problemarten nicht dominant. Das Entwicklungspotenzial der Flächen ist daher sehr gut (84 Punkte). Kennarten konnten aus Kontaktbiotopen auf die Flächen einwandern, konzentrieren sich jedoch in den Randbereichen und erreichen daher geringe Frequenzwerte. Aufgrund dessen und der nur teilweise biotoptypischen Struktur erreicht die Biotopausprägung nur 46 Punkte. Die Effektivität der Variante ist aufgrund des sehr guten Entwicklungspotenzials jedoch insgesamt gut (Abb. 4-17).

Nachbessernde Maßnahmen sind nicht zwingend notwendig. Allerdings würde eine Rückdrängung der Degenerationszeiger die Entwicklung zum Zielbiotop fördern.

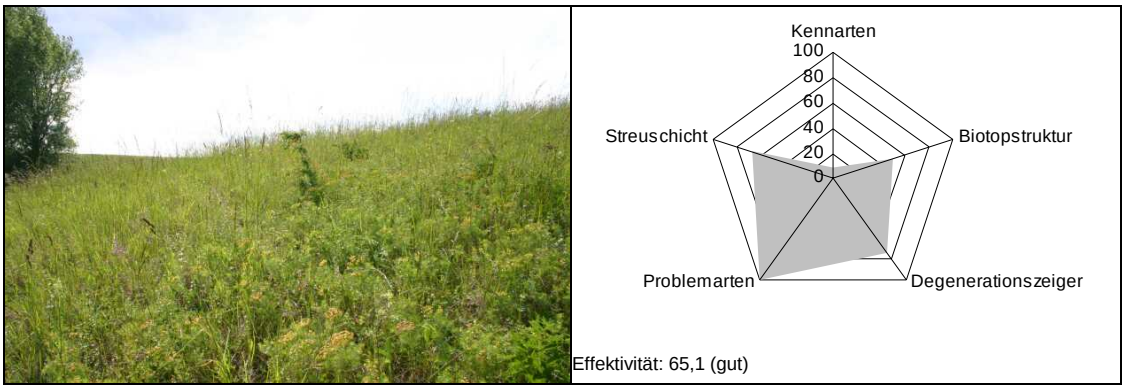


Abb. 4-17: Bewertungsprofil der Variante „Selbstberasung“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkreicher Standorte

Kosten

Die Kosten wurden auf Grundlage von LFU (1998) berechnet. Die Entwicklungskosten der beiden Varianten liegen ca. 800 €/ha auseinander (Einsaat mit RSM 7.1.2: 1284 €/ha; Selbstberasung: 480 €/ha). Für beide Varianten ist die Erhöhung der Nutzungshäufigkeit als nachbessernde Maßnahme vorgesehen. Diese soll zur Verringerung

der Streudeckung und zur Verbesserung der Etablierungs- und Ausbreitungsbedingungen für zielbiotoptypische Arten beitragen. Die Anzahl der zusätzlichen Mahddurchgänge ist bei der Variante Einsaat mit RSM 7.1.2 aufgrund der dichteren Streuschicht höher als bei der Selbstberasung (Tab. 4-7). Der Kostenunterschied zwischen den Varianten vergrößert sich in den fünf Jahren der Unterhaltungspflege weiter (Abb. 4-18).

Tab. 4-7: Nachbesserungsmaßnahmen für Varianten des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkreicher Standorte

Variante	Nachbesserungsmaßnahmen
Einsaat mit RSM 7.1.2	Nutzung*: • dreimalige Mahd im ersten bis vierten Jahr • zweimalige Mahd im fünften Jahr
Selbstberasung	Nutzung*: • dreimalige Mahd im ersten bis dritten Jahr • zweimalige Mahd im vierten und fünften Jahr

* In den ersten beiden Jahren ist das Mähgut sofort von der Fläche zu entfernen, in den folgenden Jahren ist es einige Tage auf der Fläche zu belassen und dann zu entfernen.

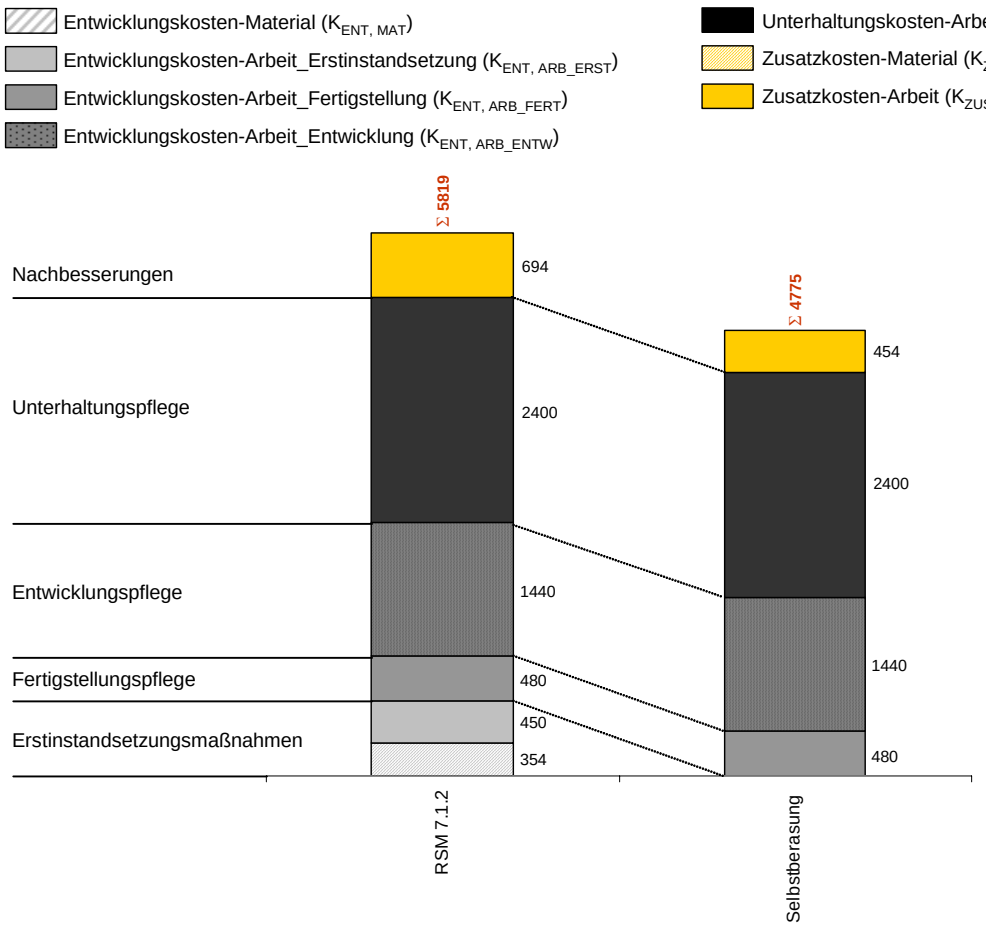


Abb. 4-18: Kosten der Varianten des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkreicher Standorte (€/ha)

4.4.3 Zielbiotoptyp Grünland trockener, kalkarmer Standorte

Effektivität

Die fünf mit **SM Country** angesäten Flächen (Tab. 4-2, Seiten 53f) unterscheiden sich deutlich voneinander. Die Bestände in den UG Hayn-West, Hayn-Nord und Stakelitz sind artenarm und werden durch *Dactylis glomerata, Taraxacum officinale* und *Trifolium repens* bestimmt. Sie entsprechen strukturell nur teilweise dem Zielbiotoptyp, haben eine geringe Streudeckung (Ausnahme: UG Hayn-West), enthalten wenig und niedrigfrequente Degenerationszeiger und keine dominanten Problemarten. Kennarten sind ebenfalls selten und erreichen nur niedrige Frequenzwerte. Die Flächen in den UG Hayn-West und Hayn-Nord sind als mesophile, artenarme Grünländer, die Fläche im UG Stakelitz als Grünland-Einsaat zu charakterisieren.

Die beiden Flächen im UG Buko lassen sich ebenfalls zu den mesophilen, artenarmen Grünländern rechnen. Sie entsprechen auch hinsichtlich Biotopstruktur und Streudeckung den anderen Flächen, enthalten wenig Degenerationszeiger und keine dominanten Problemarten. Die höchsten Deckungen und Frequenzen erreichen *Rumex thyrsiflorus, Poa pratensis* und *Veronica arvensis*. Daneben kommen weitere Arten armer, sandiger Standorte vor. Dies spiegelt sich auch bei den Kennarten wider. Während auf den Flächen in den UG Stakelitz, Hayn-West und Hayn-Nord vor allem der mesophile Zweig der Kennarten vertreten ist, kommen im UG Buko vor allem Vertreter sandiger und ärmerer Standorte vor (z.B. *Veronica arvensis, Viola tricolor*).

Die durchschnittliche Effektivität der Variante ist gut und auch das Entwicklungspotenzial der Flächen ist gut bis sehr gut (Abb. 4-19). Da der Wert für die Effektivität jedoch eine Spanne von 45 Punkten aufweist und sich die Flächen in der Artenzusammensetzung deutlich unterscheiden, ist keine abschließende Bewertung der Variante möglich. Auf allen Flächen treten Kennarten nur mit geringen Frequenzen auf, sind in der Umgebung der Flächen jedoch vorhanden. Ihre Einwanderung und Ausbreitung sollte daher durch geeignete Maßnahmen gefördert werden.

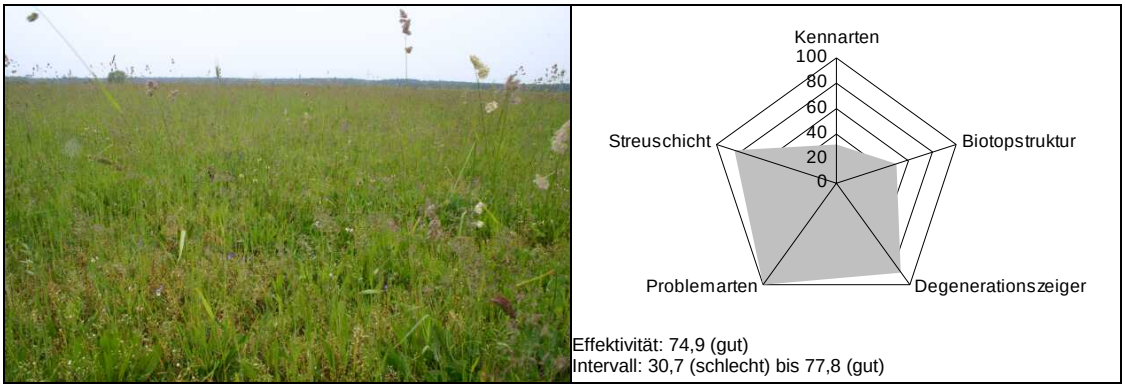


Abb. 4-19: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit SM Country“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkarmer Standorte

Alle drei mittels **Heublumensaat** begrünten Flächen (Tab. 4-2, Seiten 53f) sind als mesophile, artenarme Grünländer zu charakterisieren. Sie werden durch niedrige bis mittelhohe Grünlandarten geprägt, weisen viele offene Stellen und eine geringe Streuschicht auf. Stellenweise kommen für diesen Zielbiotoptyp untypisch dichte Leguminosenbestände vor (vor allem aus *Vicia hirsuta* und *Vicia tetrasperma*), weshalb die Flächen strukturell nur teilweise dem Zielbiotoptyp entsprechen. Degenerationszeiger und Problemarten sind selten und nicht dominant. Die häufigsten und auf allen Flächen vorkommenden Kennarten sind allgemein verbreitete Grünlandarten (*Arrhenatherum elatius, Cerastium arvense, Festuca rubra, Veronica arvense*). Typische Vertreter nährstoffärmerer Standorte, wie *Ranunculus bulbosus* und *Rumex acetosella* treten nur auf je einer weiteren Fläche auf, sind aber in der Umgebung vorhanden. Die Flächen entsprechen in vielen Punkten dem Zielbiotoptyp (Bewertung Biotopausprägung: 57 Punkte) und weisen ein sehr gutes Entwicklungspotenzial (99 Punkte) auf. Die Variante hat daher ein gute Effektivität (Abb. 4-20).

Das Entwicklungsziel ist ohne Nachbesserungsmaßnahmen erreichbar.

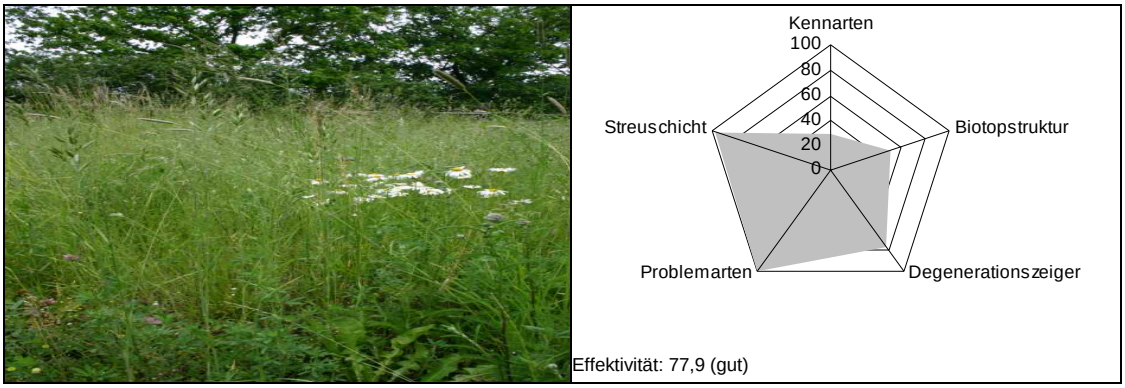


Abb. 4-20: Bewertungsprofil der Variante „Heublumensaat“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkarmer Standorte

Die 10 Flächen der Variante **Selbstberasung** (Tab. 4-2, Seiten 53f) sind artenreich und entsprechen halbruderalen Gras- und Staudenfluren trockener Standorte. Die Biotopstruktur der Flächen ist heterogen und entspricht teilweise dem Zielbiotoptyp. Die Deckung der Streuschicht schwankt kleinräumig stark (40 % bis 90 %). Die floristische Ausstattung wird durch Ruderal-, Segetal und Sandmagerrasenarten bestimmt. Auf den meisten Flächen sind *Taraxacum officinale* und *Elytrigia repens* bestandsbildend, wobei die Problemart *Elytrigia repens* auf einigen Flächen dominant ist. Auf zwei Flächen im UG Burg treten *Agrostis capillaris* und *Calamagrostis epigeijos*, im UG Stakelitz *Bromus hordeaceus* an die Stelle von *Elytrigia repens*. Sowohl Degenerationszeiger als auch Kennarten sind selten und mit geringen Frequenzen vertreten. Die Variante erreicht bei der Biotopausprägung 57 Punkte und bei dem Entwicklungspotenzial 62 Punkte, was insgesamt eine mittlere Effektivität bedingt (Abb. 4-21).

Für die Erreichung des Entwicklungszieles sind nachbessernde Maßnahmen durchzuführen. Diese sollen vor allem die Streuschichtdeckung verringern und die ausläufertreibenden Arten *Elytrigia repens* und *Calamagrostis epigeijos* zurückdrängen.

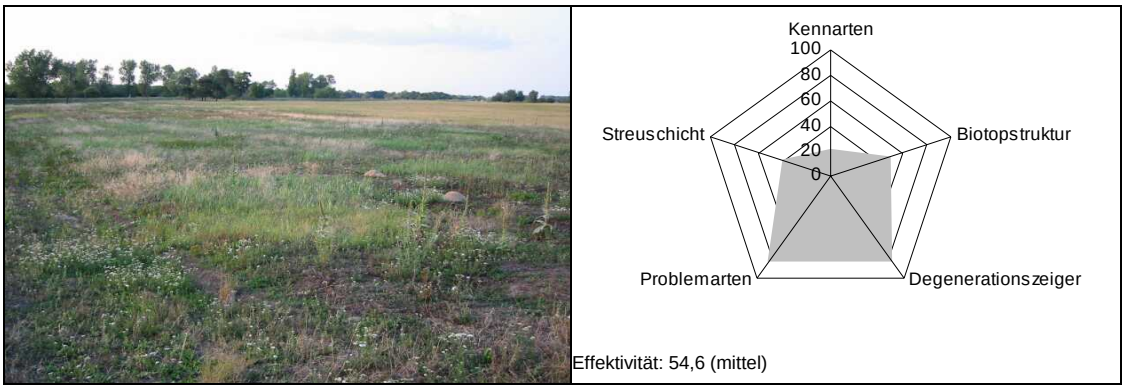


Abb. 4-21: Bewertungsprofil der Variante „Selbstberasung“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkarmer Standorte

Kosten

Die Kosten wurden auf Grundlage der Angaben des LFU (1998) berechnet. Da in der Literatur keine Informationen zu den Kosten maschinell durchgeführter Heublumensaat verfügbar sind, wurden die Kosten für die einzelnen Arbeitsgänge (Mahd der Spenderfläche, Ausbringen der Heublume) ermittelt und addiert. Die tatsächlich auf den Flächen angefallenen Kosten sind bei dieser Variante nicht repräsentativ, da sie an einem singulären, durch hohen Anteil an Handarbeit geprägten Beispiel gewonnen wurden. Dies ist nur - wie im konkreten Fall - bei geringen Flächengrößen wirtschaftlich durchführbar. Nach Auskunft des Flächenbewirtschafters, wurden alle Arbeitsgänge von Hand (Ausstreuen der Heublume mit grobmaschigem Sieb, einer sogenannten „Kuchenkiste“) bzw. mit leichten Maschinen geringer Arbeitsbreite (Andrücken der Heublume mit Minitrecker) ausgeführt. Für das Ausstreuen wurden 2 h/ha und für das Andrücken 1 h/ha benötigt. Das Verhältnis von Spender- zu Begrünungsfläche betrug ca. 5:1.

Die Entwicklungskosten der Maßnahmenvarianten differieren um ca. 3.000 €/ha, wobei die Heublumensaat die teuerste und die Selbstberasung die billigste Variante sind.

Da bei der Heublumensaat, im Gegensatz zu den beiden anderen Varianten, keine Nachbesserungsmaßnahmen notwendig sind, liegen die Gesamtkosten der Varianten nur ca. 2.200 €/ha auseinander (Tab. 4-8, Abb. 4-22). Bei den Varianten Einsaat mit SM Country und Selbstberasung sollte die Nutzungshäufigkeit erhöht werden. Dies soll zur Verringerung der Streudeckung und der Verbesserung von Einwanderungs- und Ausbreitungsbedingungen zielbiotoptypischer Arten beitragen.

Tab. 4-8: Nachbesserungsmaßnahmen für Varianten des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkarmer Standorte

Variante	Nachbesserungsmaßnahmen
Einsaat mit SM Country	Nutzung*: • dreimalige Mahd im ersten bis dritten Jahr • zweimalige Mahd im vierten und fünften Jahr
Heublumensaat	keine Nachbesserungsmaßnahmen notwendig
Selbstberasung	Nutzung*: • dreimalige Mahd im ersten bis dritten Jahr • zweimalige Mahd im vierten und fünften Jahr

* In den ersten beiden Jahren ist das Mähgut sofort von der Fläche zu entfernen, in den folgenden Jahren ist es einige Tage auf der Fläche zu belassen und dann zu entfernen.

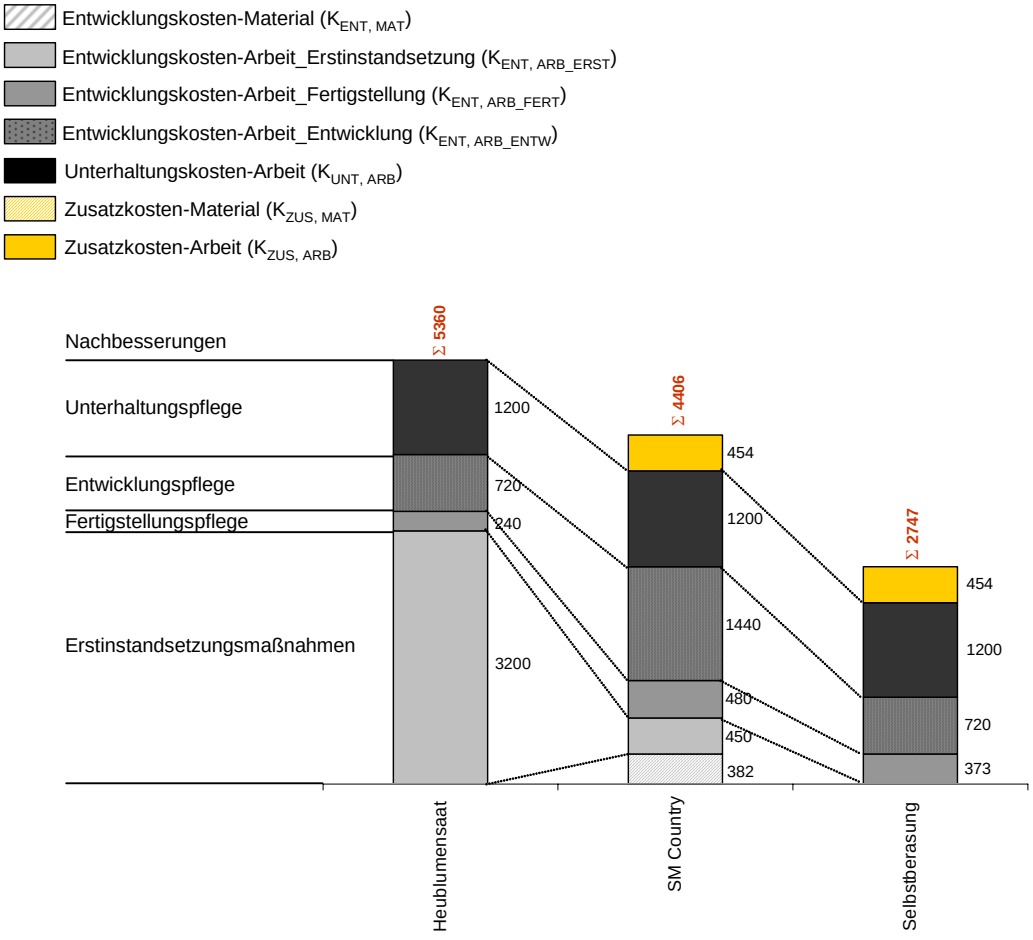


Abb. 4-22: Kosten der Varianten des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkarmer Standorte (€/ha)

4.4.4 Zielbiotoptyp mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte

Effektivität

Die mit **RSM 7.1.2** begrünte Fläche (Tab. 4-2, Seiten 53f) im UG Nienburg ist ein arten- und strukturarmes Extensivgrünland. Die Streudeckung ist hoch (90 %) und die Biotopstruktur zielbiotopuntyisch. Der dichte Bestand wird durch die Problemart *Festuca rubra agg.* bestimmt (Deckung 60 %). Die meisten weiteren hochfrequenten Arten entstammen der Saatgutmischung, erreichen jedoch geringere Deckungen. Degenerationszeiger kommen kaum vor, auch Kennarten sind selten. Da Biotopausprägung und Entwicklungspotenzial der Variante aufgrund der erläuterten Kriterienausprägungen sehr schlecht (18 Punkte) bzw. schlecht (27 Punkte) sind, ist die Effektivität der Variante schlecht (Abb. 4-23).

Da die Fläche sowohl strukturell als auch von der Artenausstattung nicht dem Zielbiotoptyp entspricht, ist zur Erreichung des Entwicklungszieles ein kompletter Bestandsumbau notwendig.

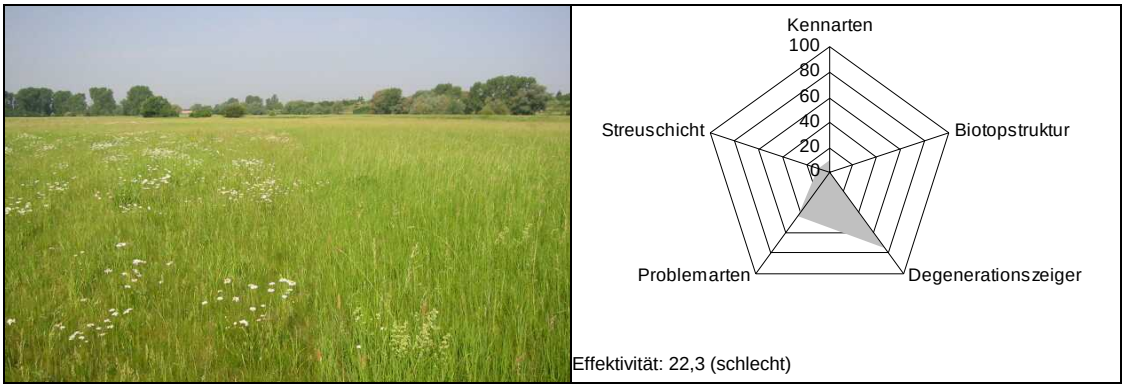


Abb. 4-23: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.1.2“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte

Zwei Untersuchungsflächen wurden mittels **RSM 7.3** (Tab. 4-2, Seiten 53f), der ein Kräuteranteil von 5 % zugesetzt wurde, begrünt. Trotz Unterschieden in der Artenzusammensetzung sind beide als mesophiles, artenarmes Grünland zu charakterisieren. Strukturell entsprechen beide Flächen teilweise dem Zielbiotoptyp. Die Streuschicht deckt durchschnittlich 60 %. Die Flächen sind kaum zielbiotoptypisch (Punktwert Biotopausprägung: 38), grasbestimmt und werden von *Elytrigia repens* und *Poa pratensis* (G0Fre1) bzw. *Arrhenatherum elatius* und *Poa pratensis* (G0Fre2) dominiert. Der Deckungsgrad der Problemart *Elytrigia repens* beträgt 60 % und spiegelt sich im Wert für das Entwicklungspotenzial wieder (55 Punkte). In flussnäheren Bereichen, die an Lieferbiotope mit Degenerationszeigern angrenzen, sind zudem *Tanacetum vulgare* und *Solidago canadensis* (G0Fre1) bzw. *Aegopodium podagraria, Galium mollugo* und *Heracleum sphondylium* (G0Fre2) sowie weitere Ruderalarten häufig. Das hochfrequente Auftreten dieser Degenerationszeiger bedingt den geringen Punktwert von 47 für dieses Kriterium. Kennarten sind auf den Flächen selten und entstammen fast ausschließlich der Ansaatmischung. Die Variante hat eine mittlere Effektivität (Abb. 4-24).

Zur Erreichung des Entwicklungsziels muss der dichten Streuauflage entgegengewirkt werden. Zudem müssen Kennarten auf die Flächen eingebracht werden.

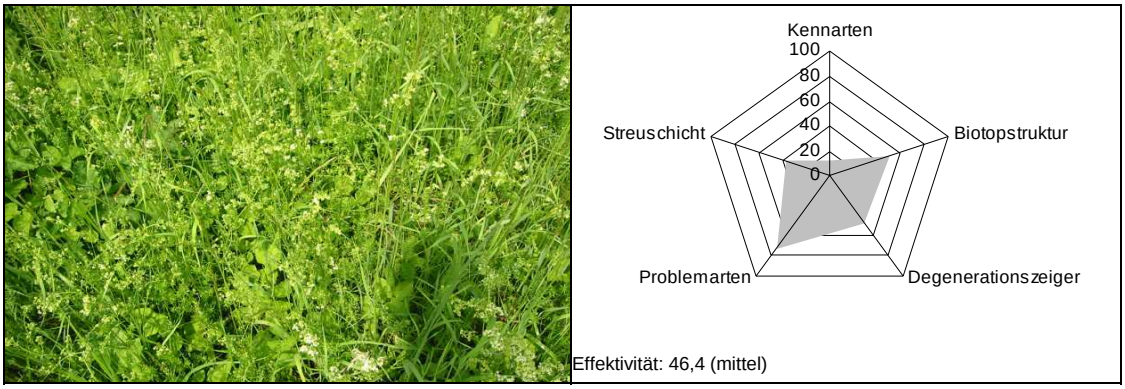


Abb. 4-24: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.3“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte

Die **SSM feu** wurde auf einer Fläche im UG Nienburg ausgebracht (Tab. 4-2, Seiten 53f). Dieses mäßig strukturreiche, artenarme Grünland wird von der Problemart *Festuca rubra agg.* bestimmt (Deckungsgrad 60%) Da neben diesem Mittelgras noch das Obergras *Alopecurus pratensis* hochfrequent und mit einer Deckung von 10 % vorkommt, entspricht die Biotopstruktur teilweise dem Zielbiotoptyp. Die Streuschicht deckt 60 %. Sowohl Kennarten als auch Degenerationszeiger sind geringfrequent. Die Effektivität der Variante ist aufgrund der geringen Zahl von Kennarten, der entwicklungshemmenden Dominanz von *Festuca rubra agg.* und der dichten Streuschicht schlecht (Abb. 4-25). Entsprechend niedrig sind auch die Werte für Biotopausprägung (38 Punkte) und Entwicklungspotenzial (42 Punkte).

Zur Erreichung des Entwicklungszieles ist die Durchführung steuernder Maßnahmen dringend notwendig. Diese müssen sowohl auf die Verbesserung der Etablierungschancen als auch auf die Anreicherung mit Kennarten abzielen.

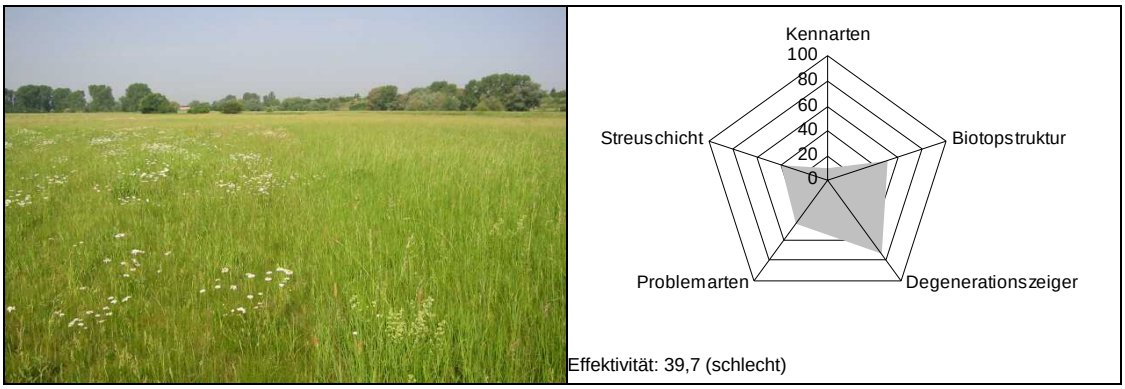


Abb. 4-25: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit SSM feu“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte

Die sechs mit der speziell für das UG Hohenerxleben zusammengestellten Mischung **SSM Hoh** angesäten Flächen (Tab. 4-2, Seiten 53f) entsprechen arten- und strukturarmen Extensivgrünländern. Die Streudeckung erreicht auf den meisten Flächen maximal 30 %. Da die Bestände grasreich und kräuterarm sind und oft von nicht zielbiotoptypi-

schen Arten dominiert werden, entsprechen sie nur teilweise dem Zielbiotoptyp. Die Deckungsanteile der häufigsten Arten *Arrhenatherum elatius, Festuca pratensis, Festuca rubra, Elytrigia repens, Phleum pratense* und *Trifolium pratense* unterscheiden sich lokal sehr (5 % bis 50 %). Mit Ausnahme von *Elytrigia repens* wurden alle diese Arten angesät. Problemarten kommen, bezogen auf die Gesamtfläche, nur in Ausnahmefällen zur Dominanz. Auf allen Flächen wurden wenig Degenerationszeiger und Kennarten gefunden. Keine dieser Arten tritt hochfrequent auf. Trotz des daraus resultierenden mittleren Bewertungsergebnisses für die Biotopausprägung (46 Punkte) ist die Effektivität der Variante insgesamt gut (Abb. 4-26). Dies ist in den hohen Punktwerten der meisten Kriterien und der sehr guten Bewertung des Entwicklungspotenzials (86 Punkte) begründet.

Um das Entwicklungsziel zu erreichen, sind die artenarmen Flächen mit zielbiotoptypischen Arten anzureichern und Etablierung und Ausbreitung dieser Arten zu fördern.

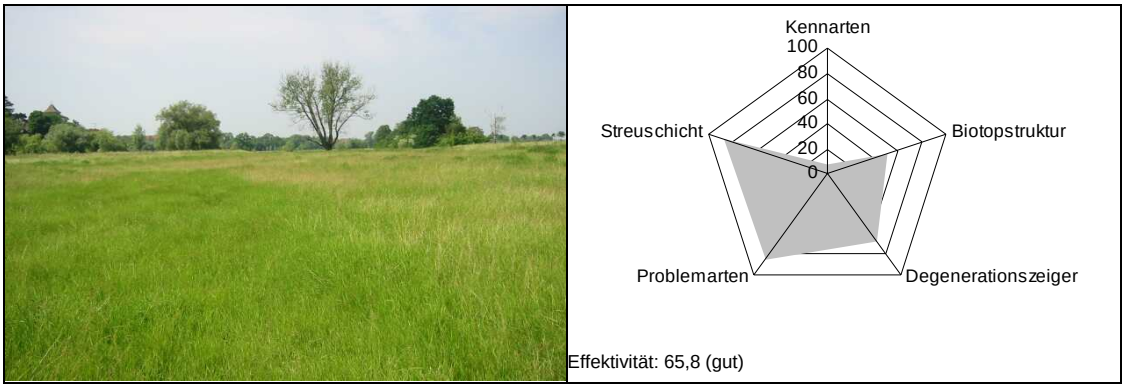


Abb. 4-26: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit SSM Hoh“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte

Die mit **SM Country** angesäte Untersuchungsfläche (Tab. 4-2, Seiten 53f) kann ebenfalls zu den arten- und strukturarmen Extensivgrünländern gezählt werden. Der Bestand ist sehr dicht, die Streuschicht gering (5 %). Obwohl das Grünland mehrschichtig aufgebaut ist, kann die Fläche aufgrund der Gräserdominanz als nur mäßig strukturreich und daher nur teilweise zielbiotoptypisch bezeichnet werden (Biotopausprägung: 26 Punkte). Hauptbestandsbildner sind die Problemart *Dactylis glomerata* sowie *Poa trivialis* und *Taraxacum officinale*. Diese Arten kommen zu ungefähr gleichen Teilen (25 % bis 37 %) vor. Zudem tritt *Trifolium repens* hochfrequent auf und nimmt ca. 10 % der Aufnahmefläche ein. Sowohl Kennarten als auch weitere Degenerationszeiger sind sowohl auf der Fläche, als auch in der Umgebung der Flächen selten. Bis auf Streuauflage und Degenerationszeiger werden bei den Bewertungskriterien maximal mittlere Punktwerte erreicht. Das geringe Vorkommen der Degenerationszeiger ist zu einem großen Teil auf die Dominanz von *Dactylis gomerata* zurückzuführen. Insgesamt sollte die Artenarmut vor dem Hintergrund der natürlichen Artenarmut dieses Zielbiotoptyps nicht überbewertet werden. Das Entwicklungspotenzial der Variante ist gut (66 Punkte) und die Effektivität mittel (Abb. 4-27).

Um das Entwicklungsziel zu erreichen, sind Nachbesserungsmaßnahmen notwendig. Besonders wichtig ist die Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten.

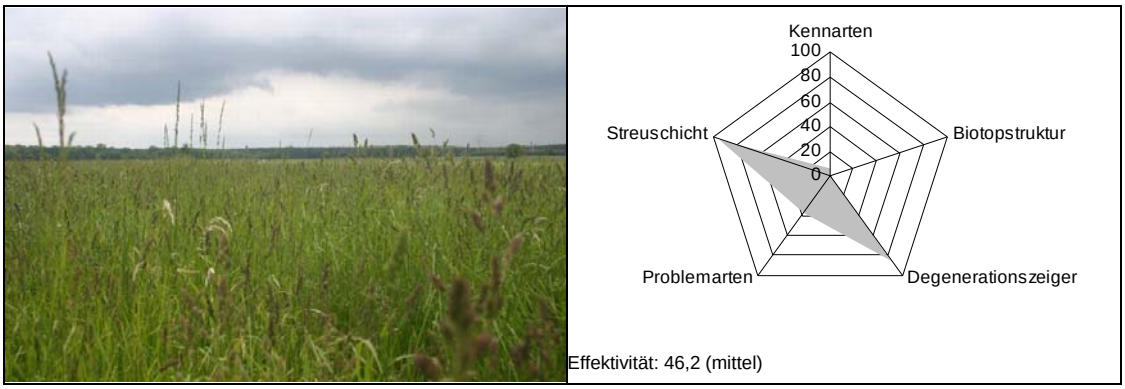


Abb. 4-27: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit SM Country“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte

Die mittels **Selbstberasung** begrünte Fläche (Tab. 4-2, Seiten 53f) ist artenarm und mäßig strukturreich. Sie zählt zu den artenarmen Extensivgrünländern und entspricht strukturell nur teilweise dem Zielbiotoptyp. Hauptbestandsbildner sind *Elytrigia repens* und *Cirsium arvense* (Deckungsgrad 45 % bzw. 10 %). Daneben kommen weitere Degenerationszeiger vor (krautige Arten, Gehölze). Diese konzentrieren sich in den waldnahen Bereichen der Fläche. Kennarten sind, außer *Symphytum officinale* und *Ranunculus repens*, kaum anzutreffen. Auch in der Umgebung der Fläche befinden sich keine Kennarten, weshalb mit der Einwanderung weiterer Arten nicht zu rechnen ist. Die 80 % deckende Streuschicht setzt sich vor allem aus *Elytrigia repens* zusammen. Biotopausprägung, Entwicklungspotenzial und Effektivität der Variante sind schlecht (Abb. 4-28). Dies resultiert vor allem aus dem negativen Umgebungseinfluss (viele Degenerationszeiger und Problemarten, wenige Kennarten).

Ohne gezielte Maßnahmen zur Anreicherung mit Arten des Zielbiotoptyps und Beseitigung der entwicklungshemmenden Faktoren (Dominanz von Problemarten, viele Degenerationszeiger, dichte Streudeckung) ist eine Zielerreichung nicht möglich.

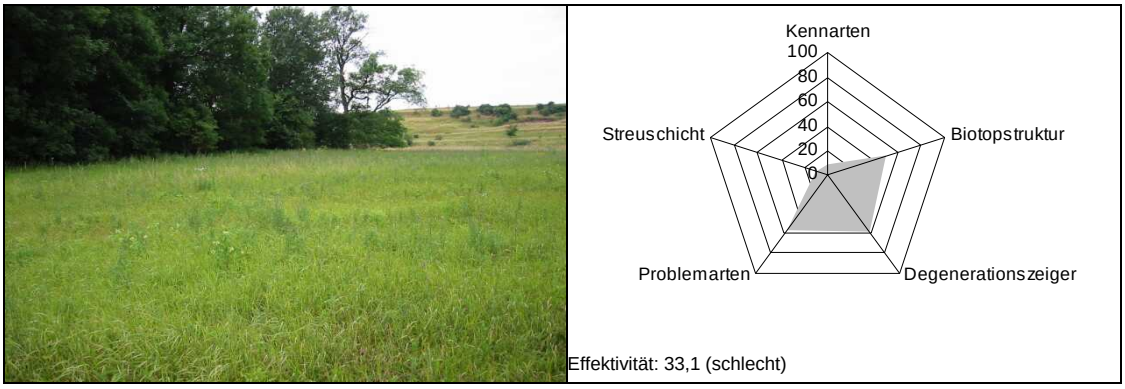


Abb. 4-28: Bewertungsprofil der Variante „Selbstberasung“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte

Kosten

Die Kosten wurden auf Grundlage der Angaben des LFU (1998) berechnet. Die kostenintensivste und kostengünstigste Variante unterscheiden sich in den Entwicklungskosten um ca. 2.000 €/ha. Die günstigste Variante ist die Selbstberasung (keine ersteinrichten-

den Maßnahmen). Ihr folgen die Einsaat mit den kräuterarmen Mischungen RSM 7.3, RSM 7.1.2 und SM Country. Am teuersten sind Einsaat mit SSM feu und SSM Hoh. Nach Berücksichtigung der Nachbesserungsmaßnahmen (Tab. 4-9) ändert sich diese Reihenfolge (Abb. 4-29).

Die Variante SSM feu bleibt mit Abstand am teuersten, die Abstände zwischen den Varianten RSM 7.7, SSM Hoh, RSM 7.1.2 und SSM Country verringern sich, wobei jetzt SSM Hoh die zweitbilligste Variante ist. Die Selbstberasung kostet weiterhin am wenigsten, der Abstand zu den Ansaatvarianten vergrößert sich leicht. Die Nachsaat dient der Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten; die Erhöhung der Nutzungshäufigkeit der Rückdrängung von Problemarten, Bekämpfung der Streuschicht sowie der Verbesserung der Einwanderungsbedingungen. In Abhängigkeit von Zahl und Häufigkeit der Kennarten, ist die Nachsaat mit zielbiotoptyischen Arten auf einem Drittel oder der Hälfte der Fläche durchzuführen. Die Anzahl zusätzlicher Pflegedurchgänge ist von der Dominanz der Problemarten und der Streudeckung abhängig.

Tab. 4-9: Nachbesserungsmaßnahmen für Varianten des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte

Variante	Nachbesserungsmaßnahmen
Einsaat mit RSM 7.1.2	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ½ der Fläche Nutzung*: • viermalige Mahd im ersten und zweiten Jahr nach der Saat • dreimalige Mahd im dritten bis fünften Jahr nach der Saat
Einsaat mit RSM 7.3	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ½ der Fläche Nutzung*: • viermalige Mahd im ersten Jahr nach der Saat • dreimalige Mahd im zweiten bis vierten Jahr nach der Saat • zweimalige Mahd im fünften Jahr nach der Saat
Einsaat mit SSM feu	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ½ der Fläche Nutzung*: • viermalige Mahd im ersten Jahr nach der Saat • dreimalige Mahd im zweiten bis vierten Jahr nach der Saat • zweimalige Mahd im fünften Jahr nach der Saat
Einsaat mit SSM Hoh	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ¼ der Fläche Nutzung*: • dreimalige Mahd im ersten bis dritten Jahr nach der Saat • zweimalige Mahd im vierten und fünften Jahr nach der Saat

Variante	Nachbesserungsmaßnahmen
Einsaat mit SM Country	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ½ der Fläche Nutzung*: • viermalige Mahd im ersten Jahr nach der Saat • dreimalige Mahd im zweiten bis vierten Jahr nach der Saat • zweimalige Mahd im fünften Jahr nach der Saat
Selbstberasung	Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten: • Streifensaat (gebietsheimisches Saatgut) auf ¼ der Fläche Nutzung*: • dreimalige Mahd im ersten bis dritten Jahr nach der Saat • zweimalige Mahd im vierten und fünften Jahr nach der Saat

* In den ersten beiden Jahren ist das Mähgut sofort von der Fläche zu entfernen, in den folgenden Jahren ist es einige Tage auf der Fläche zu belassen und dann zu entfernen.

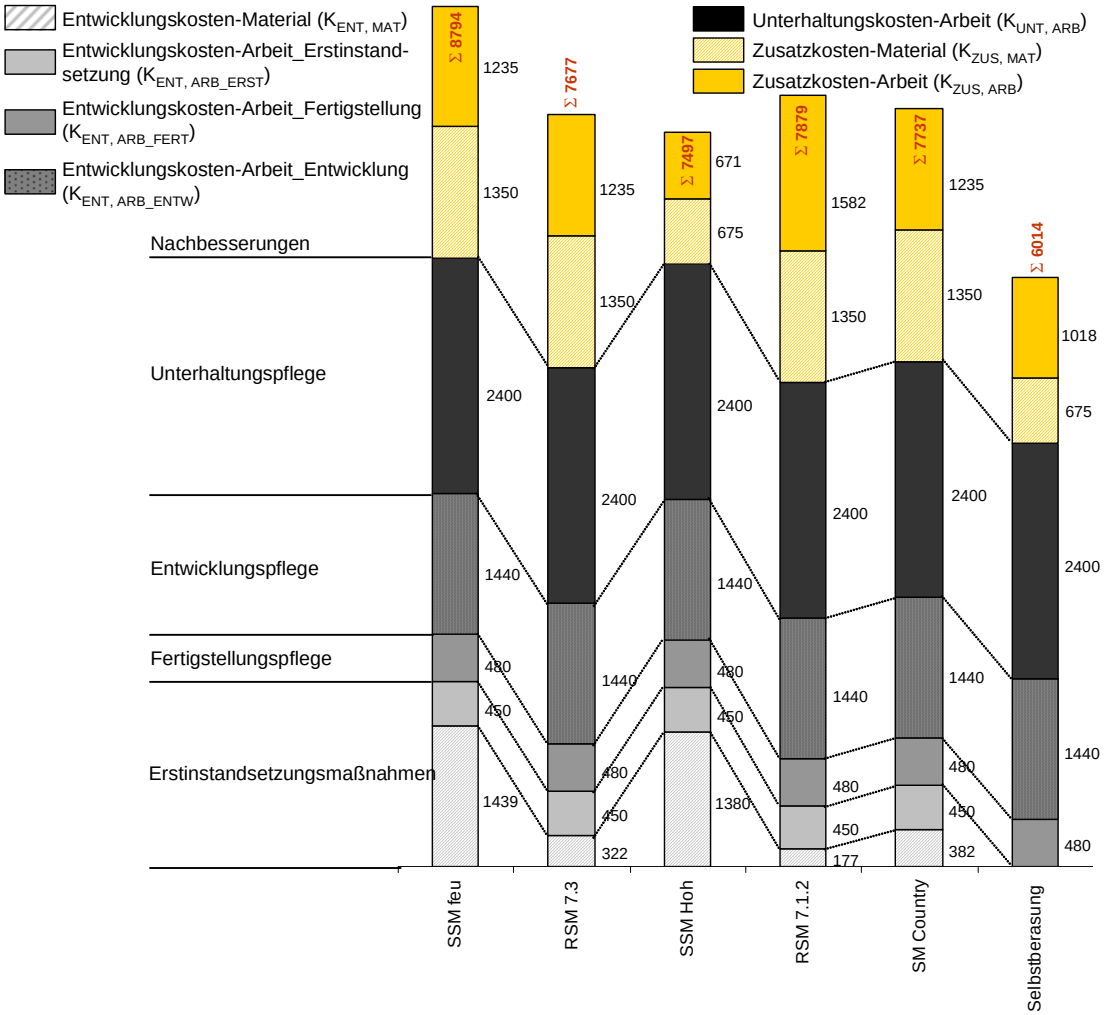


Abb. 4-29: Kosten der Varianten zur Etablierung von mesophilem Grünland mäßig feuchter Standorte (€/ha)

4.5 Interpretation und Diskussion

Im folgenden Abschnitt wird zunächst die Häufigkeit der in Sachsen-Anhalt angewandten Varianten aufgeführt. Anschließend wurden weitere mögliche Varianten zur Zielerreichung erläutert. Bei letzteren handelt es sich um sogenannte „alternative Begrünungsverfahren“, wie bspw. die Heumulchsaat. Mögliche Gründe für die seltene Anwendung der Varianten werden aufgeführt. Die Unterschiede bei Effektivität und Kosten der innerhalb und außerhalb Sachsen-Anhalts angewandten Varianten werden zielbiotoptypübergreifend interpretiert und diskutiert. Dadurch können standortunabhängige Unterschiede bei der Eignung der Erstinstandsetzungsvarianten deutlicher herausgearbeitet werden.

4.5.1 Praxis bei der Etablierung mesophiler Grünländer in Sachsen-Anhalt

Prinzipiell ist die Anwendung der in Abb. 4-30 aufgeführten Erstinstandsetzungsvarianten bei der Etablierung mesophiler Grünländer denkbar.

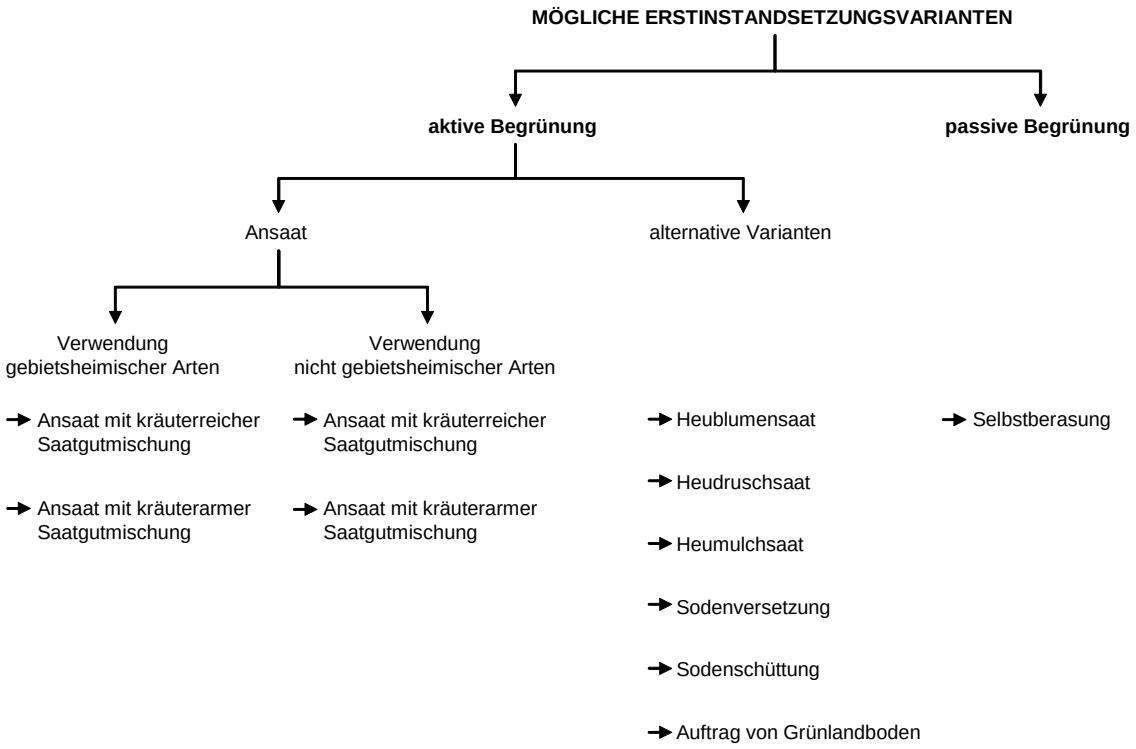


Abb. 4-30: Mögliche Erstinstandsetzungsvarianten zur Etablierung mesophiler Grünländer

Drei Viertel der über Sachsen-Anhalt verteilten Untersuchungsflächen zur Etablierung von artenreichen, mesophilen Grünländern wurden angesät (Abb. 4-31). Bei Kompensationsmaßnahmen kamen dabei ausnahmslos RSM bzw- RSM-basierte Sondermischungen zur Anwendung. Die am häufigsten ausgebrachte Saatgumischung ist RSM 7.1.2. Dabei handelt es sich um eine kräuterarme Mischung[9] (Kräuteranteil 1,6 %), die sich zu 75 % aus *Festuca rubra agg*. bzw. *Festcua cinerea* zusammensetzt. Kräuterreiche Mischungen[10] (Kräuteranteil >5 %) wurden deutlich seltener angewandt (SSM tro, SSM fri, SSM feu, SSM Hoh, RSM 7.1.4, RSM 7.3). Auf den untersuchten Vertragsnaturschutzflächen wurde die in der Landwirtschaft gebräuchliche SM Country ausgebracht.

Alle Saatgutmischungen setzen sich aus gebietsfremden Arten und Herkünften (vor allem Zuchtsorten) zusammen und sind aus naturschutzfachlicher Sicht nicht empfehlenswert. Trotz intensiver Bemühungen, gebietseigene Herkünfte zu erhalten, enthalten auch die im Rahmen eines Forschungsprojektes (TISCHEW et al. 2001) zusammengestellten SSM tro, SSM fri und SSM feu gebietsfremde Herkünfte, da für das Jahr der Ansaat (1999) keine gebietseigenen verfügbar waren. Allerdings stammen die verwendeten Herkünfte zumindest aus Deutschland und nicht wie bei den RSM aus Gebieten außerhalb Deutschlands.

Die zweithäufigste Erstinstandsetzungsvariante ist die Selbstberasung. Sie wurde vor allem auf nährstoffärmeren Standorten angewandt (Zielbiotoptypen „Grünland trockener, kalkreicher bzw kalkarmer Standorte“) und ist auf diesen die häufigste Variante.

Alternative Begrünungsvarianten (Einsaat mit gebietsheimischem Saatgut, Heumulchsaat, Heudruschsaat, Heublumensaat, Auftrag von Grünlandboden oder Sodenversetzung oder -schüttung[11]) kamen nur in einem Fall zur Anwendung. Diese im Muldetal südlich von Dessau gelegene Vertragsnaturschutzfläche wurde mittels Heublumensaat begrünt.

Die vorrangige Nutzung „konventioneller“ Begrünungsvarianten und die seltene und kleinflächige Anwendung alternativer, mit gebietsheimischem Pflanzenmaterial arbeitender Begrünungsvarianten spiegelt die Praxis bei der Etablierung artenreicher, mesophiler Grünländer in Sachsen-Anhalt wider.

---

[9] Saatgutmischungen, die weniger als 5% Kräuter enthalten, werden im Folgenden als kräuterarme Mischungen bezeichnet.

[10] Saatgutmischungen, die mehr als 5% Kräuter enthalten, werden im Folgenden als kräuterreiche Mischungen bezeichnet.

[11] Als Heumulchsaat wird das Ausbringen von samenhaltigem, frischem Aufwuchs oder Heu bezeichnet. Bei der Heudruschsaat wird ein Saatgutgemisch, das von einem Grünlandbestand durch Drusch gewonnen wurde und mit Druschresten aus Blättern, Stengeln und Spelzen vermischt ist, zur Begrünung verwendet. Heublumensaat bezeichnet den Auftrag von Saatgut, das beim Lagern von Heu ausgefallen ist und nach dessen Entfernung aufgenommen wurde.

Bei Sodenversetzungen werden Wiesensoden einer Spenderfläche auf die zu begrünende Fläche verpflanzt. Sodenschüttung bezeichnet das Aufbringen gebrochener Soden auf die Empfängerfläche.

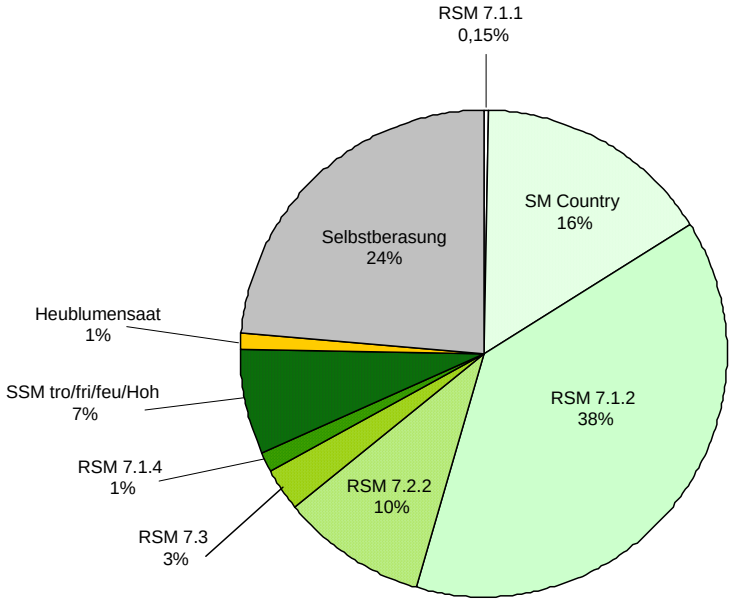


Abb. 4-31: In Sachsen-Anhalt angewandte Varianten zur Etablierung von artenreichen, mesophilen Grünländern

In anderen Bundesländern sind alternative Begrünungsvarianten bei der Etablierung von artenreichen, mesophilen Grünländern ebenfalls unterrepräsentiert und Beispiele für die Anwendung dieser Varianten nur kleinflächig vorhanden. Die gegenwärtig verbreitetsten Varianten Heudruschsaat und Einsaat mit gebietsheimischem Saatgut, aber auch seltener angewandte Varianten wie Heumulchsaat und Sodenversetzung werden vorrangig auf trockenen, nassen oder nährstoffarmen Böden sowie auf Sonderstandorten (Rohböden) angewandt (KIRMER & TISCHEW 2006, http://www.rieger-hofmann.de/, http://www.engelhardt-oekologie.de/). Ausnahmen sind die Ökokontoflächen Markt Reisbach im Isar-Inn-Hügelland (Bayern) sowie eine Kompensationsfläche der Bahnneubaustrecke Ebensfeld-Erfurt (Thüringen). Diese nährstoffreichen Standorte wurden mittels Heudrusch begrünt (siehe http://www.engelhardt-oekologie.de/). Da sie jedoch, im Gegensatz zu der Mehrzahl der Flächen in Sachsen-Anhalt, nicht in ausgeräumten Agrarlandschaften liegen, sind genügend Spenderflächen für die Gewinnung von regionalem Begrünungsmaterial vorhanden. Gebietsheimische Herkünfte kamen beispielsweise bei Gartenschauen und dem Landschaftspark Messestadt Riem in München zum Einsatz (siehe http://www.rieger-hofmann.de/).

Die Gründe für die seltene Anwendung alternativer Begrünungsvarianten im Allgemeinen und bei der Etablierung von artenreichen, mesophilen Grünländern im Besonderen sind vielfältig (siehe auch RIEDL 2003):

- Die Bedeutung des Erhaltes der innerartlichen Vielfalt bei krautigen Pflanzen und Gräsern wird trotz des gesetzlichen Auftrages im BNatSchG noch unzureichend beachtet. Während bei Gehölzen die Sensibilisierung von Vorhabensträgern, Behördernvertretern und Praktikern inzwischen weitgehend erfolgt ist, muss bei krautigen Pflanzen und Gräsern weiter Aufklärungsarbeit geleistet werden. Dies gilt insbesondere für sogenannte „Normalstandorte“.

- Mangels praktikabler Handlungsanleitungen sind Vielfalt, Einsatzmöglichkeiten und Anwendung alternativer Begrünungsvarianten Planern sowie ausführenden Betrieben/Personen von Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahmen nicht immer ausreichend bekannt. Der aktuelle Wissensstand ist über zahlreiche Fachpublikationen verteilt und für Praktiker nur mit großem Aufwand aneigenbar. Die Wahl der Erstinstandsetzungsvariante hängt gegenwärtig stark von dem persönlichen Engagement einzelner Personen ab. Gespräche mit verschiedenen Vorhabensträgern, Landwirten und Vertretern des behördlichen Naturschutzes bestätigten dies.
- Die Verfügbarkeit von standortgerechtem, gebietsheimischem Pflanzenmaterial ist bei den üblichen kurzen Zeitabständen zwischen Ausschreibung und Durchführung der Maßnahmen unsicher. Besonders problematisch ist dies bei großen Bauvorhaben, im Zuge derer eine Vielzahl von Maßnahmen innerhalb kurzer Zeit umgesetzt werden muss und entsprechend große Saatgutmengen benötigt werden. Für Saatgutanbieter ist es bei der derzeit stark wechselnden Nachfrage unwirtschaftlich, stets ein umfangreiches Arteninventar vorrätig zu halten.
- Vor allem in ausgeräumten, intensiv agrarisch genutzten Landschaften stehen nicht immer ausreichend viele geeignete Spenderflächen für gebietsheimisches Begrünungsmaterial zur Verfügung.
- Anbieter alternativer Begrünungsvarianten sind aufgrund einer kostenfokussierten Ausschreibungspraxis, unzureichender Berücksichtigung naturschutzfachlicher Anforderungen und bislang zu geringer Nachfrage nicht überall existenzfähig.
- Die Erstinstandsetzungskosten konventioneller Begrünungsvarianten liegen oft unter denen alternativer Varianten (Nachbesserungen sind meist sehr kostenintensiv).

Die Untersuchungsergebnisse aus Sachsen-Anhalt und die daraus ableitbaren Aussagen zur Effektivität der Varianten werden unter Einbeziehung weiterer Untersuchungen diskutiert. Dabei werden nicht nur die in Sachsen-Anhalt angewandten Varianten betrachtet, sondern weitere Begrünungsvarianten einbezogen. Besonders Heumulchsaat, Heudruschsaat und Heublumensaat werden betrachtet. Diese Varianten können jedoch nicht mittels des entwickelten methodischen Ansatzes bewertet werden, da die Daten mit anderen Erfassungsmethoden erhoben wurden. Zudem wurden die meisten Untersuchungen in anderen Naturräumen durchgeführt und/oder fokussieren auf Einzelfragen.

4.5.2 Gründe für Effektivitätsunterschiede

Regressionsanalyse

Die Untersuchungsflächen aller Zielbiotoptypen unterscheiden sich hinsichtlich Alter und Erstinstandsetzungsmaßnahmen (Abb. 4-4 bis 4-7, Seiten 48ff). Wie in Kap. 3.2.5 dargelegt, müssen Art und Stärke des Zusammenhanges zwischen den unabhängigen Variablen (Variante, Alter) einerseits und den abhängigen Variablen (Kriterienausprägungen) andererseits analysiert werden, da sowohl das Alter als auch die Variante die Kriterienausprägungen der Effektivitätsbewertung beeinflussen können. Diese Analyse erfolgt mittels der multiplen linearen Regression (SOKAL & ROHLF 1981) (vgl. Kap. 3.2.5). Mit dieser Methode können scheinbare Korrelationen zwischen unabhängi-

gen und abhängigen Variablen erkannt und die Wirkungsstärke dieser Korrelationen bewertet werden.

Die Stärke des Zusammenhanges zwischen zwei Variablen wird bei der multiplen linearen Regression durch standardisierte partielle Regressionskoeffizienten (beta-Koeffizienten) ausgedrückt. Im Folgenden werden, sofern sich ein Regressionsmodell berechnen lässt, diese beta-Koeffizienten zusammen mit dem zugehörigen Signifikanzniveau (p) dargestellt. Zudem werden das korrigierte Bestimmtsheitsmaß R^2 und das diesem zugehörige Signifikanzniveau p angegeben. Das Bestimmtsheitsmaß gibt Auskunft über die Güte der Anpassung durch die Regressionsgleichung und liegt zwischen null und eins. Die Darstellung der unabhängigen Variablen folgt der Reihenfolge mit der die Variablen in das Modell aufgenommen wurden. Diese Reihenfolge spiegelt den Einfluss der unabhängigen Variablen auf die abhängige Variable wider. Variablen, die keinen Beitrag für die Vorhersage leisten, werden nicht aufgeführt.

Da Regressionanalysen ordinal skalierte Variablen erfordern, wurde die nominal skalierte Variable Erstinstandsetzungsvariante in dichothome Dummy-Variablen zerlegt und damit in ein quasiordinales Skalenniveau überführt (BÜHL & ZÖFEL 2000).

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen für den Zielbiotoptyp **mesophiles, artenreiches Grünland** zeigen, dass die Erstinstandsetzungsvarianten einen größeren Einfluss auf die Ausprägung aller Bewertungskriterien ausüben als das Alter (Tab. 4-10). Bei den Kriterien Biotopstruktur, Degenerationszeiger und Problemarten fließt das Alter nicht in das Regressionsmodell ein, da es keinen signifikanten Beitrag zur Vorhersage dieser Werte leistet. Bei der Streuschicht wird das Alter an letzter Stelle und bei den Kennarten an fünfter Stelle einbezogen. Der Beta-Koeffizient ist jedoch deutlich niedriger als bei den anderen Variablen. Dies zeigt, dass auch auf diese beiden Bewertungskriterien die Erstinstandsetzungsvarianten stärkeren Einfluss ausüben als das Maßnahmenalter.

Tab. 4-10: Ergebnisse der Regressionsanalyse für die Varianten des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland

abhängige Variable	unabhängige Variablen	beta	p
Punktwert Kennarten (B_{KA})	RSM 7.1.4	0,51	< 0,001
R^2 (korrigiert) = 0,41; p < 0,001	RSM 7.1.1	0,28	< 0,01
	RSM 7.1.2	0,39	< 0,001
	SSM fri	0,27	< 0,01
	Alter	0,21	< 0,05
Punktwert Biotopstruktur (B_{BS})	RSM 7.1.2	-0,72	< 0,001
R^2 (korrigiert) = 0,39; p < 0,001	RSM 7.2.2	-0,37	< 0,001
	RSM 7.1.1	-0,26	< 0,01
	RSM 7.1.4	-0,22	< 0,05

abhängige Variable	unabhängige Variablen	beta	p
Punktwert Degenerationszeiger (B_{DZ})	Selbstberasung	0,80	< 0,001
R^2 (korrigiert) = 0,45; p < 0,001	RSM 7.1.2	0,46	< 0,001
	RSM 7.1.1	0,20	< 0,05
	RSM 7.1.4	0,21	< 0,05
Punktwert Problemarten (B_{PA})	RSM 7.1.2	0,40	< 0,001
R^2 (korrigiert) = 0,15; p < 0,001			
Punktwert Streudeckung (B_{SD})	RSM 7.1.2	0,34	< 0,01
R^2 (korrigiert) = 0,37; p < 0,001	RSM 7.1.4	0,42	< 0,001
	RSM 7.1.1	0,37	< 0,001
	Alter	-0,33	< 0,01

Für den Zielbiotoptyp **Grünland trockener, kalkreicher Standorte** konnte keine Regressionsanalyse durchgeführt werden, da nur bei der Variante Selbstberasung unterschiedlich alte Flächen untersucht werden konnten (Abb. 4-5, Seite 48). Eine Analyse des Zusammenhanges zwischen Erstinstandsetzungsvariante und Flächenalter auf die Ausprägung der Bewertungskriterien ist nicht möglich. Nachfolgende Ausführungen zu Vor- und Nachteilen der Varianten haben daher exemplarischen Charakter.

Die Untersuchungsflächen des Zielbiotoptyps **Grünland trockener, kalkarmer Standorte** sind bezüglich der unabhängigen Variablen Alter und Erstinstandsetzungsvarianten sehr heterogen (Abb. 4-6, Seite 49). Die Hälfte der 18 Flächen (fast alle selbst berasten Flächen) liegen im UG Burg. Die anderen neun Untersuchungsflächen verteilen sich auf fünf weitere Gebiete und unterscheiden sich sowohl hinsichtlich der Erstinstandsetzungsvarianten (Selbstberasung, Heublumensaat, Einsaat mit SM Country) als auch dem Alter (3 bis 12 Jahre). Für die abhängigen Variablen Punktwert Kennarten, Punktwert Problemarten und Punktwert Streuschicht konnte kein Regressionsmodell berechnet werden. Die nachfolgenden Aussagen zur Interpretation der Effektivitätsunterschiede zwischen den Varianten haben daher exemplarischen Charakter.

Maßnahmen zur Etablierung des Zielbiotoptyps **mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte** wurden vergleichsweise selten durchgeführt. Aufgrund dessen konnten fünf der sechs Erstinstandsetzungsvarianten lediglich auf ein bzw. zwei Flächen untersucht werden. Diese unterscheiden sich hinsichtlich ihres Alters deutlich voneinander (Abb. 4-7 auf Seite 50). Diese Datenlage eignet sich nur für Einzelfallbetrachtungen, so dass statistische Auswertungen nicht durchgeführt werden können. Folgende Ausführungen zu Vor- und Nachteilen der Varianten haben daher beispielhaften Charakter.

Kennarten

Die Bewertungsergebnisse des Kriteriums Kennarten unterscheiden sich varianten- und zielbiotoptypabhängig kaum voneinander. Auf allen Flächen wurden entweder relativ viele und niedrigfreqente oder wenige und hochfrequente Kennarten gefunden. Der erste Fall trifft auf die Erstinstandsetzungsvarianten des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland (9 bis 14 Kennarten), der zweite auf alle Erstinstandsetzungsvarianten der anderen Zielbiotoptypen (vier bis sieben Kennarten) zu.

Bei fast allen Varianten des Zielbiotoptyps **mesophiles, artenreiches Grünland** wurden *Achillea millefolium, Arrhenatherum elatius, Centaurea jacea, Galium mollugo, Leucanthemum vulgare* und *Plantago lanceolata* gefunden. Diese Kennarten sind in der Umgebung der Flächen am häufigsten und treten daher auch dort, wo sie nicht angesät wurden, hochfrequent auf. Die seltensten Kennarten sind *Campanula patula, Geranium pratense, Rumex acetosa*. Sie kommen nur bei vier Varianten vor. Während sich *Rumex acetosa* stets selbst angesiedelt hat, wurden *Campanula patula* und *Geranium pratense* bei zwei der vier Varianten angesät, traten aber auch auf anderen Flächen auf. *Lathyrus pratensis* wurde bei keiner Variante gefunden (Abb. 4-32).

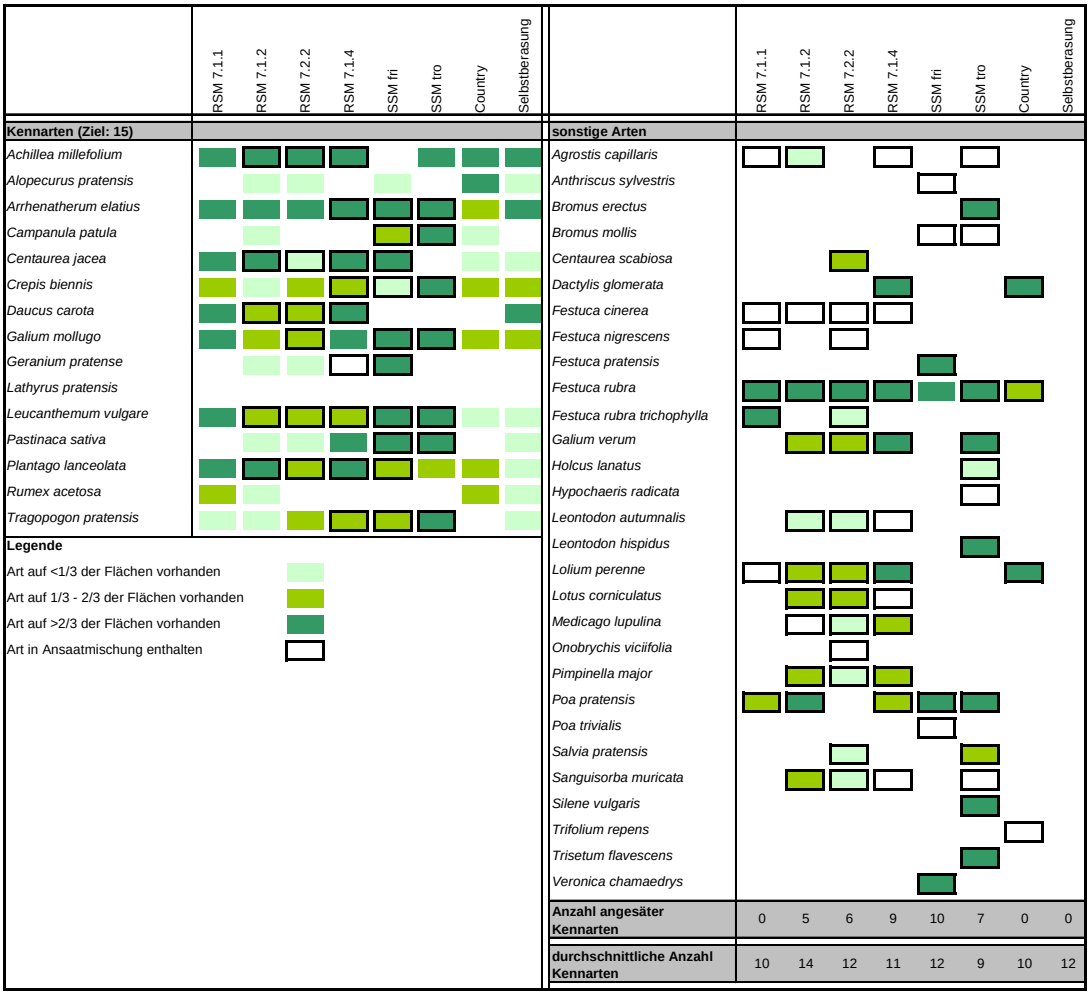


Abb. 4-32: Vorkommen angesäter Arten und Kennarten bei den Varianten zur Etablierung von artenreichem, mesophilem Grünland

Die Frequenzen der Kennarten weisen variantenabhängig deutliche Unterschiede auf. Sie sind auf den Untersuchungsflächen am größten, die mit kennartenreichen Saatgutmischungen angesät wurden (RSM 7.1.4, SSM fri, SSM tro). Eine Ausnahme bilden die mittels RSM 7.1.1 begrünten Flächen. Obwohl die Saatgutmischung keine Kennarten enthält, treten sie auf den Flächen hochfrequent auf (Abb. 4-32). Die Flächen dieser Variante grenzen an arten- und kennartenreiche Säume, die als Lieferbiotope dienen.

In den UG Plötze-Sixbach-Aue, Nienburg und Gröna wurde die Vegetationsentwicklung im Rahmen zweier Forschungsprojekte (TISCHEW 2004a und b) und einer Diplomarbeit (ECKHARDT im Druck) untersucht. Im Zeitraum 1998 bis 2005 wurden Vegetationsaufnahmen von Dauerflächen angefertigt, auf denen die Varianten Einsaat mit RSM 7.1.2, RSM 7.1.4, SSM tro, SSM fri, SSM feu und Selbstberasung zur Anwendung kamen (vgl. Tab. 8-6 bis 8-8 im Anhang). Da die Untersuchungen nicht durchgängig über den gesamten Zeitraum erfolgen konnten und die untersuchten Maßnahmen in unterschiedlichen Jahren umgesetzt wurden, stehen nicht für jedes Flächenalter Daten zur Verfügung. Trotzdem lassen sich Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Varianten aufzeigen, die die Untersuchungen dieser Arbeit ergänzen.

In ECKHARDT (im Druck) wurden Ähnlichkeitsvergleiche der Varianten Einsaat mit RSM 7.1.2, RSM 7.1.4, SSM tro, SSM fri und Selbstberasung mittels des MANN-WHITNEY-Tests (U-Test) durchgeführt. Dieser nichtparametrische Test setzt unabhängige Stichproben und ordinalskalierte Daten voraus und wird angewendet, wenn die Annahme der Normalverteilung nicht aufrechterhalten werden kann. Da der U-Test auf der Basis von Rangunterschieden testet, ist er unempfindlich gegen Ausreißer (BÜHL & ZÖFEL 2000, KÖHLER et al. 2002).

Die Anzahl der Kennarten ist auf den Selbstberasungsflächen stets am niedrigsten und auf den mit den kräuterreichen Mischungen SSM tro, SSM fri und RSM 7.1.4 angesäten Flächen am höchsten, wobei SSM tro und SSM fri die höchsten Anzahlen aufweisen. Beim Vergleich der mit den kräuterreichen Mischungen angesäten Flächen konnten signifikante Unterschiede zu den Selbstberasungsflächen ab einem Flächenalter von zwei bzw. drei Jahren festgestellt werden (vgl. Tab. 4-11). Auf den mit der kräuterarmen Mischung RSM 7.1.2 angesäten Flächen kommen ebenfalls vergleichsweise wenig Kennarten vor. Der Unterschied zu den mit kräuterreichen Mischungen begrünten Flächen ist jedoch nur im Alter von drei und vier Jahren signifikant, was für geringe Unterschiede spricht. Bei allen Varianten ist im Laufe der Zeit eine mehr oder weniger deutliche quantitative Zunahme der Kennarten zu verzeichnen. Ausnahme sind die mit RSM 7.1.2 angesäten Flächen, auf denen die Anzahl der Kennarten im Laufe der Jahre schwankt. Dies kann als Hinweis auf die Instabilität der Bestände gewertet werden.

Die Deckung der Kennarten ist ebenso wie die Anzahl auf den Selbstberasungsflächen und den mit RSM 7.1.2 begrünten Flächen am geringsten. Die höchsten Deckungen weisen die Flächen auf, auf denen SSM tro oder SSM fri ausgebracht wurden. Trotz der teils recht deutlichen Unterschiede in den mittleren Deckungssummen sind nur wenige signifikant (vgl. Tab. 4-11). Bei allen Varianten ist eine stetige Ausbreitung der Kennarten zu verzeichnen, wobei das Ausmaß sehr unterschiedlich ist. So sind Zunahmen von 0,7 % im zweiten Jahr nach der Umsetzung auf 12 % im neunten Jahr bei der Selbstbe-

rasung einerseits und 52,3 % auf 88,3 % vom zweiten zum sechsten Jahr bei der Einsaat mit SSM tro andererseits zu verzeichnen. Allein bei den mit RSM 7.1.2 angesäten Flächen trat keine stetige Zunahme sondern eine Schwankung des Deckungsgrades auf, was für die im vorigen Absatz aufgestellte These der instabilen Bestände spricht.

Tab. 4-11: Ergebnisse der U-Tests für den Vergleich von Anzahl und Deckungssumme der Kennarten bei unterschiedlichen Erstinstandsetzungsvarianten (nach ECKHARDT im Druck)

(erste Signifikanzangabe: Anzahl; zweite Signifikanzangabe: Deckungssumme)

Alter	Variante	Anzahl	Deckungs-summe	RSM 7.1.2	RSM 7.1.4	SSM tro	SSM fri
1 Jahr	RSM 7.1.2	0,8[1]	0,02[1]				
	SSM tro	2,7	52,3	n.s./n.s.			
	SSM fri	1,7	43,8	n.s./n.s.		n.s./n.s.	
2 Jahre	RSM 7.1.2	6,9[1]/3,3	1,9[1]/2,0				
	RSM 7.1.4	3,6	3,6	n.s./n.s.			
	SSM tro	5,3	79,0	n.s./n.s.	n.s./*		
	SSM fri	4,7	57,0	n.s./n.s.	n.s./*	n.s./n.s.	
	Selbstberasung	1,2	0,7	n.s./n.s.	n.s./n.s.	*/*	*/*
3 Jahre	RSM 7.1.2	2,4	0,5				
	RSM 7.1.4	6,8	23,9	**/**			
	Selbstberasung	1,8	1,3	n.s./	**/**		
4 Jahre	RSM 7.1.2	3,6	2,3				
	RSM 7.1.4	5,4	19,8	*/**			
	Selbstberasung	2,8	2,4	n.s./n.s.	**/**		
6 Jahre	RSM 7.1.2	5,8[1]/5,8	40,0[1]/39,3				
	RSM 7.1.4	5,8	33,6	n.s./n.s.			
	SSM tro	10,3	88,3	n.s./n.s.	n.s./n.s.		
	SSM fri	7,0	72,8	n.s./n.s.	n.s./n.s.	n.s./n.s.	
9 Jahre	RSM 7.1.2	4,0	36,3				
	RSM 7.1.4	6,6	70,8	n.s./n.s.			
	Selbstberasung	3,3	12,5	n.s./n.s.	**/***		

[1] = Wert nur gültig für mit RSM 7.1.2 angesäte Flächen auf frischem Standort im UG Nienburg

n.s. = nicht signifikant: p >/= 0,05
* = signifikant: 0,01 </= p < 0,05
** = hochsignifikant: 0,001 </= p < 0,01
*** = höchstsignifikant: p < 0,001

Auf allen Untersuchungsflächen des Zielbiotoptyps **Grünland trockener, kalkreicher Standorte** kommen nur wenige (5 bis 6), vereinzelte und gering deckende Kennarten vor (Abb. 4-33). Dies ist mit dem geringen Alter der meisten Flächen erklärbar (insbesondere bei der Variante Selbstberasung). Auf den angesäten Flächen erschwert die dichte Streuschicht Etablierung und Ausbreitung der Kennarten.

Auf allen Flächen erreichen Arten nährstoffreicherer Standorte (*Achillea millefolium*, *Arrhenatherum elatius* und *Galium mollugo*) hohe Frequenzwerte. Auf den angesäten Flächen des UG Teufelsküchenberg bilden die beiden letztgenannten Arten zusammen mit *Elytrigia repens* dichte Bestände. Auf den angesäten Flächen des UG Beyendorf kommen weitere Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in nährstoffreicheren Grünländern vor (*Crepis biennis*, *Pastinaca sativa*, *Rumex acetosa*, *Tragopogon pratensis*).

Auf den Selbstberasungsflächen, für die aufgrund der geringeren Streuschicht und einiger offener Stellen deutlich bessere Einwanderungsbedingungen zu verzeichnen sind, haben sich zudem Vertreter ärmerer und trockenerer Standorte etabliert (*Galium verum*, *Ranunculus bulbosus*). Alle auf diesen Flächen vorhandenen Kennarten sind aus benachbarten grünlandähnlichen Wegsäumen in die Flächen eingewandert.

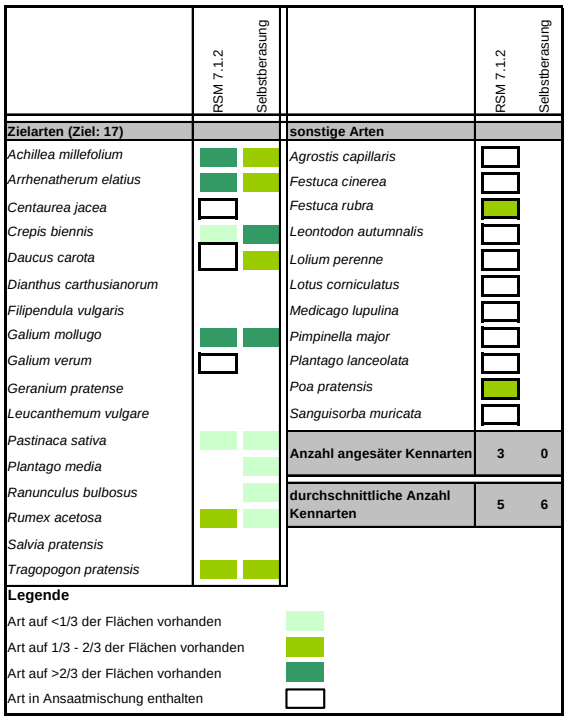


Abb. 4-33: Vorkommen angesäter Arten und Kennarten bei den Varianten zur Etablierung von Grünland trockener, kalkreicher Standorte

Anzahl, Frequenz und Deckung von Kennarten sind auf allen Flächen des Zielbiotoptyps **Grünland trockener, kalkarmer Standorte** gering, wobei die Selbstberasungsflächen die wenigsten Kennarten aufweisen (Abb. 4-34). Hier haben sich vor allem Ruderal- und Segetalarten angesiedelt und eine vergleichsweise dichte Streuschicht aufgebaut. Diese erschwert die Einwanderung von Kennarten aus Diasporenquellen der Umgebung.

Auf den mit SM Country angesäten Flächen wurden fast alle angesäten, standortuntypischen Arten durch standorttypische Arten ärmerer Standorte verdrängt (Ausnahme: *Dactylis glomerata*). Die Verdrängungseffekte sind auf den ältesten Flächen am deutlichsten. Die jüngeren Flächen sind hingegen noch stärker von der Saatgutmischung beeinflusst. Diese Beobachtung wird durch die Aussage des Bewirtschafters bestätigt. Demnach wäre der Bestand der angesäten Arten beim Wegfall der Düngung nur durch wiederholte Nachsaat sicherbar. Die Etablierungsmöglichkeiten für Kennarten sind aufgrund des abwechslungsreichen Mikroreliefs und kleinflächig vorhandener offener Stellen gut. Sofern in der Umgebung der Flächen kennartenreiche Grünländer, Wegränder und Grassäume liegen, wurden auch auf den Untersuchungsflächen Kennarten gefunden. Diese konzentrieren sich auf die Randbereiche der Flächen.

Bei der Variante „Heublumensaat“ wurden nur zielbiotoptypische Arten übertragen. Die Spenderflächen sind standörtlich mit der zu begrünenden Fläche vergleichbar und befinden sich in deren räumlicher Nähe. Somit sind Standorteignung und gebietsheimische Herkunft der Heublume sichergestellt. Da die genaue Zusammensetzung des Begrünungsmaterials nicht bekannt ist (die Artenzusammensetzung der Spenderflächen bietet diesbezüglich nur einen groben Anhaltspunkt), können keine Aussagen darüber getroffen werden, welche der ausgebrachten Arten sich etabliert haben. Aufgrund des Artenreichtums der Spenderflächen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass viele Kennarten auf den neu begrünten Flächen aus der Heublumensaat stammen. Neuere, vergleichende Untersuchungen zur Artenzusammensetzung von Heudrusch- und Heublumenproben haben gezeigt, dass die Heublume artenreicher Wiesen ebenfalls artenreich ist (HEILINGER & FLORINETH 2003). Begrünungen mit Heublumensaat führten ebenso schnell zum Erfolg wie Heudrusch (MOLDER 2002). Dies spiegelt sich auch in den mittels Heublumensaat begrünten Untersuchungsflächen wider. Sie sind, trotz des geringen Alters von ein bis drei Jahren, am artenreichsten und enthalten die höchste Zahl an Kennarten (Abb. 4-34).

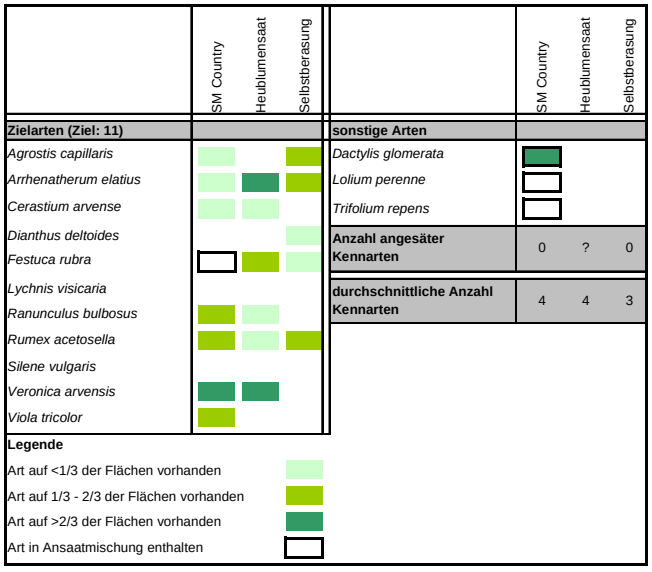


Abb. 4-34: Vorkommen angesäter Arten und Kennarten bei den Varianten zur Etablierung von Grünland trockener, kalkarmer Standorte

Auf allen Untersuchungsflächen des Zielbiotoptyps **mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte** kommen vier bis sieben Kennarten vor. Die weit verbreiteten Grünlandarten *Achillea millefolium*, *Alopecurus pratensis*, *Daucus carota*, *Galium mollugo*, *Leucanthemum vulgare*, *Ranunculus repens* und *Symphytum officinale* kommen auf der Mehrzahl der Flächen vor und treten meist hochfrequent auf. Da sie nur in der Hälfte der Fälle aus der Ansaatmischung stammen, scheint ihre Ansaat für eine Etablierung nicht zwingend erforderlich zu sein (Abb. 4-35). Weitere Kennarten wurden entweder nie (*Cardamine pratensis*, *Leontodon autumnalis*) oder selten (*Lathyrus pratensis*, *Rumex acetosa*) gefunden. Als Gründe kommen fehlende Diasporenquellen oder ungünstige Bedingungen für die Einwanderung neuer Arten (dichte Streuschicht) in Betracht.

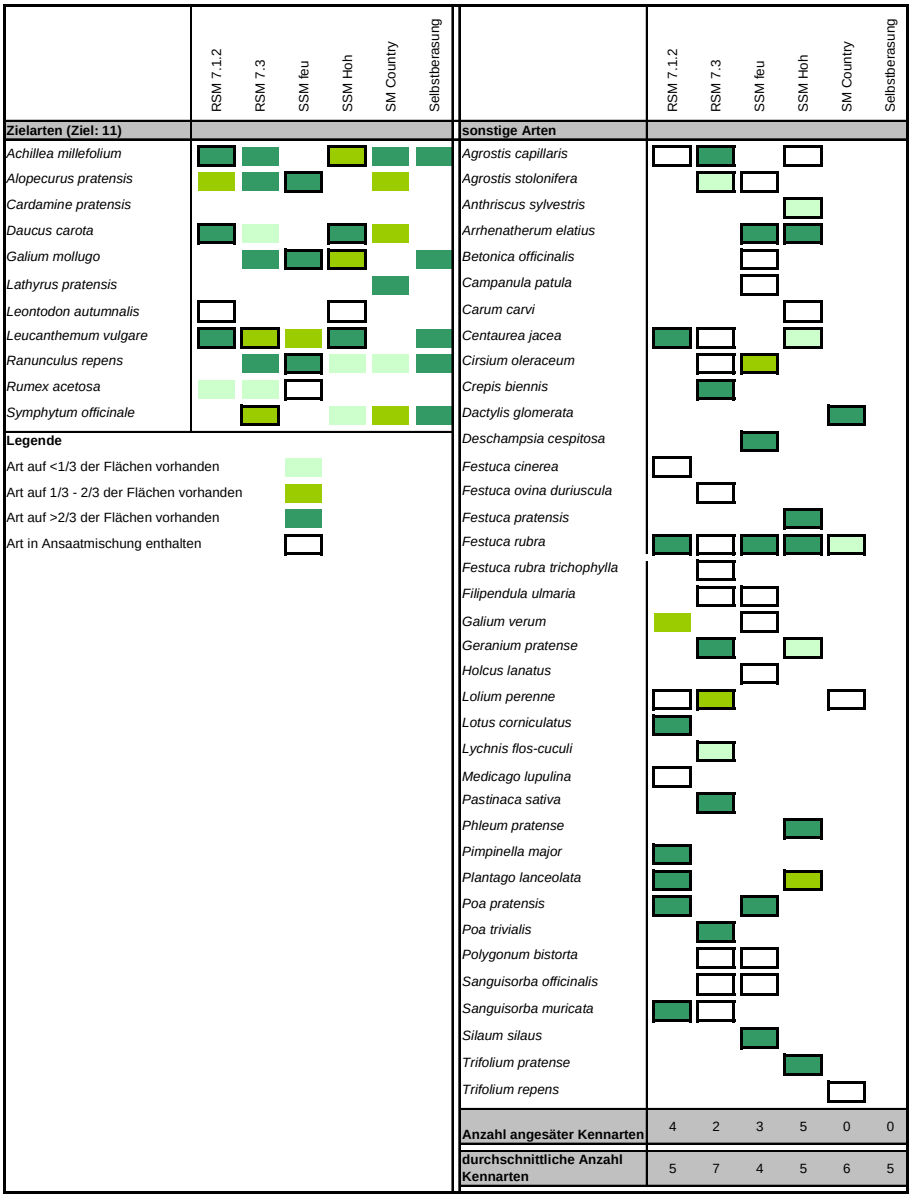


Abb. 4-35: Vorkommen angesäter Arten und Kennarten bei den Varianten zur Etablierung von mesophilem Grünland mäßig feuchter Standorte

Zielbiotoptypübergreifend betrachtet lässt sich feststellen, dass Kennarten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt auf nährstoffreichen Standorten haben und in der Umgebung der Flächen häufig sind (*Achillea millefolium, Arrhenatherum elatius*), auf den meisten Flächen vorkommen und oft hohe Frequenzwerte erreichen.

Zudem konnten sich standorttypische Arten meist erfolgreich etablieren und ausbreiten. Entsprechend hoch sind Artenzahl und Frequenz der Kennarten bei Varianten, bei denen viele zielbiotoptypische Arten angesät wurden (z.B. SSM fri, RSM 7.3). Umgekehrt wurden angesäte, standortuntypische Arten von standorttypischen verdrängt (SM Country). Die Verdrängung verläuft umso schneller, je ungeeigneter der Standort für die angesäten Arten ist und je mehr standorttypische Arten in der Umgebung vorhanden sind.

Die Ergebnisse zeigen weiter, dass bei Vorhandensein von Lieferbiotopen Kennarten in die Flächen einwandern können. Diese Beobachtung wird auch von anderen Autoren bestätigt, die die Entwicklung von Rasenansaaten bzw. selbstbegrünten Flächen verfolgten (KRAUSE 1989, KRUMBIEGEL et al. 1998). Obwohl fast alle Untersuchungsflächen in ausgeräumten Agrarlandschaften liegen, wurden in der Umgebung von mindestens der Hälfte der Flächen typische Extensivgrünlandarten gefunden (v.a. *Arrhenatherum elatius, Geranium pratense, Leucanthemum vulgare, Plantago lanceolata, Poa pratensis, Salvia pratensis, Tragopogon pratensis*). Diese Arten kommen vor allem in kleinflächig vorhandenen ruderalen Grünlandbeständen und grasreichen Ruderalfluren an Straßen- und Wegrändern vor. Bei Flächen die sich in unmittelbarer Nähe solcher Biotope befinden kann prinzipiell auf die Einwanderung zielbiotoptypischer Arten gesetzt werden.

Biotopstruktur

Die Biotopstruktur ist bei fast keiner der untersuchten Varianten zielbiotoptypisch. Lediglich eine mittels Heublumensaat begrünte Fläche, entspricht strukturell dem Zielbiotoptyp. Viele der mit RSM angesäten Flächen weisen hingegen eine zielbiotopuntypische Struktur auf.

Die Gründe für die strukturellen Defizite sind variantenabhängig. Auf Flächen, die mit einer *Festuca rubra*-reichen Ansaatmischung (RSM 7.1.1, RSM 7.1.2, RSM 7.2.2) angesät wurden, dominiert dieses Mittelgras. Die Bestände sind gleichförmig aufgebaut und grasreich. Das Mittelgras *Festuca rubra agg.* bildet die mittlere, einige hochwüchsige Gräser und Kräuter eine lockere obere Schicht. Eine Unterschicht konnte sich aufgrund der dichten Streu nicht ausprägen. Die Biotopstruktur vieler dieser Flächen ist zielbiotopuntypisch (Abb. 4-36).

Abb. 4-36: Biotopstruktur auf einer mit RSM 7.1.2 angesäten Fläche im UG Osmarsleben (links) und einer Selbstberasungsfläche im UG Wickerode (rechts)

Sofern die Saatgutmischung besser auf den Standort abgestimmt ist und auch Obergräser und/oder höhere Kräuteranteile enthält (RSM 7.1.4, RSM 7.3, SSM fri, SSM tro, SSM feu, SSM Hoh), sind die Flächen meist krautreicher und strukturell heterogener. Da die Mischungen jedoch ebenso wie die anderen RSM zu viele Mittelgräser enthalten, dominieren auf den entsprechenden Flächen ebenfalls Mittelgräser. Sie entsprechen daher nur teilweise dem Zielbiotoptyp.

Die Flächen der Variante SM Country werden auf den wüchsigsten Standorten stark, auf den weniger wüchsigen Standorten kaum durch die angesäten Arten (v.a. *Dactylis glomerata* und *Trifolium*-Arten) bestimmt. Erstere sind aufgrund der Dominanz von Obergräsern und Kleearten überwiegend homogen und entsprechen bestenfalls teilweise dem Zielbiotoptyp. Auf letzteren werden die verwendeten standortuntypischen, düngebedürftigen Hochleistungssorten durch standorttypische Arten verdrängt. Da dieser Verdrängungsprozess noch nicht abgeschlossen ist, ist das Bestandsbild oft unausgeglichen und wird durch truppweise auftretende Arten bestimmt. Dabei spielen insbesondere zyklisch auftretende Leguminosen (*Vicia tetrasperma*, *Vicia hirsuta*) sowie annuelle *Viola*- und *Veronica*-Arten eine Rolle. Die Flächen sind nur teilweise zielbiotoptypisch.

Die Flächen der Variante „Selbstberasung“ sind aufgrund ihres unreifen Entwicklungszustandes am heterogensten (Abb. 4-36). Die Flächen sind durch mosaikartig gehäufte Vorkommen von niedrig- bis mittelwüchsigen Segetal-, Ruderal- und Grünlandarten geprägt. Eine Oberschicht ist kaum vorhanden, da typische Strukturbildner mesophiler, artenreicher Grünländer (*Arrhenatherum elatius*, hochwüchsige Grünlandkräuter) selten bestandsbestimmend sind. Aufgrund ihres Kräuterreichtums und heterogenen Erscheinungsbildes entsprechen die meisten Flächen jedoch bereits teilweise dem Zielbiotoptyp.

Degenerationszeiger

Anzahl und Frequenz der Degenerationszeiger liegen bei den meisten Ansaatvarianten der betrachteten Zielbiotoptypen unter denen der Selbstberasungsvariante. Aufgrund der schnell und dicht schließenden Grasnarbe auf den angesäten Flächen hatten aus Lieferbiotopen der Umgebung eingewanderte Arten kaum Etablierungschancen oder wurden verdrängt. Selbstberaste Flächen blieben hingegen länger lückig. Sie boten und bieten somit bessere Etablierungsbedingungen und sind daher nicht nur allgemein artenreicher, sondern auch reicher an Ruderalisierungszeigern.

Die häufigsten Degenerationszeiger auf Selbstberasungsflächen sind *Taraxacum officinale, Cirsium*- und *Carduus*-Arten. Auf den meisten Flächen erreichen sie keine hohen Deckungsgrade. Ausnahmen sind sehr nährstoffreiche oder in unmittelbarer Nähe zu Lieferbiotopen dieser Arten gelegene Flächen (nitrophile Ruderalfluren und Säume). So tritt auf nährstoffreichen Standorten in Auenlagen *Taraxacum officinale* häufig dominant auf. Der Einfluss der Umgebung ließ sich z.B. im UG Sangerhausen beobachten. Hier erreichen *Cirsium arvense* und *Elytrigia repens* Deckungen bis 25 % bzw. 60 %. Die entsprechenden Flächen unterscheiden sich standörtlich nur unwesentlich von den anderen Flächen dieses Gebietes. Die Dominanz der beiden Degenerationszeiger ist daher in der größeren Nähe der Flächen zu entsprechenden Diasporenquellen begründet.

Weitere Aussagen zu Gemeinsamkeiten und Unterschieden zwischen den Varianten auf Flächen des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland lassen sich aus den Daten zweier Forschungsprojekte (TISCHEW 2004a und b) und der Diplomarbeit ECKHARDT (im Druck) ableiten (vgl. Tab. 8-6 bis 8-8 im Anhang). Bezüglich weiterer Informationen zu diesen Arbeiten vgl. Abschnitt zu Kennarten in diesem Kapitel. Dabei wird besonders auf die Ergebnisse der von ECKHARDT (im Druck) durchgeführten Ähnlichkeitsvergleiche der Varianten Einsaat mit RSM 7.1.2, RSM 7.1.4, SSM tro, SSM fri und Selbstberasung mittels des MANN-WHITNEY-Tests (U-Test) zurückgegriffen.

Bezüglich der Anzahl der Degenerationszeiger konnten bis auf eine Ausnahme (vgl. Tab. 4-12) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten gefunden werden. Ein Vergleich der mittleren Anzahl zeigt lediglich, dass die Selbstberasungsflächen im betrachteten Zeitraum durchschnittlich ein bis zwei Degenerationszeiger mehr als andere Flächen aufweisen.

Signifikante Unterschiede zwischen den der Selbstberasung überlassenen Flächen und den angesäten Flächen bezüglich der Deckungssumme der Degenerationszeiger treten im Alter von zwei bis vier Jahren auf (vgl. Tab. 4-12). Der Unterschied ist im Alter von zwei Jahren am deutlichsten und nimmt danach leicht ab. Dies bestätigt die obigen Aussagen und zeigt darüber hinaus, dass die Degenerationszeiger mit zunehmendem Flächenalter auf den Selbstberasungsflächen eine immer geringere Rolle spielen. Eine ähnliche Tendenz zeigt sich auf den mit RSM 7.1.4 angesäten Flächen. Interessanterweise nimmt die Deckungssumme der Degenerationszeiger auf den mit RSM 7.1.2, SSM tro und SSM fri angesäten Flächen nicht ab, sondern schwankt innerhalb des betrachteten Zeitraumes mehr oder weniger stark. Die größten Schwankungen und Deckungssummen sind dabei bei RSM 7.1.2 zu verzeichnen.

Tab. 4-12: Ergebnisse der U-Tests für den Vergleich von Anzahl und Deckungssumme der Degenerationszeiger bei unterschiedlichen Erstinstandsetzungsvarianten (nach ECKHARDT im Druck)

(erste Signifikanzangabe: Anzahl; zweite Signifikanzangabe: Deckungssumme)

Alter	Variante	Anzahl	Deckungs-summe	RSM 7.1.2	RSM 7.1.4	SSM tro	SSM fri
1 Jahr	RSM 7.1.2	1,9[1]	2,4[1]				
	SSM tro	1,0	1,2	n.s./n.s.			
	SSM fri	1,0	4,0	n.s./n.s.		n.s./n.s.	
2 Jahre	RSM 7.1.2	2,2[1]/2,5	6,6[1]/26,4				
	RSM 7.1.4	3,0	20,4	n.s./n.s.			
	SSM tro	1,3	0,5	n.s./n.s.	n.s./*		
	SSM fri	2,0	8,0	n.s./n.s.	n.s./n.s.	n.s./n.s.	
	Selbstberasung	3,6	71,5	n.s./*	n.s./*	n.s./*	n.s./*
3 Jahre	RSM 7.1.2	2,8	29,4				
	RSM 7.1.4	2,8	16,2	n.s./n.s.			
	Selbstberasung	3,5	64,2	n.s.*	n.s./**		
4 Jahre	RSM 7.1.2	2,0	15,0				
	RSM 7.1.4	2,8	18,1	n.s./n.s.			
	Selbstberasung	4,0	62,7	n.s./**	n.s./**		
6 Jahre	RSM 7.1.2	1,2[1]/1,4	5,0[1]/5,6				
	RSM 7.1.4	2,8	25,6	*/n.s.			
	SSM tro	2,0	7,0	n.s./n.s.	n.s./n.s.		
	SSM fri	1,7	5,8	n.s./n.s.	n.s./n.s.	n.s./n.s.	
9 Jahre	RSM 7.1.2	2,4	18,9				
	RSM 7.1.4	2,2	12,1	n.s./n.s.			
	Selbstberasung	3,4	45,9	n.s./n.s.	n.s./*		

[1] = Wert nur gültig für mit RSM 7.1.2 angesäte Flächen auf frischem Standort im UG Nienburg

n.s. = nicht signifikant: p >/= 0,05 * = signifikant: 0,01 </= p < 0,05
** = hochsignifikant: 0,001 </= p < 0,01 *** = höchstsignifikant: p < 0,001

Problemarten

Dominanzen von Problemarten kommen auf selbst berasten Flächen nahezu nie (Ausnahme Zielbiotoptyp mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte), auf angesäten Flächen hingegen sehr häufig vor.

Auf den angesäten Flächen ist, unabhängig vom Zielbiotoptyp, *Festuca rubra agg.* am häufigsten für Dominanzbildungen verantwortlich (Abb. 4-37). Dieses Gras ist in allen RSM enthalten und erreicht auf den Flächen der Variante Einsaat mit RSM 7.1.2 die höchsten Deckungsgrade (90 %). Diese korrespondieren mit dem sehr hohen Anteil von *Festuca rubra agg.* in dieser Saatgutmischung (40 %). Besonders problematisch ist die Verwendung der sehr konkurrenzkräftigen, ausläufertreibenden Sorte *Festuca rubra cummutata* zu werten. Sie neigt dazu, dichte Lagen aus Blatt- und Stengelresten anzuhäufen. Diese zersetzen sich weitaus langsamer als sie gebildet werden und behindern damit Einwanderung und Verbreitung anderer Arten entscheidend (KRAUSE 1989). BRIEMLE (1994) stellte bei Untersuchungen zum Einfluss der Pflege bei der Etablierung von Grünland auf ehemaligen Ackerflächen fest, dass sich *Festuca rubra* lediglich auf gar nicht oder nur im Winter gemähten Flächen ausbreitet, bei ein- bis zweimaliger Mahd jedoch zurückgeht. Da keine Angaben zur verwendeten Sorte gegeben werden, könnten diese Ergebnisse durch die Verwendung anderer Sorten begründet sein.

Auf den mesophilen Standorten erreichen zudem *Leucanthemum vulgare* (Abb. 4-38), *Plantago lanceolata* sowie die Leguminose *Lotus corniculatus* Deckungsgrade zwischen 20 % und 40 %. Auch diese Arten stammen aus den Einsaatmischungen, welche sich aus gebietsfremden Herkünften/Arten bzw. Sorten aus dem Intensivgrünlandbereich zusammensetzen. Die angesäten Arten können aufgrund ihrer abweichenden morphologischen, phänologischen und physiologischen Merkmale funktionale Fehlentwicklungen und Massenwüchsigkeiten bedingen (MOLDER 2000). Im Fall von *Lotus corniculatus* ist insbesondere die Verwendung der hochwüchsigen Kultursorte mit hohem Grünmasseertrag problematisch (KRAUSE 1989).

Elytrigia repens kommt auf mäßig feuchten Standorten häufig (Abb. 4-37), auf mäßig trockenen, kalkarmen Standorten mitunter und auf mesophilen Standorten selten zur Dominanz. Auf mäßig trockenen, kalkreichen Böden ist die Art bei keiner der untersuchten Varianten häufig. Die Dominanz von *Elytrigia repens* auf den mäßig feuchten Böden resultiert aus der Auenlage der Untersuchungsflächen und dem Fehlen konkurrenzstärkerer Arten. Die Art ist in Flussauen natürlicherweise häufig und daher stets im Boden vorhanden. Nach Einstellung der Ackernutzung kann sich dieser Rhizomgeophyt schnell ausbreiten sofern andere Arten den Platz nicht bereits besetzt haben. *Elytrigia repens* ist daher auf den Flächen am häufigsten, die nicht oder mit einer *Festuca rubra agg.*-ärmeren Mischung angesät wurden. Aus dieser Beobachtung darf jedoch nicht der Schluss gezogen werden, dass die standortungeeigneten RSM vorzuziehen sind. Vielmehr ist nach einer Mischungszusammensetzung zu suchen, die eine zügige Entwicklung zum Zielbiotop initiiert.

Auf den mäßig trockenen, kalkarmen Standorten ist die Dominanz von *Elytrigia repens* mit dem Vorkommen der Art im Boden und der Umgebung der Selbstberasungsflächen zu begründen.

Auf der Mehrzahl der Flächen kommen weitere Problemarten vor, erreichen jedoch zumeist keine entwicklungshemmend wirkenden Deckungsanteile.

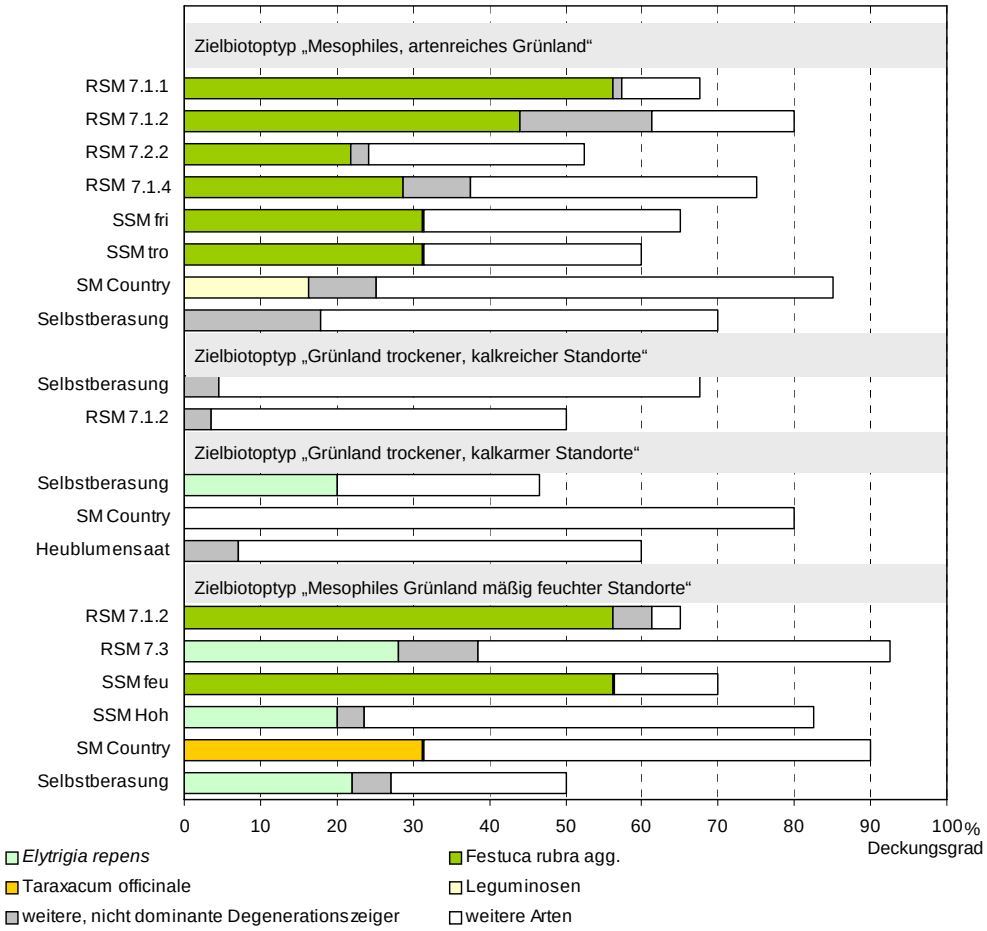


Abb. 4-37: Deckung von Degenerationszeigern und Problemarten

Abb. 4-38: Dominanz von *Leucanthemum vulgare* auf einer mit RSM 7.1.2 angesäten Fläche im UG Gröna

Streuschicht

Die Streudeckung ist auf den angesäten Flächen der Zielbiotoptypen mesophiles, artenreiches Grünland und Grünland trockener, kalkreicher Standorte wesentlich höher als bei der Variante Selbstberasung. Auf den mesophilen Standorten ist die Streuschicht bei den Varianten am dichtesten (Deckungen über 75 %), deren Saatgutmischung hohe Anteile an *Festuca rubra agg*. enthält. Dieses niedrigwüchsige Gras neigt zur Streuakkumulation, da sich abgestorbene Pflanzenteile an den Blattbasen konzentrieren und bei der Aufnahme des Mahdgutes nicht erfasst werden. Auf den trockenen, kalkarmen Böden besteht die Streuschicht vor allem aus *Arrhenatherum elatius*. Dieses dominant vorkommende Gras wanderte aus der Umgebung ein. Da die Biomasse durch die ein- bis zweimalige Mahd nur ungenügend beseitigt wird, bildete sich eine dichte und mehrere Zentimeter dicke Streuauflage heraus. Die Flächen der Variante „Selbstberasung" sind insgesamt biomasseärmer. Die meist hochwüchsigen Arten werden durch Mahd besser erfasst, weshalb diese Flächen eine deutlich geringere Streuschicht besitzen und viele offene Stellen aufweisen (Abb. 4-39).

Abb. 4-39: Streuschicht auf einer mit RSM 7.1.2 angesäten Fläche im UG Galgenberg (links) und einer Selbstberasungsfläche im UG Gröna (rechts)

Die Streudeckung beim Zielbiotoptyp Grünland trockener, kalkrarmer Standorte erreicht im Unterschied zu den beiden genannten Zielbiotoptypen nur auf den selbst berasten Flächen entwicklungshemmende Werte. Verantwortlich dafür sind die Rhizomgeophyten *Elytrigia repens* und *Calamagrostis epigeijos*. Die Arten stammen aus der Diasporenbank (*Elytrigia repens*) oder wanderten aus der Umgebung ein (*Calamagrostis epigeijos*). Beide Arten besiedeln offene, sandige Flächen und sind durch ihre vegetative Ausbreitungskraft in der Lage, schnell dichte Bestände aufzubauen. Da die Streu von *Calamagrostis epigeijos* nur sehr langsam verrottet, kann sie sich akkumulieren und zur Verfilzung der Bestände führen.

Bei dem Zielbiotoptyp mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte ist die Streudeckung bei fast allen Varianten sehr hoch (um 80 %) und entwicklungshemmend. Ausnahmen sind die mit SSM Hoh oder SM Country angesäten Flächen. Die Gründe für diese Unterschiede sind unklar, da die bei diesen beiden Varianten vorkommenden Arten auch auf Flächen mit dichter Streuschicht auftreten.

Entwicklungsprognose

Ein Vergleich der verschiedenen Maßnahmenvarianten des **Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland** weist auf einen Trend hinsichtlich der langfristigen Überlegenheit der Selbstberasung gegenüber Einsaaten mit RSM hin (insbesondere RSM 7.1.2). Die jüngsten selbstberasten Flächen schneiden bei allen empfindlich auf unreife Entwicklungszustände reagierenden Bewertungskriterien (Kennarten, Degenerationszeiger) am schlechtesten ab (Abb. 4-40). Die entsprechenden Werte älterer Flächen sind jedoch besser. Die RSM 7.1.2 und RSM 7.2.2 angesäten Flächen zeigen hingegen eine negative Tendenz. Die jüngeren Untersuchungsflächen schneiden zwar besser als die der Variante Selbstberasung ab, die älteren jedoch deutlich schlechter. Zudem erreichen die meisten Selbstberasungsflächen bei Kriterien, die entscheidend für das Entwicklungspotenzial sind, bessere Punktwerte (Problemarten) oder überwiegend bessere Punktwerte (Streudeckung) als Flächen anderer Varianten[12].

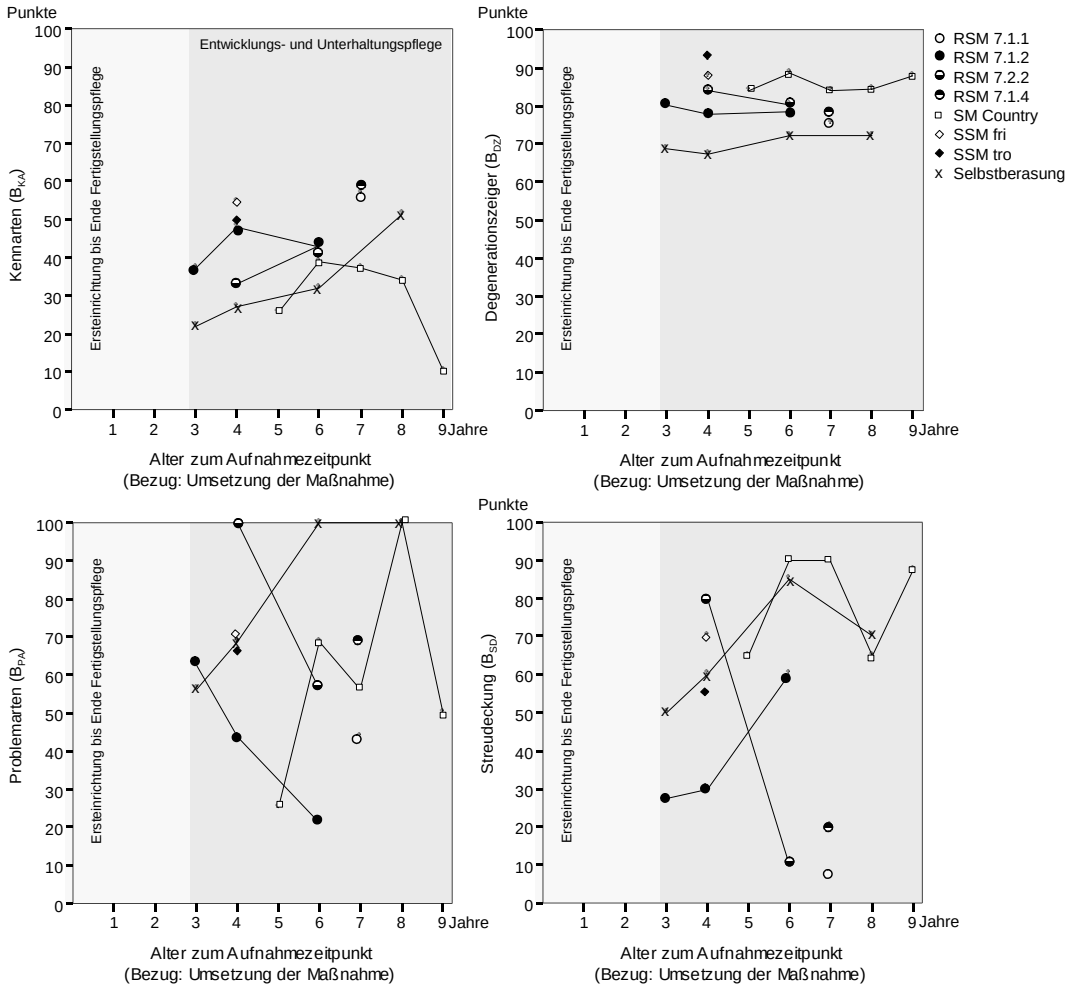


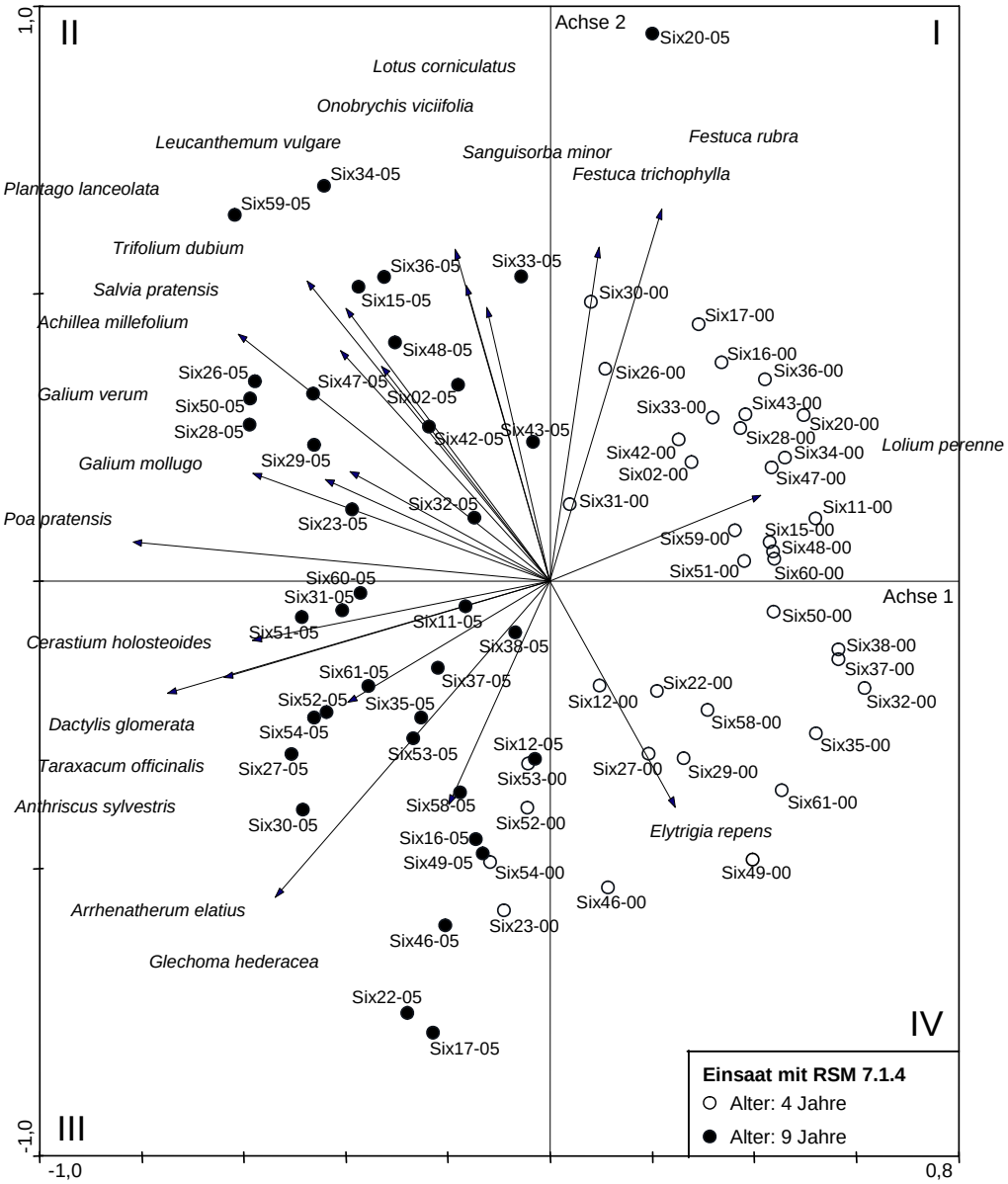
Abb. 4-40: Altersspezifische Ausprägung der Bewertungskriterien der Varianten zur Etablierung von artenreichem, mesophilem Grünland

[12]Die Strukturbewertung wurde in diese Auswertung nicht integriert, da aufgrund der Dreistufigkeit dieses Kriteriums Entwicklungen nicht sicher erkennbar sind.

Während die Entwicklung auf mit RSM begrünten Flächen zu stagnieren oder negativ zu verlaufen scheint, erfolgt sie auf den Selbstberasungsflächen in Richtung des Zielbiotoptyps. Untersuchungen von KRUMBIEGEL et al. (1995) bestätigen dies. Die Autoren untersuchten die Entwicklung von 120 Bracheäckern in Sachsen-Anhalt und beschrieben das Dauco-Picridetum als typische Gesellschaft älterer Bracheäcker. Die Flächen der Selbstberasungsvariante entsprechen in ihrer Artenzusammensetzung dieser Gesellschaft und weisen wie diese eine Entwicklungstendenz zu ruderalen Glatthaferwiesen auf. Da die Flächen der Selbstberasungsvariante, im Gegensatz zu den von den Autoren betrachteten Bracheäckern, regelmäßig gepflegt werden, kann eine Rückdrängung ruderaler Arten vorausgesetzt und die Entwicklung zum Zielbiotoptyp „mesophiles artenreiches Grünland“ prognostiziert werden. Das Vorkommen von Kennarten in der Umgebung der Selbstberasungsflächen ist eine wichtige Voraussetzung für diese Entwicklung. Leider sind diese Aussagen aufgrund der sehr unterschiedlichen Grundgesamtheiten mit dem in Sachsen-Anhalt verfügbaren Datenmaterial nicht statistisch absicherbar. Es besteht daher weiterer Forschungsbedarf.

Weiteren Aufschluss über die Entwicklung der Flächen geben die folgenden, im Rahmen der Forschungsprojekte (TISCHEW 2004a und b) und der Diplomarbeit ECKHARDT (im Druck) gewonnen Ergebnisse (vgl. Tab. 8-6 bis 8-8 im Anhang). Bezüglich weiterer Informationen zu diesen Arbeiten vgl. Abschnitt Kennarten in diesem Kapitel. Die Abb. 4-41 bis 4-43 zeigen die Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis - PCA), die mit dem Programmpaket Canoco for Windows durchgeführt wurde. Bei der PCA werden die Vegetationsaufnahmen bzw. die Arten nicht nach bekannten Standortgradienten sondern nach ihrer floristischen Ähnlichkeitsstruktur geordnet. Es entsteht ein zweidimensionales Ordinationsdiagramm, dessen Achsen von zwei neuen Hauptachsen gebildet werden und in welchem die tatsächlichen Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen den Objekten durch die Abstände zwischen ihnen wiedergegeben werden (GLAVAC 1996). Diagnostisch wichtige Arten werden als Pfeile dargestellt, wobei die Länge des Vektors die Bedeutung der Art widerspiegelt. Aus der Interpretation dieser Diagramme und Hypothesen über die ökologische Wertigkeit der gefundenen Hauptachsen können Aussagen über die zeitliche Entwicklung der Flächen in Richtung bestimmter Biotoptypen oder Pflanzengesellschaften bei gleich bleibender Bewirtschaftung und Pflege getroffen werden (BERG 2001). Im vorliegenden Fall zeichnen sich diese Veränderungen weniger durch einen deutlichen Artenwechsel als durch mehr oder minder deutliche Deckungsgradverschiebungen aus.

Die Entwicklung der mit RSM 7.1.4 angesäten Flächen des UG Plötze-Sixbach-Aue zeigt Abb. 4-41. Die dargestellten Achsen entsprechen dem Nährstoff- und Feuchtegradienten (2. Achse; je weiter unten eine Fäche liegt, umso häufiger sind Arten frischer bis feuchter, nährstoffreicher Standorte) und den pflanzensoziologischen Gradienten (1. Achse). Im betrachteten Zeitraum fanden kaum Veränderungen im Nährstoff- und Feuchtehaushalt statt. Die Differenzierung der Flächen anhand kleinräumiger Standortunterschiede blieb weitgehend erhalten. Dies ist darin begründet, dass der Abbau eines durch vormalige Ackernutzung vorhandenen Nährstoffpools i.d.R in den ersten Jahren nach der Umsetzung am stärksten ist. Die intensive Schafbeweidung der Flächen in den ersten Jahren nach der Umsetzung der Maßnahme hat die Aushagerung begünstigt.



Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0,209	0,125	0,083	0,074	1,000
Cumulative percentage variance of species data	20,9	33,4	41,8	49,2	
Sum of all eigenvalues					1,000

Abb. 4-41: Ergebnis der Hauptkomponentenanalyse für das UG Plötze-Sixbach-Aue (nach ECKHARDT im Druck)

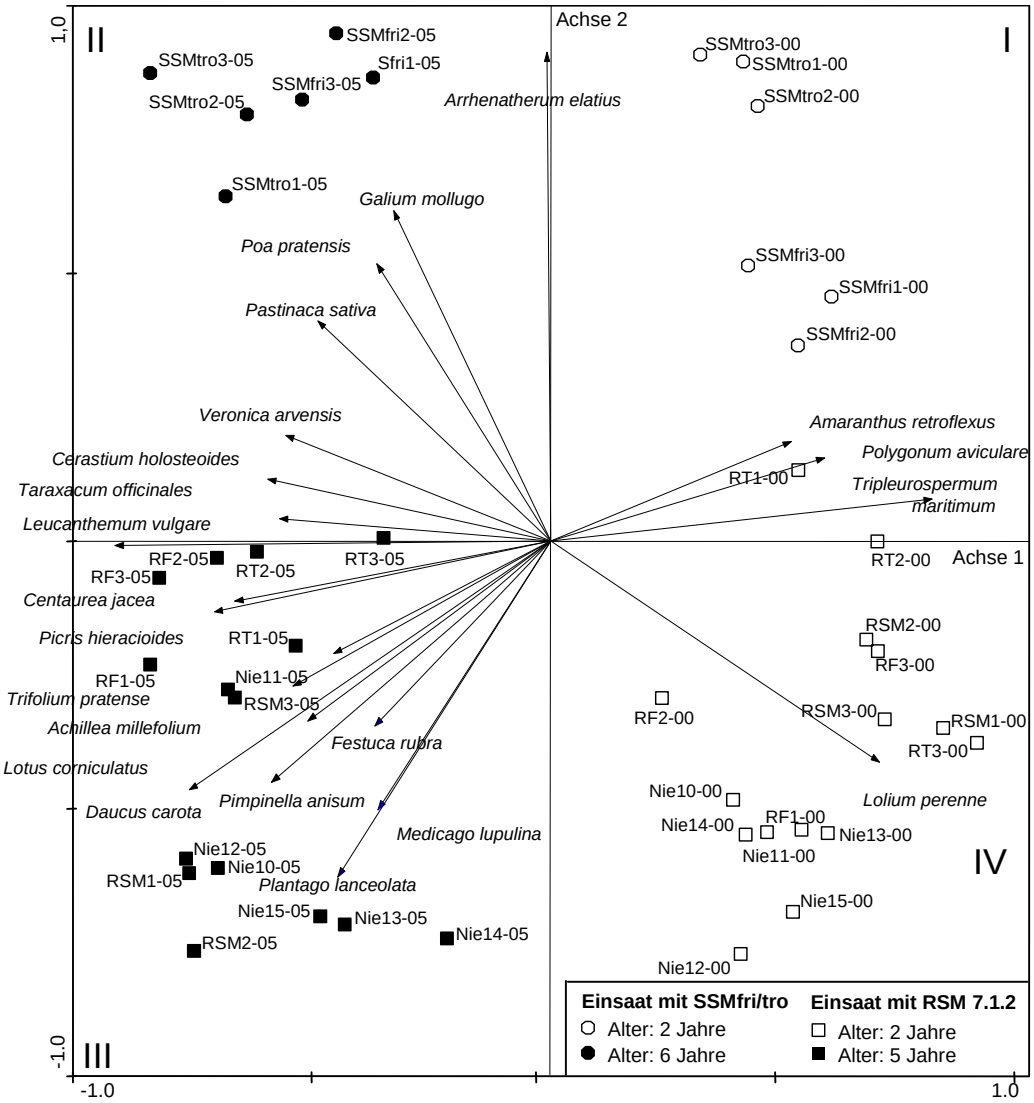
Entlang der 1. Achse hat eine deutliche Veränderung innerhalb der fünf Jahre stattgefunden. Die Mehrzahl der Flächen, die im Alter von vier Jahren noch in den Quadranten I und IV dargestellt wurden, befindet sich nun in den Quadranten II und III. Dies zeigt, dass sich die Flächen von durch (angesäte) Gräser (*Festuca rubra agg.*, *Lolium perenne*, *Elytrigia repens*) und Ruderalarten (z.B. *Carmelina microcarpa*, *Inula conyzae*) bestimmten Beständen zu mesophilen Grünländern entwickelt haben. Dass die diagnostisch wichtigsten Arten ausschließlich Gräser und häufige Grünlandarten sind (*Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra agg.*, *Poa pratensis*, *Achillea millefolium*, *Leucanthemum vulgare*, *Plantago lanceolata*) und typischen Kräutern me-

sophiler, artenreicher Grünländer (*Galium mollugo, G. verum, Salvia pratensis*) im Gegensatz dazu eine geringere Bedeutung zukommt, zeigt die Artenarmut der Flächen und weist auf die nicht optimale Artenzusammensetzung der Saatgutmischung hin. Die Zunahme von Arten der mesophilen Grünländer zeigt jedoch eine positive Entwicklung an.

In Abb. 4-42 ist die Entwicklung der mit RSM 7.1.2, SSM tro und SSM fri angesäten Flächen im UG Nienburg dargestellt. Die Achsen entsprechen ebenfalls dem Nährstoff- und Feuchtegradienten (1. Achse; je weiter rechts eine Fäche liegt, umso häufiger sind Arten frischer bis feuchter, nährstoffreicher Standorte) und dem pflanzensoziologischen Gradienten (2. Achse). Im Gegensatz zu Abb 4-41 ist in Abb. 4-42 eine deutliche Aushagerung der Flächen erkennbar. Dies bestätigt die Annahme, dass die stärkste Aushagerung in den ersten Jahren nach der Maßnahmenumsetzung erfolgt.

Entlang der 2. Achse zeigt sich eine deutliche Trennung in Flächen, die mit SSM tro und SSM fri einerseits und mit RSM 7.1.2 andererseits angesät wurden. Während erstere in den Quadranten I und II dargestellt werden, befinden sich letztere fast ausnahmslos in den Quadranten III und IV. Auf den mit SSM tro und SSM fri angesäten Flächen kamen zwei Jahre nach der Umsetzung neben den angesäten Arten zahlreiche Ruderal- und Segetalarten, wie *Amaranthus retroflexus, Polygonum aviculare* und *Tripleurospermum maritimum* vor. Diese laufen zeitiger im Frühjahr auf als die ausgesäten Grünlandarten und haben daher einen Startvorteil (vgl. MOLDER & SKIRDE 1993, BOSSARD 1999). Die Einwanderung von Ruderal- und Segetalarten wurde zudem durch das ausgewogene Verhältnis von niedrig-, mittel- und hochwüchsigen Arten in den Saatgutmischungen sowie die weite Streuung der Auflauf- und Etablierungszeitpunkte begünstigt. Die Entwicklung der folgenden vier Jahre zeigt, dass sich diese Arten nicht dauerhaft etablieren können und somit die Entwicklung zum Zielbiotoptyp nicht beeinträchtigen. Vielmehr dienen die Flächen als Ausweichstandort für kurzlebige Ruderal- und Segetalarten, die auf den intensiv bewirtschafteten Äckern der Umgebung kaum geeignete Bedingungen vorfinden. Infolge ihrer Schutzfunktion fördern diese Arten in den Folgejahren die angesäten Arten („Deckfruchteffekt“ nach BOSSARD (2000)). Zudem fungieren sie als „Platzhalter“ für weitere Einwanderungen. Sechs Jahre nach der Maßnahmenumsetzung dominieren auf den Flächen typische Arten mesophiler Grünländer. Trotzdem sind die Bestände als relativ artenarm einzustufen. Die größte Bedeutung bei der Vegetationszusammensetzung kommt *Arrhenatherum elatius, Galium mollugo* und *Poa pratensis* zu. Weitere typische Arten des Zielbiotoptyps (z.B. *Briza media, Campanula patula, Crepis biennis, Geranium pratense, Salvia pratensis*) konnten aus der Saatgutmischung auflaufen oder aus der Umgebung einwandern, erreichen zum gegenwärtigen Zeitpunkt jedoch noch so geringe Deckungsgrade, dass sie in Abb. 4-42 nicht dargestellt werden. Die Entwicklung verläuft jedoch insgesamt positiv, da von einer Ausbreitung dieser Arten ausgegangen werden kann.

Die mit RSM 7.1.2 angesäten Flächen wurden im zweiten Jahr nach der Ansaat vor allem durch *Lolium perenne* bestimmt und zeichnen sich durch extreme Artenarmut aus. Im weiteren Verlauf der Entwicklung treten die angesäten Arten stärker in Erscheinung, wobei die Flächen jedoch von *Festuca rubra agg.* dominiert werden. Daneben kommen einige angesäte Kräuter vor (*Daucus carota, Leucanthemum vulgare, Plantago lanceolata*). Die Entwicklung ist insgesamt nicht zielführend.



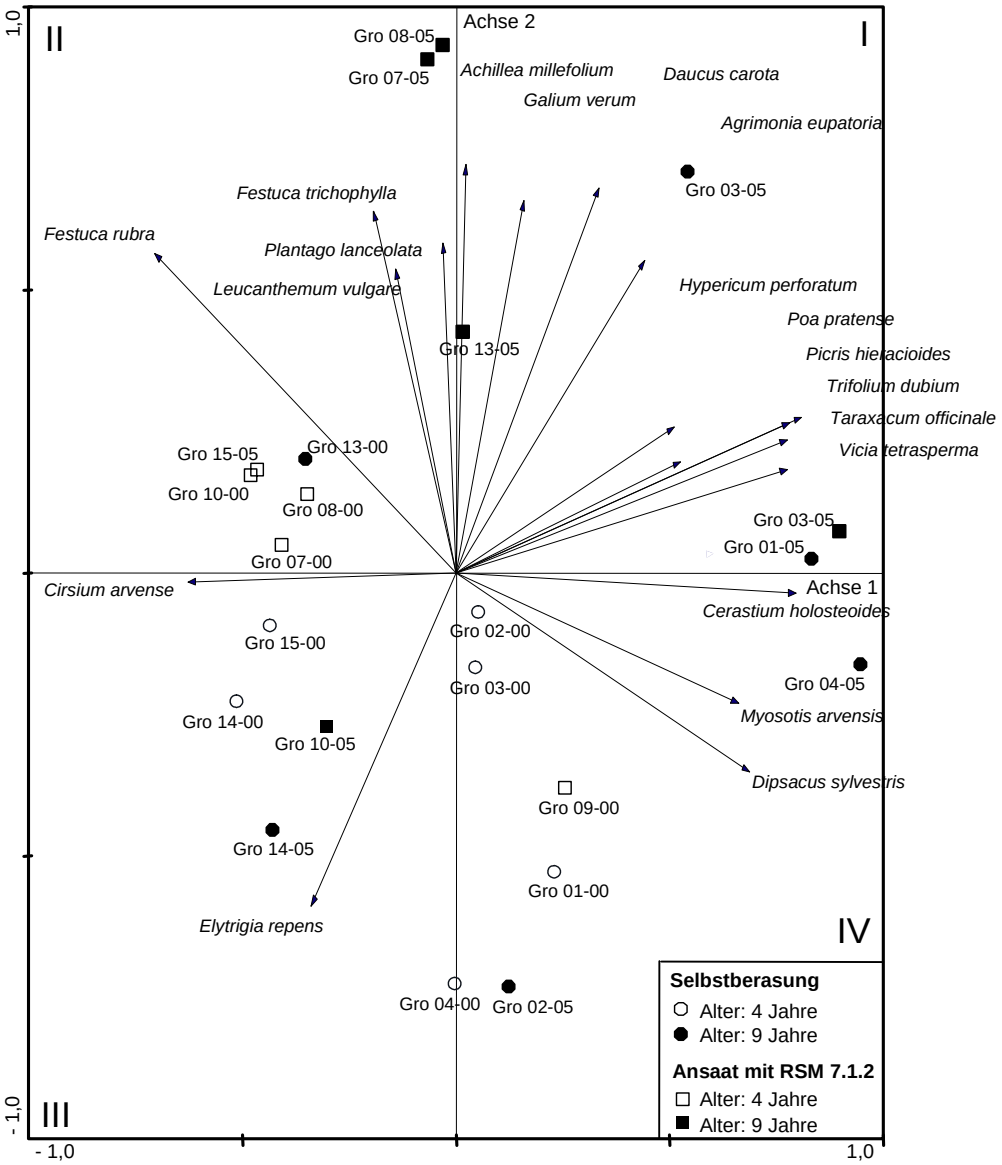
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0,209	0,126	0,083	0,074	1,000
Cumulative percentage variance of species data	20,9	33,4	41,8	49,2	
Sum of all eigenvalues					1,000

Abb. 4-42: Ergebnis der Hauptkomponentenanalyse für das UG Nienburg (nach ECKHARDT im Druck)

Abb. 4-43 zeigt die Entwicklung der mittels RSM 7.1.2 und Selbstberasung begrünten Flächen im UG Gröna. Die 2. Achse entspricht dem Nährstoff- und Feuchtegradienten (je weiter unten eine Fäche liegt, umso häufiger sind Arten frischer bis feuchter, nährstoffreicher Standorte), die 1. Achse dem pflanzensoziologischen Gradienten. Im Untersuchungszeitraum fand nur auf einigen Flächen eine (weitere) Aushagerung statt.

Die Entwicklung verläuft sowohl auf den angesäten als auch der Selbstberasung überlassenen Flächen unterschiedlich. Die vier Jahre nach der Umsetzung vergleichsweise ähnlichen angesäten Flächen entwickelten sich unterschiedlich, sind aber alle sehr artenarm, was gegen eine positive Entwicklungstendenz spricht. Auf der Mehrzahl breiteten sich die angesäten Arten (v.a. *Festuca rubra agg.*) weiter aus. Die anderen Flächen werden zudem durch *Vicia tetrasperma* oder *Elytrigia geprägt*.

Auf den nicht angesäten Flächen dominierten zunächst *Elytrigia repens*, *Cirsium*- und *Carduus*-Arten und weitere Ruderalarten. In Abhängigkeit vom Ausgangszustand und kleinflächigen Standortunterschieden nahmen in den Folgejahren auf den meisten Flächen Arten der mesophilen Grünländer und/oder des Dauco-Picridetum zu. Die Entwicklung entspricht somit der in dieser Arbeit beobachteten und in der Literatur beschriebenen. Die starke Zunahme von *Elytrigia repens* auf den verbleibenden Flächen zeigt, dass ein starkes Vorkommen von Problemarten im Boden bzw. deren Dominanz in den ersten Jahren nach der Maßnahmenumsetzung auch andere Entwicklungen begründen kann.



Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0,253	0,161	0,112	0,078	1,000
Cumulative percentage variance of species data	25,3	41,4	52,5	60,3	
Sum of all eigenvalues					1,000

Abb. 4-43: Ergebnis der Hauptkomponentenanalyse für das UG Gröna (nach ECKHARDT im Druck)

Die für den Zielbiotoptyp **Grünland trockener, kalkreicher Standorte** zur Verfügung stehenden Daten lassen aufgrund der geringen Untersuchungsflächenanzahl in Sachsen-Anhalt und des Fehlens unterschiedlich alter Untersuchungsflächen einer Variante keine sichere Entwicklungsprognose zu.

Die Flächen der Variante Selbstberasung scheinen sich jedoch besser zu entwickeln als die angesäten Flächen. Sie sind bereits jetzt deutlich artenreicher und enthalten viele niedrige bis mittelhohe Vertreter trockenwarmer, ärmerer Standorte. Zwar sind viele dieser Arten Störzeiger, deren Vorkommen sich auf den jungen Entwicklungszustand der Flächen zurückführen lässt. Sie bedingen jedoch eine lückige Struktur, welche wiederum gute Voraussetzungen für die Einwanderung weiterer Arten des Zielbiotoptyps bietet. Die angesäten Flächen sind im Gegensatz dazu deutlich dichter und hochwüchsiger. Dies behindert Etablierung und Ausbreitung weiterer Kennarten und bedingt eine stagnierende oder negative Entwicklung.

Eine Entwicklungsprognose für den Zielbiotoptyp **Grünland trockener, kalkarmer Standorte** kann nur für die Variante Einsaat mit SM Country gestellt werden, da nur für diese Daten von unterschiedlich alten Flächen vorliegen. Diese deuten eine positive Entwicklung dieser Variante an. Allerdings darf daraus nicht der Schluss gezogen werden, dass sich diese Mischung besonders gut für die Etablierung dieses Biotoptyps eignet. Die angesäten Arten wurden einerseits vollständig oder weitgehend verdrängt und fungierten somit als Platzhalter. Andererseits verzögerten sie die Entwicklung, da die standortuntypischen Arten der Ansaatmischung erst durch standorttypische Arten verdrängt werden mussten. Die Heublumensaat zeigt, dass eine Begrünung mit standort- und zielbiotoptypischen Arten eine schnellere Entwicklung initiiert.

Die Entwicklung der Selbstberasungsflächen kann, in Abhängigkeit vom weiteren Pflegeregime, in verschiedene Richtungen verlaufen. Bei geringer Mahdhäufigkeit ist eine weitere Ausbreitung der Degenerationszeiger *Calamagrostis epigeijos* und *Elytrigia repens* wahrscheinlich, wogegen häufige Mahd zur Schaffung offener Stellen und der Einwanderung und Ausbreitung von Kennarten beitragen kann.

Auf Grundlage der vorhandenen Daten lässt sich keine Entwicklungsprognose für den Zielbiotoptyp **mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte** stellen, da die Flächen unterschiedlichsten Einflussbedingungen (Lieferbiotope von Kennarten, Degenerationszeigern oder Problemarten; einwanderungsbegünstigende oder -hemmende Struktur) und Konkurrenzsituationen (Dominanz standortangepasster Arten, wie *Elytrigia repens* bzw. standortuntypischer aber konkurrenzstarker Arten, wie *Festuca rubra agg.*) unterworfen sind, und sich nicht miteinander vergleichen lassen. Kenntnisse über die weitere Entwicklung bedürften weiterer, langfristig angelegter Untersuchungen. Diese sind im Rahmen dieser Arbeit nicht leistbar.

Literaturauswertung und Einordnung der eigenen Ergebnisse

In Sachsen-Anhalt wurden die **kräuterarmen Saatgutmischungen** RSM 7.1.1, RSM 7.1.2, RSM 7.2.2, SM Country und SSM feu zur Entwicklung verschiedener mesophiler Grünländer angewandt. Ihre Effektivität ist meist schlecht bis mittel (Tab. 4-13, Seite 114). Die Gründe sind in der standortunspezifischen Artmischung sowie der Zusammensetzung aus gebietsfremden Arten bzw. Zuchtsorten aus der Landwirtschaft zu suchen. Die Ausbringung dieser Arten trägt zur Florenverfälschung bei und ist daher prinzipiell negativ zu werten (GRÜNBAUER et al. 1999, MULROY 1989, ORTNER 2004). Zudem führen der hohe Anteil von kleinwüchsigen *Festuca*-Arten (75 bis 80 Gewichtsprozent) und die häufige Verwendung der als Rasenbildner auf Böschungen bewährten konkurrenzstarken, ausläufertreibenden Sorte *Festuca rubra cummutata* zu monotonen Beständen ohne Etablierungs- und Reproduktionsnischen für standorttypische Extensivgrünlandarten. Frische bis feuchte und nährstoffreiche Standorte sind von dieser Monotonie stärker betroffen als trockene und nährstoffarme Standorte.

Die überwiegend gute Effektivität der SM Country ist mit der nahezu vollständigen Verdrängung der angesäten, standortuntypischen Arten durch standorttypische Arten zu begründen. Die Mischung enthält hoch produktive Grünlandgräser und -kräuter, deren Bestand eine bestimmte Nutzung erfordert (Düngung und hohe Schnittfrequenz). Da diese bei extensiver Bewirtschaftung nicht gegeben sind, fallen die angesäten Arten aus und schaffen Platz für die Einwanderung anderer Arten. Insgesamt verläuft die Entwicklung zum Zielbiotop jedoch verzögert, da sich zielbiotoptypische Arten nicht sofort, sondern erst nach Ausfall der angesäten Arten etablieren können. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass bei Vorhandensein entsprechender Lieferbiotope eine Einwanderung zielbiotoptypischer Arten erfolgt. Dies trifft insbesondere auf ärmere Standorte zu.

Internetrecherchen und eigene Erfahrungen (TISCHEW et al. 2004b) zeigten, dass auch außerhalb von Sachsen-Anhalt artenarme Saatgutmischungen oft zur Begründung mesophiler Grünländer angewandt werden und auch hier RSM die Hauptrolle spielen. Diese häufige Verwendung kräuterarmer RSM mit hohem Anteil kleinwüchsiger *Festuca*-Arten verwundert, da in der Literatur schon seit längerem bekannt ist, dass mit diesen Arten angesäte Flächen zur Entwickung kräuter- und strukturarmer Bestände neigen (KRAUSE 1989, BRIEMLE 1994). Auch neuere Untersuchungen bestätigen die Ineffektivität von artenarmen Ansaaten (PYWELL et al. 2002). In diesem Zusammenhang wird auch die Bedeutung von Eigenschaften zur Bestandskonkurrenz betont (MOLDER & SKIRDE 1993, VAN DER PUTTEN 2000, PYWELL et al. 2003).

Bessere Erfolge bringt die Einsaat kräuterarmer Mischungen in Kombination mit anderen Begrünungsvarianten. So empfehlen PYWELL et al. (2003) und PYWELL et al. (2004) zunächst eine Einsaat mit wenigen konkurrenzschwachen Gräsern durchzuführen und erst nach Ausbildung einer ausgeglichenen Bestandsstruktur Kräuter nachzusäen oder zu pflanzen.

In Sachsen-Anhalt kamen die **kräuterreichen Saatgutmischungen** RSM 7.3, RSM 7.1.4, SSM tro, SSM fri und SSM Hoh bei der Entwicklung verschiedener mesophiler Grünländer zur Anwendung. Ihre Effektivität ist meist gut (Tab. 4-13, Seite 114). Die Ergebnisse weisen jedoch auch auf die Bedeutung der Mischungszusammensetzung hin. Während die auf den zu begrünenden Standort abgestimmten Mischungen SSM tro, SSM fri und SSM Hoh überwiegend typische Grünländer begründeten, war dies bei der RSM 7.1.4 trotz des doppelt so hohen Kräuteranteils nicht der Fall. Diese Mischung enthält, ebenso wie die kräuterarmen Saatgutmischungen, vor allem kleinwüchsige *Festuca*-Arten, die sich entsprechend ausgebreitet und andere Arten verdrängt oder an der Etablierung und Ausbreitung gehindert haben. Dies illustriert, dass die gezielte Einbringung standorttypischer Grünlandarten die Erreichung des Entwicklungszieles nicht pauschal fördert, sondern die Mischungszusammensetzung von entscheidender Bedeutung ist. Zudem ist die Verwendung von Pflanzenmaterial gebietsheimischer Herkünfte wichtig, da sonst funktionale Fehlentwicklungen auftreten können, welche die Erreichung des Entwicklungszieles verzögern oder verhindern.

Die zumeist gute Effektivität einer Einsaat mit kräuterreichen Mischungen wird durch Ergebnisse anderer Untersuchungen bestätigt (VAN DER PUTTEN 2000, PYWELL et al. 2002). Vor allem in ausgeräumten Landschaften und auf ehemals intensiv ackerbaulich genutzten Standorten können sich neu angesäte Flächen ohne die gezielte Ausbringung von Kennarten kaum zu artenreichen Grünländern entwickeln, da diese Arten in Lieferbiotopen der Umgebung und der Diasporenbank nicht vorhanden sind oder aufgrund der großen Entfernung der Lieferbiotope nur sehr langsam auf die Flächen einwandern (FIX & POSCHLOD 1993, BISCHOFF 2001, BISCHOFF 2005). Die Autoren betonen jedoch auch die Bedeutung der verwendeten Mischung.

Bei der Zusammenstellung von Saatgutmischungen sollte sowohl der Etablierung als auch dem Bestand der Arten Aufmerksamkeit gewidmet werden (MOLDER & SKIRDE 1993). PYWELL et al. (2003) zeigten, dass nach einer Ansaat zunächst Arten im Vorteil sind, die hohe Keimraten aufweisen, im Herbst keimen (gilt nur bei der häufiger durchgeführten Herbstsaat) und eher Ruderalstrategen entsprechen. Im weiteren Verlauf der Entwicklung werden vegetative Ausbreitung und der schnelle Aufbau einer (persistenten) Samenbank wichtiger. Arten mit diesen Eigenschaften haben einen entscheidenden Konkurrenzvorteil und sollten daher nicht die Mischung dominieren. Das Augenmerk ist auf stresstolerante Arten und Arten ärmerer Standorte zu richten, die Etablierungsnischen (offene Bodenstellen) benötigen. Diese können durch die Beimischung ein- bis zweijähriger Arten geschaffen werden. Die Arten können zudem auch in etwas ältere und damit stabilere Ansaatflächen eingesät oder -gepflanzt werden. Methoden zur Aussaat und Pflanzung ausgewählter Extensivgrünlandarten wurden von KÜHN (1997) erprobt und beschrieben. Demnach ist für die meisten Arten eine Vorbehandlung der Fläche erforderlich (Aufreißen der Grasnarbe zur Schaffung von Etablierungsstellen). Eine Ausnahme bildet *Pimpinella major*, für die Keimungszeitpunkt und nicht die Bestandslücke entscheidend sind. Da der Etablierungserfolg dieser Art durch die verschiedenen Vorbehandlungen jedoch nicht gemindert wird, ist eine Vorbehandlung allgemein zu empfehlen.

Mit Ausnahme der Heublumensaat wurde keine der **alternativen Begrünungsvarianten** Heumulch-, Heudrusch- und Heublumensaat in Sachsen-Anhalt im Rahmen von Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahmen angewandt. Eine Kompensationsfläche der BAB 38 sollte mit Heumulchsaat begrünt werden, wurde jedoch mit RSM 7.2.2 angesät. Der Grund für diese nicht vertragsgemäße Umsetzung war eine informelle, nicht rechtmäßige Absprache zwischen Bauüberwachung und Auftraggeber. Die Maßnahme wurde nicht abgenommen, sondern der Auftragnehmer zur ordnungsgemäßen Umsetzung aufgefordert. Diese erfolgte 2004, so dass die Fläche nicht mehr in die Untersuchungen einbezogen werden konnte.

Die Ergebnisse aus Sachsen-Anhalt zeigen die gute Effektivität der Heublumensaat (Tab. 4-13, Seite 114). Diese resultiert aus der Standortangepasstheit des Begrünungsmaterials und der hohen Übereinstimmung der Artenzusammensetzung mit der des Zielbiotoptyps.

Die Untersuchungen von RECK et al. (1999) bestätigen die Ergebnisse aus Sachsen-Anhalt. Dabei werden sechs Varianten verglichen:

- Untermulchen von Heu aus mageren Glatthaferwiesen,
- Heublumensaat aus eigener Herstellung,
- Heublumensaat von Landwirten,
- Ausbringen der Samenfraktion von Heudrusch,
- Ausbringen der Samenfraktion einschließlich der Streu von Heudrusch,
- Ansaat konkurrenzschwacher Gräser.

Dieser Vergleich zeigt, dass Heublumensaaten sehr gut geeignet sind, innerhalb von fünf Jahren einen Bestand zu etablieren, die als artenreiches, mesophiles Grünland angesprochen werden kann. Lediglich das Untermulchen von Mahdgut führte zu einer noch größeren Annäherung an das gewünschte Ziel, da die Dominanzstruktur der beteiligten Arten ausgeglichener ist. Auch MOLDER (2002) berichtet von vergleichenden Untersuchungen, bei denen Heumulchsaat und Heublumensaat die höchste Effektivität aufweisen. Die vierjährigen Erfassungen fanden auf Rekultivierungsflächen einer Sandgrube statt, wobei sechs Varianten zur Anwendung kamen:

- Selbstberasung,
- artenarme RSM,
- artenreiche RSM,
- Auftrag von Grünlandboden,
- Heumulchsaat,
- Heublumensaat.

Beim Abschluss der Versuche wiesen die Heumulch- und Heublumenvarianten nicht nur die schnellste Anfangsentwicklung, sondern auch den zügigsten Aufbau eines artenreichen, gestuften Grünlandbestandes auf.

Neben Hemulch und Heublumensaat ist auch die Heudruschsaat eine erfolgreiche Begrünungsvariante (RECK et al. 1999, SCHWAB et al. 2002, ENGELHARDT 2004). Sowohl bei der Heudruschsaat als auch der Heumulch- und Heublumensaat spielen die Vorhersage von Entwicklungen und die Qualitätsprüfung des Begrünungsmaterials eine große Rolle. Untersuchungen zum qualitativen und quantitativen Anteil lebensfähiger Arten zeigten, dass sowohl zwischen den Jahren als auch den unterschiedlichen Erntezeitpunkten starke Schwankungen im Kräuteranteil auftreten können (HEILINGER & FLORINETH 2003). Als günstige Erntezeitpunkte für die Gewinnung von Grünlandsaatgut (Ziel: viele Kräuter) werden von den Autoren Juni/Juli (Heublume) bzw. August (Heudrusch) genannt. Zu diesen variantenspezifischen Optimalterminen ist der Kräuteranteil des Druschgutes etwas höher als der der Heublume, letztere weist jedoch höhere Individuenzahlen auf.

Auch die Untersuchungen von RECK et al. (1999) zeigen, dass die Heublumensaat effektiver ist, als aus älteren Untersuchungen geschlussfolgert wurde. Obwohl Ergebnisse eines Samenauszählungsprogrammes eine geringere Samenausbeute und einen geringen Anteil lebensfähiger Samen als bei Heumulch zeigten, widersprachen diese Ergebnisse den Geländebeobachtungen und wurden daher als nicht haltbar eingestuft (MÖRSDORF & BAUR 1992). In dem untersuchten Saatgut waren offensichtlich deutlich mehr Arten vorhanden als durch die Auszählung erfasst wurden. Auch die Ergebnisse der Keimfähigkeitsermittlung deckten sich nicht mit den Geländebeobachtungen, so dass die Heublumensaat als empfehlenswerte Methode eingeordnet wurde.

Sodenversetzung und Sodenschüttung kommen vor allem bei drohendem Verlust wertvoller Vegetationsbestände eine Bedeutung zu (bspw. durch Baumaßnahmen). Sie kamen in Sachsen-Anhalt nicht zur Anwendung (vgl. auch Tab. 4-13). In der Literatur gibt es jedoch einige Untersuchungen, die sich mit der Effektivität dieser Varianten auseinander setzen. Diese Ergebnisse werden im Folgenden kurz dargestellt.

BRUELHEIDE & FLINTROP (1999) erprobten die Verpflanzung von floristisch wertvollen Bergwiesen im Harz, die durch den Bau einer Straße zerstört worden wären. Die fünfjährigen Untersuchungen zeigten, dass 95 % des floristischen Inventars erhalten werden konnten und sich (nach anfänglichem Rückgang) die Populationsgrößen von 18 gefährdeten Arten auf dem Niveau vor der Verpflanzung stabilisieren konnten. Das räumliche Vegetationsmosaik und die Flächenanteile der vorhandenen Vegetationstypen veränderten sich jedoch drastisch, was auf die Zerschneidung ehemals zusammenhängender Flächen und die Nivellierung kleinräumiger Standortunterschiede zurückgeführt wird. In den folgenden Jahren wird allerdings mit einer Angleichung der Vegetationstypen und der Abrundung ihrer Grenzen gerechnet. Auch wenn die Übertragungsraten, die GOOD et al. (1999) bei der Sodenversetzung artenreicher Grünländer erzielten, bei BRUELHEIDE & FLINTROP (1999) um 30 % niedriger waren, kamen auch diese Autoren zu dem Ergebnis, dass die Methode grundsätzlich geeignet ist. Der Erfolg war mit zunehmender Bodenfeuchte besser, wobei auf allen feuchteren Flächen mehr Gräser als Kräuter übertragen wurden. Die Vegetationsstruktur war bei Sodenschüttungen zunächst etwas unausgeglichener als bei Sodenversetzungen. Dies ist durch das ungeordnete Auftragen des Begrünungsmaterials zu erklären. Da die Übertragungsraten bei So-

denschüttungen aber ebenfalls hoch waren und damit mit einer positiven Entwicklung der Flächen gerechnet werden kann, wurde auch diese Variante als sehr gut geeignete Methode bezeichnet. Entscheidend für den Erfolg der Varianten ist die Übereinstimmung der Standortbedingungen von Spender- und Begrünungsfläche.

Der **Auftrag von diasporenhaltigem Grünlandboden** wurde in Sachsen-Anhalt nicht angewandt. Da es auch in der Literatur kaum Untersuchungsergebnisse zur Effektivität dieser Variante gibt, kann diese nicht weiter betrachtet werden.

Die Effektivität der Variante **Selbstberasung** konnte in Sachsen-Anhalt untersucht werden. Die Entwicklung zum Zielbiotoptyp verläuft meist langsam. Dies spiegelt sich vor allem in dem geringen Kennartenanteil und der unausgeglichenen, nicht zielbiotoptypischen Biotopstruktur wider. Trotzdem ist die Effektivität dieser Variante auf vielen Standorten gut (Ausnahme: mäßig feuchte Böden, Tab. 4-13, Seite 114). Anzahl und Frequenz von Kennarten nehmen zwar langsam aber stetig zu, wobei das Vorhandensein vieler offener Stellen diesen Prozess fördert. Zudem ist die Gefahr, dass sich Störzeiger und Problemarten etablieren und stark ausbreiten, bei regelmäßiger Pflege der Flächen gering. Das Entwicklungspotenzial der Flächen ist daher hoch.

Diese Ergebnisse finden sich in den Untersuchungen von ILIJANIK et al. (1985) bestätigt. Die Dauerflächenuntersuchungen zeigten, dass die Entwicklung dabei ausgehend von einem zweijährigen Therophytenstadium über ein ruderales Stadium (ca. zweites bis achtes Jahr) bis hin zu wiesenartigen Beständen verläuft. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch SCHMIDT (1985), der zudem den Einfluss unterschiedlicher Pflegeregime betrachtete. Einmalige Mahd führt danach ab dem fünften Jahr zu einer Abnahme der Wiesenarten zugunsten von ausdauernden Ruderalarten. Demgegenüber nahmen die Wiesenarten bei den drei- bis viermal gemähten Varianten leicht ab und es wanderten Trittpflanzen ein. Die zweimalige Mahd führt als das typische Bewirtschaftungsregime von artenreichen mesophilen Grünländern am schnellsten zur Neubegründung einer typischen Wiesenvegetation und hat sich somit als die effektivste Variante erwiesen. Die Ergebnisse zeigen auch, dass Wiesenarten trotz ihres geringen Vorkommens in der Diasporenbank und der Umgebung der Flächen einwandern konnten. Allerdings handelt es sich dabei nur um Klassen- und Ordnungscharakterarten, die auch in ausgeräumten Landschaften noch vorhanden sind und damit einen sicheren „Artengrundstock“ bilden.

Im Vergleich verschiedener Varianten zur Etablierung von artenreichem Grünland in Großbritannien (Einsaat mit artenarmer oder artenreicher Saatgutmischung, Selbstberasung) wird die Selbstberasung als langsamer und relativ unzuverlässiger Prozess charakterisiert, der instabile und kennartenarme Gesellschaften begründet (PYWELL et al. 2002). Wenn man diese Untersuchungen jedoch mit denen von ILIJANIK et al. (1985) und SCHMIDT (1985) vergleicht, fällt ihre geringere Versuchsdauer von vier Jahren auf (im Gegensatz zu 9 bzw. 15 Jahren). Die Schlussfolgerungen wurden demnach zu einem Zeitpunkt gezogen, an dem sich die Flächen noch in der ruderalen Phase befanden.

Auch die vierjährigen Untersuchungen von MOLDER (2002), der neben Einsaat mit artenarmen und artenreichen RSM, Auftrag von Grünlandboden, Heublumen- und Heumulchsaat auch die Selbstberasung zur Etablierung von Grünland auf Rekultivierungsflächen einer Sandgrube betrachtete, endeten zum Zeitpunkt der ruderalen Phase. Ent-

gegen der Anfangsbeobachtungen wird in diesen Untersuchungen eine Entwicklung der Selbstberasungsflächen zu artenreichen Grünlandbeständen konstatiert. Obwohl diese noch viele ruderale und sonstige gesellschaftsfremde Arten enthalten, wird die Entwicklung der Flächen positiv gesehen.

Diese unterschiedlichen Interpretationen und Schlussfolgerungen aus der Entwicklung von Selbstberasungsflächen weisen deutlich auf die Bedeutung langjähriger Dauerflächenuntersuchungen für das Verständnis von Entwicklungsprozessen hin.

Tab. 4-13: Zielbiotoptypübergreifende Bewertungsergebnisse der in Sachsen-Anhalt angewandten Erstinstandsetzungsvarianten zur Etablierung von artenreichem, mesophilem Grünland

Varianten	Zielbiotoptyp			
	mesophiles, artenreiches Grünland	Grünland trockener, kalkreicher Standorte	Grünland trockener, kalkarmer Standorte	mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte
Ansaat mit kräuterarmer Saatgutmischung				
RSM 7.1.1				
RSM 7.1.2				
RSM 7.2.2				
SM Country				
SSM feu				
Ansaat mit kräuterreicher Saatgutmischung				
RSM 7.3				
RSM 7.1.4				
SSM tro				
SSM fri				
SSM Hoh				
alternative Begrünungsvarianten				
Heublumensaat				
Selbstberasung				

sehr schlecht | schlecht | mittel | gut | sehr gut

Biotopausprägung → ▶ ◀ ← Entwicklungspotenzial

Effektivität → ▶

4.5.3 Gründe für Kostenunterschiede

Von den in Sachsen-Anhalt angewandten Varianten sind die Selbstberasung bei allen Zielbiotoptypen die billigste und die Heublumensaat die teuerste Variante. Die Unterschiede zwischen den Varianten liegen in den Entwicklungs- und Zusatzkosten begründet (Abb. 4-15, Abb. 4-18, Abb. 4-22, Abb. 4-29, Seiten 69, 72, 76 und 82), wobei letztere besonders großen Einfluss auf die Gesamtkosten ausüben. Dies zeigt, dass die Wahl der geeignetsten Erstinstandsetzungsvariante für Kosteneinspaarungen entscheidend ist, da dadurch die Durchführung teurer Nachbesserungsmaßnahmen vermieden werden kann.

Bei allen in Sachsen-Anhalt angewandten Varianten fallen Zusatzkosten für Nachbesserungen an. Einzige Ausnahme ist die Heublumensaat. Entsprechend der Aussagen in der Literatur zur Effektivität von Heumulch- und Heudruschsaat sowie Sodenversetzungen und -schüttungen (vgl. Kap. 4.5.2) kann davon ausgegangen werden, dass für diese Varianten ebenfalls keine oder nur geringe Zusatzkosten notwendig wären. In Abhängigkeit vom Umfang der nachbessernden Maßnahmen betragen die Zusatzkosten der anderen untersuchten Varianten (Ansaat mit verschiedenen Saatgutmischungen, Selbstberasung) zwischen 454 €/ha und 2.932 €/ha. Auf allen Flächen ist zur Bekämpfung der Streumatratze und der Verbesserung der Etablierungs- und Ausbreitungsmöglichkeiten für zielbiotoptypische Arten eine zwischenzeitliche Erhöhung der Mahdhäufigkeit auf bis zu vier Durchgänge pro Jahr notwendig.

In Abhängigkeit von der Artenzusammensetzung der Flächen und der Artenausstattung der Umgebung ist die Anreicherung mit zielbiotoptypischen Arten erforderlich (KÜHN 1997, BOSSARD 2000, BISCHOFF 2002). Dies betrifft insbesondere kennartenarme und/oder durch Problemarten dominierte Flächen, da auf diesen keine spontane Zunahme zielbiotoptypischer Arten zu erwarten ist. In Abhängigkeit von der jeweiligen Artenzusammensetzung, sind mehr oder weniger aufwändige Maßnahmen zum Bestandsumbau notwendig. Auf besonders schlecht entwickelten Flächen, die zu 50 % neu angesät werden müssen, kann die Nachsaat Zusatzkosten von ca. 1.780 €/ha verursachen.

Neben den durch Nachbesserungsmaßnahmen bedingten Kostenunterschieden, zeigt ein Vergleich der reinen Entwicklungskosten (Materialkosten, Arbeitskosten für Erstinstandsetzung, Fertigstellung und Entwicklung) aller inner- und außerhalb von Sachsen-Anhalt angewandten Erstinstandsetzungsvarianten, dass die Heudruschsaat und die Sodenversetzung am kostenintensivsten und die Selbstberasung am günstigsten sind. Die Ansaat mit Saatgutmischungen, Heumulch- und Heublumensaat sowie die Sodenschüttung liegen zwischen diesen Extremen und unterscheiden sich kaum voneinander. Bei der Interpretation dieser Unterschiede sind steuerbare und nicht steuerbare kostenbeeinflussende Faktoren zu beachten. Diese hängen mit der Wahl des Auftragnehmers, seiner Kostenkalkulation, den Eigenschaften von Spender- und Begrünungsfläche sowie der konkreten Durchführung des angewandten Etablierungsverfahrens zusammen (Tab. 4-14).

Grundsätzlich können landschaftspflegerische Arbeiten von folgenden Gruppen durchgeführt werden (ROTHENBURGER & HUNDSDORFER 1988):

- Landwirte und Maschinenringe,
- Garten- und Landschaftsbaubetriebe,
- öffentliche Regiebetriebe,
- Vereine, Verbände und private Haushalte.

Der Einfluss der Kostenkalkulation des Auftragnehmers und der Eigenschaften von Spender- und Begrünungsfläche kann bei den in Sachsen-Anhalt untersuchten Varianten (Einsaat mit Saatgut, Heublumensaat, Selbstberasung) ausgeschlossen werden. Bei diesen basiert die Kostenberechnung auf den Angaben des LFU (1998), wobei von gleichen Eigenschaften der Spender- und Begrünungsflächen ausgegangen wurde. Die Angaben der Kostendatei zu den Arbeitskosten basieren auf einheitlichen Stundensätzen.

Bei den anderen Varianten (Heumulchsaat, Heudruschsaat, Sodenversetzung, Sodenschüttung) wurden die Kostenangaben bei Anwendern erfragt oder der Literatur entnommen. Angaben zur Kostenkalkulation des Auftragnehmers und den Eigenschaften von Spender- und Begrünungsfläche waren oft nicht erhältlich, so dass ein Einfluss der entsprechenden Faktoren auf die Entwicklungskosten dieser Varianten nicht ausgeschlossen werden kann. So basieren die Angaben für die Heumulchsaat auf Flächen, bei denen Transportentfernungen von mehreren Kilometern zu überwinden waren. Bei den wenigen, verfügbaren Beispielen für die Heublumensaat lagen Spender- und Empfängerfläche hingegen direkt nebeneinander. Die in Tab. 4-14 angegebenen Kosten für die Heumulchsaat sind daher etwas niedriger anzusetzen.

Ausschlaggebend für die Entwicklungskosten einer Erstinstandsetzungsvariante ist deren konkrete Durchführung. Die entsprechenden kostenbeeinflussenden Faktoren waren bei den Varianten Heumulch-, Heudrusch- und Heublumensaat gleich. In allen Fällen betrug das Verhältnis von Spender- und Empfängerfläche 1:5. Die Spenderfläche wurde stets nur einmal beerntet (gemäht).

Tab. 4-14: Kosten und kostenbeeinflussende Faktoren bei der Etablierung mesophiler Grünländer

kostenbeeinflussende Faktoren	Kosten und Relevanz kostenbeeinflussender Faktoren möglicher Erstinstandsetzungsvarianten						
	Einsaat mit Saatgut 2.000 €/ha - 3.200 €/ha[1]	Heumulch-saat 2.500 €/ha - 3.000 €/ha[2]	Heudrusch-saat 12.000 €/ha[2]	Heublumen-saat 3.440 €/ha[1]	Soden-versetzung 9.000 €/ha[3]	Soden-schüttung 3.000 €/ha[2]	Selbst-berasung 0 €/ha
nicht steuerbar							
Eigenschaften Spender- und Begrünungsfläche:							
• Größe, Kleinteiligkeit, Morphologie, Nährstoffhaushalt	X	X	X	X	X	X	
• Entfernung von Spender- zu Begrünungsfläche		X	X	X	X	X	
steuerbar							
Kostenkalkulation des Auftragnehmers:							
• Lohnniveau	X	X	X	X	X	X	
• Gewinnspanne	X	X	X	X	X	X	
Durchführung der Erstinstandsetzungsvariante:							
• Artenzusammensetzung des Saatgutes	X						
• Ansaatmenge	X						
• Anzahl Erntedurchgänge Spenderfläche		X	X	X			
• Verhältnis Spender- zu Begrünungsfläche		X	X	X	X	X	
• Anzahl Pflegedurchgänge auf Begrünungsfläche	X	X	X	X	X	X	
• Machineneinsatz auf Begrünungsfläche	X	X	X	X	X	X	X

[1]eigene Berechnung nach LFU (1998), http://www.samenshop24.de/, http://www.rieger-hofmann.de/ [2]KIRMER & TISCHEW (2006) [3]GOOD et al. (1999)

Die Entwicklungskosten der Ansaatvarianten unterscheiden sich in Abhängigkeit von der verwendeten Saatgutmischung und Ansaatmenge deutlich voneinander (Abb. 4-15, Abb. 4-18, Abb. 4-22, Abb. 4-29, Seiten 69, 72, 76 und 82). Die Untersuchungen in Sachsen-Anhalt zeigen, dass die Materialkosten der Varianten mit kräuterreichen Saatgutmischungen (RSM 7.1.4, SSM tro, SSM fri, SSM feu, SSM Hoh) stets am höchsten sind. Die Variante Einsaat mit RSM 7.1.4 ist jedoch nicht aufgrund des Kilopreises der Mischung von 15,54 €/kg, sondern wegen der ausgebrachten Saatgutmenge insgesamt am kostenintensivsten. Sie wurde mit der von der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) empfohlenen Menge von 20 g/qm ausgebracht. Diese Ansaatmenge wird inzwischen allgemein als zu hoch angesehen. Empfohlen werden stattdessen 3-5 g/qm (RECK et al. 1999, TISCHEW et al. 2001). Wenn die RSM 7.1.4 bspw. mit 4 g/qm angesät worden wäre, hätten die Materialkosten nur 466,20 €/ha betragen. Auf später angelegten Maßnahmenflächen der Varianten SSM fri (26,44 €/kg), SSM tro (19,35 €/kg) und SSM feu (28,77 €/kg) wurden diese geringeren Saatgutmengen verwendet. Dies schlägt sich wiederum in den Kosten nieder. Die SM Country (1,91 €/kg), die billigen, kräuterarmen Mischungen RSM 7.1.1, RSM 7.1.2 und RSM 7.2.2 (max. 5 €/kg) und die SSM Hoh (13,80 €/kg) wurden mit Mengen zwischen 10 g/qm und 20 g/qm angesät.

Weitere Unterschiede bei den Entwicklungskosten resultieren aus Unterschieden im Pflegeregime während der Fertigstellungspflege. Die meisten Flächen wurden während dieser Zeit zweimal pro Jahr, einige nährstoffreichere Flächen jedoch drei bis viermal gemäht. Die Pflegekosten sind bei letzteren entsprechend höher.

Die Gegenüberstellung der in Tab. 4-14 enthaltenen variantenspezifisch ermittelten Kosten mit Angaben von Vorhabensträgern und aus Kostendateien zur Etablierung mesophiler Grünländer illustriert die Bedeutung der Kenntnis kostenbeeinflussender Faktoren deutlich (Tab. 4-15).

Die ausgewerteten Kostendateien enthalten meist aggregierte Angaben zur Entwicklung bestimmter Biotoptypen. Da bei diesen nicht in Material- und Arbeitskoste einerseits sowie Erstinstandsetzungs- und Fertigstellungskosten andererseits unterschieden wird, sind diese Angaben kaum transparent. Vorhabensträger schlüsseln im Gegensatz dazu die einzelnen Arbeitsschritte mehr oder weniger genau auf (ausschreibungsabhängig). So kann z.B. die Position Saatbettvorbereitung in die Unterpositionen Absammeln von Unrat, Pflügen, fräsen usw. unterteilt werden.

Die enorme Kostenspanne in Tab. 4-15 resultiert sowohl aus der Anwendung unterschiedlicher Erstinstandsetzungsvarianten (vgl. auch Tab. 4-14) als auch aus der Vergabe an unterschiedliche Auftragnehmer (Landwirte, Landschaftsbaubetriebe). Wie schon ROTHENBURGER & HUNDSDORFER (1988) festgestellt haben, fallen bei Landschaftsbaubetrieben ca. 20 % höhere Arbeitskosten an als bei landwirtschaftlichen Betrieben. Eigene Kostenvergleiche zwischen den Angaben des LFU (1998) und Vorhabensträgern zeigen, dass die Kostenunterschiede bei der Ansaat von Grünlandflächen noch über diesen Wert hinausgehen. So betragen die Kosten für eine von Landschaftsbaubetrieben ausgeführte Ansaat gemäß LFU (1998) ca. 450 €/ha. Bei Kompensationsmaßnahmen im Straßenbau, die von Landwirten ausgeführt wurden betrug diese Position nur ca.

130 €/ha. Landwirte verfügen im Gegensatz zu Landschaftsbaubetrieben über Großgeräte, mittels derer sich Flächenvorbereitung und Ansaat ebener, großer und zusammenhängender Flächen zeitsparend durchführen lassen. Sofern es sich jedoch um stark hängige und/oder kleinteilige Flächen handelt, müssen sowohl Landschaftsbetriebe als auch Landwirte Mehrkosten einplanen.

Tab. 4-15: Vergleich verschiedener Kostenangaben für Herstellung und Pflege von mesophilem Grünland

Herstellung	Pflege/Jahr	Quelle
2.000 - 12.000 €/ha*	480 €/ha	eigene Berechnung nach LFU (1998), http://www.samenshop24.de/, http://www.rieger-hofmann.de/
250 - 12.000 €/ha*	240 - 400 €/ha	Angaben von Vorhabensträgern, Landwirten, Landschaftsbaubetrieben
1.300 €/ha	keine Angabe	Kostendatei Barnim in: KÖPPEL & DEIWICK (2005)
k.A.	50 €/ha	FEICKERT et al. (1993)
17.900 - 25.500 €/ha	3.100 - 7.700 €/ha	FGSV (1996)
280 - 300 €/ha**	keine Angabe	Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, Bernburg (2003)
2.500 - 6.300 €/ha	1.300 €/ha	Kostendatei Rottenburg am Neckar in: KÖPPEL & DEIWICK (2005)
k.A.	60 - 350 €/ha	SCHLAUDERER & PROCHNOW (2003)
3.300 €/ha	430 €/ha	TMLNU (2003)

* von Erstinstandsetzungsvariante abhängig
(ohne Berücksichtigung der Variante „Selbstberasung“)
** Ansaat mit artenarmer Grasmischung gebietsfremder Arten

Auch die Angaben für die jährlichen Pflegekosten sind sehr unterschiedlich (Tab. 4-15). Sie schwanken zwischen 50 €/ha (FEICKERT et al. 1993) und 7.700 €/ha (FGSV 1996). Eine Erklärung für diese Spanne sind ebenfalls unterschiedliche Auftragnehmer (Landwirte, Landschaftsbaubetriebe). Eigene Recherchen haben gezeigt, dass Landwirte eine zweimalige Mahd inklusive Abtransport des Mahdgutes für 380 €/ha durchführen können, wogegen von Landschaftsbaubetrieben nach LFU (1998) 480 €/ha benötigt werden.

Unterschiedliche Auftragnehmer sind jedoch nicht allein für die großen Differenzen zwischen den Angaben zur Pflege verantwortlich zu machen. Biotopabhängige Unterschiede spielen ebenfalls eine Rolle. Zudem kann die Energiedichte des Mahdgutes bei extensiver Bewirtschaftung und späten Mahdterminen sehr gering sein (BRIEMLE et al. 1987, BRANDT 1996, OTTO et al. 1997a und b), so dass Heu und Kraftfutter zugekauft werden müssen (THIMM & EBBINGHAUS 1992).

4.5.4 Ergebnisse und Gründe für Effizienzunterschiede

Die Grundgesamtheiten der Maßnahmenvarianten für die Etablierung des Zielbiotoptyps **mesophiles, artenreiches Grünland** sind sehr unterschiedlich. Daher wurde die Gegenüberstellung von Effektivität und Kosten sowohl unter Einbeziehung aller Flächen als auch unter Verwendung einer Stichprobe (N = 5) von Varianten mit mindestens fünf Flächen durchgeführt. Die Aussagen beider Effektivitäts-Kosten-Diagramme stimmen überein, so dass ein Einfluss der unterschiedlichen Grundgesamtheiten auf die Ergebnisse weitgehend ausgeschlossen werden kann.

Abb. 4-44 enthält die Darstellung der stichprobenartig ausgewählten Flächen, wobei auch Varianten, die auf weniger als fünf Untersuchungsflächen vorkommen, zusätzlich in die Grafik aufgenommen wurden (Einsaat mit RSM 7.1.1, SSM tro, SSM fri). Die linke Abbildung zeigt das Verhältnis von Effektivität und Kosten exklusive, die rechte Abbildung inklusive Unterhaltungs- und Zusatzkosten für die nächsten fünf Jahre. Da für den späteren Zeitpunkt keine genauen Werte für die Effektivität zur Verfügung stehen, wurden diese prognostiziert.

Die Darstellungen zeigen, dass die Effizienz der Varianten unterschiedlich ist und bestätigen somit die in Kap. 1.2 aufgestellte erste These. Es lassen sich jeweils vier Gruppen unterscheiden:

- gute Effektivität und niedrige Kosten,
- gute Effektivität und hohe Kosten,
- mittlere Effektivität und mittlere Kosten sowie
- geringe Effektivität und mittlere Kosten.

Zur ersten Gruppe gehören die Selbstberasungsflächen. Diese Variante verbindet geringe Gesamtkosten mit vergleichsweise guter Effektivität. Nachbesserungen sind kaum notwendig, so dass diese Flächen auch nach weiteren fünf Jahren die geringsten Kosten verursachen und die Variante somit als effizient bezeichnet werden kann. Dem gegenüber steht die teuerste Variante Einsaat mit RSM 7.1.4. Sie besitzt zwar eine gute bis mittlere Effektivität, die Werte streuen jedoch sehr stark. Die meisten von ihnen liegen unter denen der Variante Selbstberasung, weshalb die Kosten für Nachbesserungen höher als bei den selbstberasten Flächen sind. Die Einsaat mit RSM 7.1.4 ist somit weniger effizient als die Selbstberasung. Die Varinaten der beiden anderen Gruppen unterscheiden sich kaum in den Gesamtkosten, sind aber mehr (Einsaat mit SSM tro, SSM fri, SM Country) oder weniger (Einsaat mit RSM 7.11, RSM 7.1.2) effektiv. Kostenintensive Nachbesserungen sind auch hier notwendig. Insgesamt gesehen ist die Ansaat mit RSM 7.1.1 und RSM 7.1.2 am wenigsten und die Selbstberasung am meisten effizient.

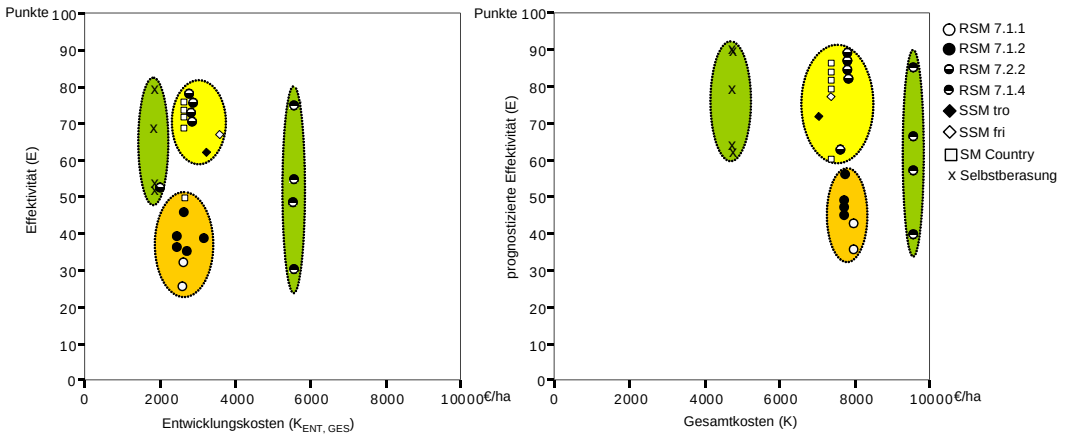


Abb. 4-44: Effektivitäts-Kosten-Diagramme des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland

In den Effektivitäts-Kosten-Diagrammen der Abb. 4-45 sind alle Flächen der beiden untersuchten Varianten des Zielbiotoptyps **Grünland trockener, kalkreicher Standorte** dargestellt. Auch hier wird die in Kap. 1.2 aufgestellte erste These bestätigt, da die Effizienz der Varianten unterschiedlich ist. In den Darstellungen wird deutlich, dass sich bei den untersuchten Varianten sowohl Entwicklungskosten als auch Gesamtkosten und Effektivität umgekehrt proportional zueinander verhalten, wobei hohe Kosten mit verhältnismäßig geringer Effektivität einhergehen (RSM 7.1.2) und umgekehrt (Selbstberasung). Da bei beiden Varianten die gleichen Kosten für Unterhaltung und Nachbesserung anfallen, bleibt dieses Verhältnis bestehen. Selbstberasung ist somit die effizientere der beiden Varianten.

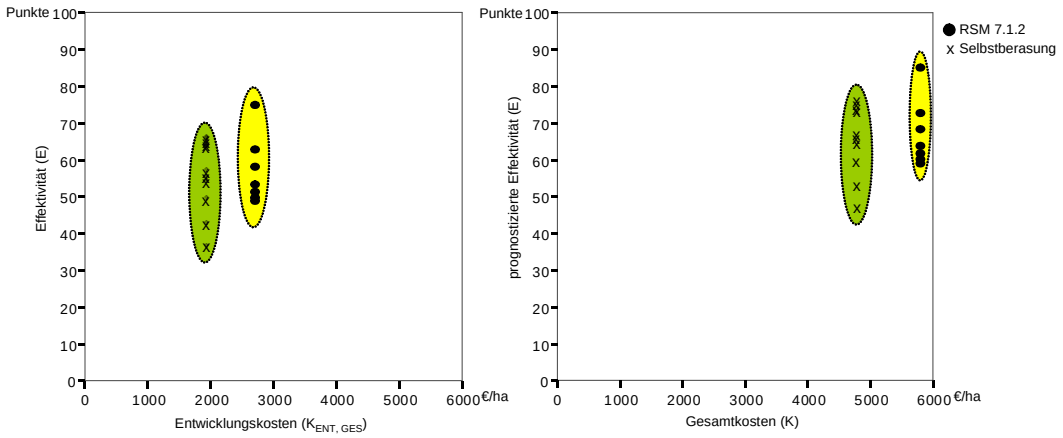


Abb. 4-45: Effektivitäts-Kosten-Diagramme des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkreicher Standorte

Auch die untersuchten Varianten des Zielbiotoptyps **Grünland trockener, kalkarmer Standorte** unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Effizienz. Dabei gehen sowohl bei den Entwicklungs- als auch den Gesamtkosten geringe Kosten mit geringerer Effektivität einher und umgekehrt. Die Heublumensaat ist trotz der höheren Kosten der Einsaat mit SM Country und der Selbstberasung vorzuziehen (Abb. 4-46), da die Effektivität für die Wahl einer Variante wichtiger ist als geringe Kosten (Ein gegebenes Ziel soll mit möglichst geringem finanziellem Aufwand erreicht werden. vgl. Kap. 1.1).

Die Heublumensaat wird, trotz ihres hohen Arbeitsaufwandes, vom Bewirtschafter als empfehlenswert bezeichnet. Nach seiner Aussage lassen sich mit ihr schnell nutzbare Flächen mit stabilen Pflanzenbeständen begründen. Die Einsaat mit einer Saatgutmischung wurde bewusst abgelehnt, da sie Materialkosten verursacht und nicht standorttypische und damit instabile Bestände begründet. Der Zeitaufwand der Heublumensaat wurde aufgrund der geringen Neubegrünungsfläche als vertretbar bezeichnet (2 ha neu begrünte Fläche/Jahr über einen begrenzten Zeitraum).

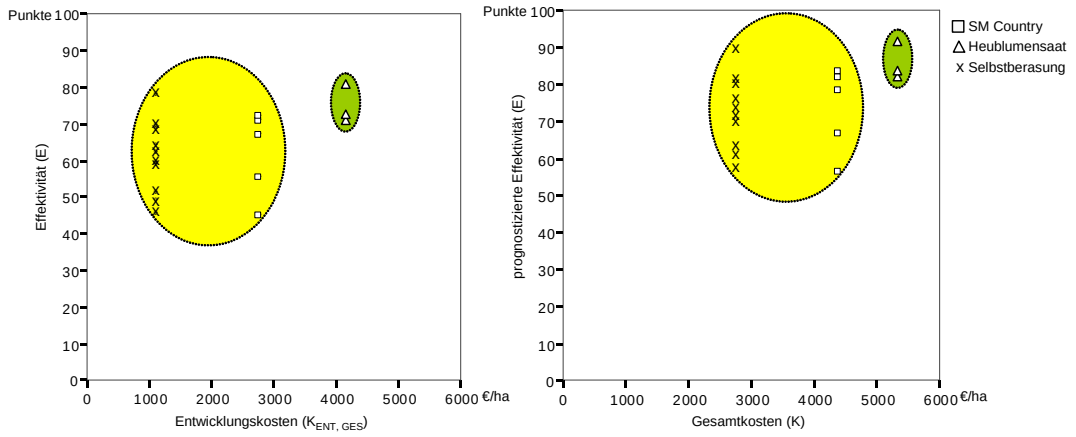


Abb. 4-46: Effektivitäts-Kosten-Diagramme des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkarmer Standorte

Das Effektivitäts-Kosten-Diagramm für den Zielbiotoptyp **mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte** zeigt drei Gruppen mit unterschiedlicher Effektivität. Bei den Entwicklungskosten verhalten sich Effektivität und Kosten meist proportional zueinander, weshalb sich die Effizienz der Varianten nicht sehr deutlich unterscheidet. Ausnahme ist die Einsaat mit SSM feu, welche kostenmäßig der effektivsten Variante (Einsaat mit SSM Hoh) entspricht. Die in Kap. 1.2 aufgestellte erste These ist damit nur teilweise bestätigt. Bei Berücksichtigung der Nachbesserungen werden die Kostenunterschiede zwischen den Varianten kleiner. Insbesondere verringert sich der Abstand zwischen der teuersten und effektivsten und den anderen Varianten (Abb. 4-47). Insgesamt gesehen ist daher die Variante Einsaat mit SSM Hoh am effizientesten.

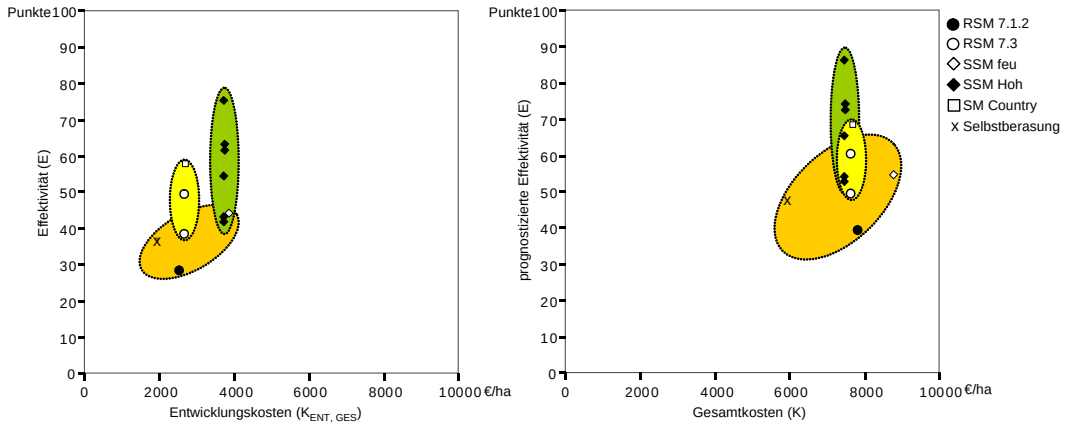


Abb. 4-47: Effektivitäts-Kosten-Diagramme des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte

Insgesamt gesehen ist die Effizienz der Varianten Heublumensaat und Sodenschüttung am höchsten (Abb. 4-48) Diese Erstinstandsetzungsvarianten führen bei vergleichsweise niedrigen Kosten in kurzer Zeit zu arten-, blüten- und strukturreichen zielbiotoptypähnlichen Beständen. Heumulchsaat, Heudruschsaat und Sodenversetzung haben ebenfalls eine sehr gute Effektivität, sind jedoch deutlich teurer. Heumulch-, Heudrusch- und Heublumensaat eigen sich besonders für frische bis trockene, Sodenversetzung und -schüttung für frische bis feuchte Böden.

Durch Einsaat mit kräuterreichen Saatgutmischungen können ebenfalls zielbiotoptypische Grünländer entwickelt werden. Der Erfolg dieser Variante ist jedoch untrennbar mit der Mischungszusammensetzung verbunden. Da in Abb. 4-48 nur die in Sachsen-Anhalt gewonnenen Daten von nicht optimal auf den Standort abgestimmten Mischungen eingegangen sind, hat diese Variante dort nur eine mittlere Effektivität. Neben der Abstimmung der Mischungszusammenstellung auf Standort und Entwicklungsziel und der Zusammensetzung aus gebietsheimischen Herkünften ist standortabhängig auf ein ausgewogenes Verhältnis von Arten mit unterschiedlicher Strategie (konkurrenzstarke, stresstolerante und ruderale Arten), Keimungszeitpunkt (Frühjahrs- und Herbstkeimer), Lebensdauer (annuelle, bienne und perennierende Arten) und Fortpflanzungsmechanismen (vegetative und generative Fortpflanzung) zu achten. Auf die Ansaat von Leguminosen sollte weitgehend verzichtet werden, da die meisten zu begrünenden Flächen durch die Vornutzung aufgedüngt wurden und zunächst ausgehagert werden müssen. Die durch Leguminosen bedingte Stickstofffixierung wäre dafür kontraproduktiv.

Die kostengünstigste Variante Selbstberasung hat stets, außer auf mäßig feuchten Böden, eine gute Effektivität, sofern die Flächen entsprechend dem typischen Pflegeregime der Zielgesellschaft genutzt werden (bei mesophilen Grünländern i.d.R zweimalige Mahd pro Jahr). Die Entwicklung zum Zielbiotop dauert jedoch länger als bei den vorgenannten Varianten, weshalb die Effektivität nur maximal gut und nicht sehr gut ist. Dies gilt insbesondere für zielartenarme Gebiete und nährstoffreiche Standorte.

Die Einsaat mit kräuterarmen Saagutmischungen hat das schlechteste Verhältnis von Effektivität und Kosten, ist nicht effizient und daher als alleinige Variante meist nicht empfehlenswert. Sie begründet i.d.R. arten-, kräuter- und strukturarme Bestände. Lediglich auf nährstoffarmen Standorten, in deren Umgebung und/oder Diasporenbank viele zielbiotoptypische Arten vorkommen, können gute Erfolge erzielt werden. Auf nährstoffreichen Standorten oder bei Fehlen von Lieferbiotopen ist die Ansaat einer kräuterarmen Mischung nur in Kombination mit anderen Erstinstandsetzungsvarianten (Nachsaat mit Heumulch, Heudrusch, Heublume oder kräuterreicher Mischung) erfolgversprechend. Die zuerst angesäten Arten dienen dem Aufbau einer lückigen Struktur. Wenn sich diese gefestigt hat, können weitere Zielarten eingebracht werden (nach zwei bis drei Jahren). Der Vorteil dieser gestaffelten Etablierung ist, dass sich die nachgesäten Arten nicht während der Verdrängungsprozesse der ersten Jahre behaupten müssen, sondern direkt in Bestandslücken eingebracht werden und somit bessere Etablierungs- und Ausbreitungsbedingungen vorfinden. Ähnlich wie bei der Ansaat mit einer kräuterreichen Mischung, ist auch bei der Verwendung einer kräuterarmen Mischung die Mischungszusammensetzung für den Ansaaterfolg von großer Bedeutung. Die Mischung muss standort- und zielangepasst sein und sollte nur gebietsheimische Herkünfte enthal-

ten. Zudem ist die Beimischung annueller und konkurrenzschwacher Arten empfehlenswert, die nach einigen Jahren deutlich zurückgehen oder ganz ausfallen. Die entstehenden Bestandslücken sind wertvolle Etablierungsnischen für die nachgesäten Arten. Auf ausläufertreibende und/oder streuakkumulierende Arten ist zu verzichten.

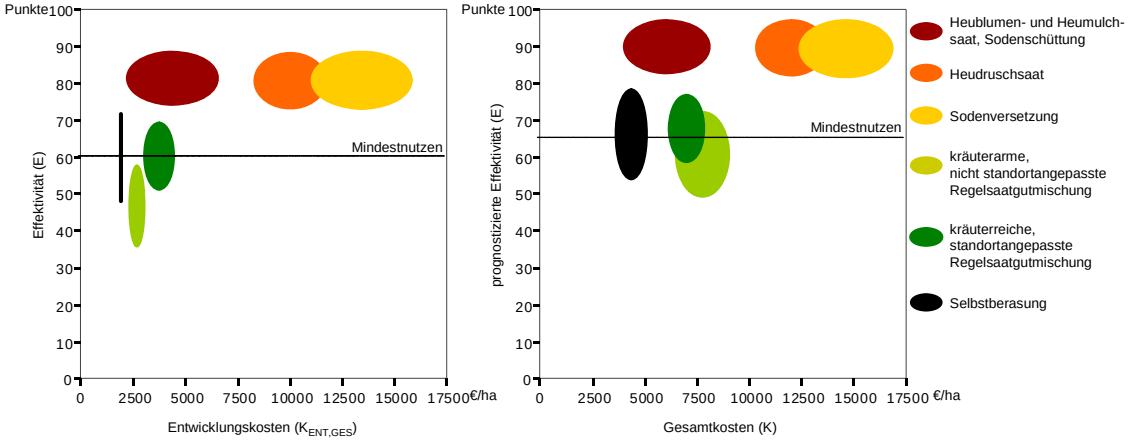


Abb. 4-48: Effektivitäts-Kosten-Diagramme aller Varianten zur Etablierung mesophiler Grünländer (Mittelwerte)

Insgesamt lasst die daher die in Kap. 1.2 aufgestellte zweite These bestätigen: Durch die Auswahl der hinsichtlich Zielerreichung und finanziellem Einsatz optimalen Variante, ist eine Effizienzsteigerung von Maßnahmen zur Etablierung von mesophilem Grünland im Vergleich zur gegenwärtigen Praxis zu erwarten.

Die Anwendung der effizientesten und aus naturschutzfachlicher Sicht sinnvollsten Variante kann jedoch durch verschiedene Randbedingungen begrenzt werden. So steht für nicht immer genügend gebietsheimisches Material zur Verfügung. Dies gilt besonders für ausgeräumte Agrarlandschaften. In diesen sind artenreiche Extensivgrünländer insgesamt selten. Die wenigen vorhandenen Grünländer sind zudem oft mit landwirtschaftlichen Förderprogrammen belegt, die die Weitergabe von Begrünungsmaterial (Mahdgut) an Dritte erschweren (TISCHEW (mdl) 2006). Bei Vertragsnaturschutzprogrammen ist hingegen eine Nutzung des Mahdgutes für Begrünungen möglich.

Auch die Einsaat mit kräuterreichen Saatgutmischungen stößt in Gebieten, in denen es keine oder nur wenige Anbieter gebietsheimischen Samenmaterials gibt an Grenzen. Vor allem für die Begrünung mehrerer, großer Flächen steht in diesen Gebieten nicht sofort genügend Material zur Verfügung. Dieses Problem ist zwar nicht kurzfristig lösbar, langfristig kann ihm jedoch durch die Förderung von Anbietern gebietsheimischen Saatgutes und durch den Abschluss von Anzuchtverträgen entgegengewirkt werden.

Die einzige Variante, die (außer auf mäßig feuchten Standorten) stets und ohne Einschränkungen durchführbar ist und zu zielbiotoptypischen Beständen führt, ist die Selbstberasung. Die Begrünungsergebnisse, die mit dieser Maßnahme erzielt werden, können daher als mindestens erreichbarer Nutzen gelten (Abb. 4-48). Auch wenn die Entwicklung artenreicher, typisch strukturierter Grünländer länger als bei anderen Varianten dauert, ist dies der Entwicklung monotoner Grasländer mit Dominanzen standortuntypischer und gebeitsfremder Arten, wie sie durch die Einsaat mit RSM entstehen, bei weitem vorzuziehen.

4.6 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

Der Abschnitt enthält praxisnahe Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen für die Planung und Umsetzung zukünftiger, effizienter Grünlandetablierungen. Ein dichothomes Entscheidungsschema zur Auswahl der im Einzelfall geeignetsten Erstinstandsetzungsvariante in Abhängigkeit von den Standortbedingungen, der Verfügbarkeit von geeignetem Begrünungsmaterial, den organisatorischen Rahmenbedingungen und zeitlichen Vorgaben wird vorgestellt. Verfahrenssteckbriefe liefern wertvolle Hinweise zur Anwendung der im Schema enthaltenen Varianten. Desweiteren werden Möglichkeiten und Grenzen der Kostenminimierung erläutert. Dabei wird nach steuerbaren und nicht steuerbaren kostenbeeinflussenden Faktoren unterschieden.

4.6.1 Auswahl der Erstinstandsetzungsvariante

Die Wahl der Erstinstandsetzungsvariante ist von deren Effektivität für das konkrete Entwicklungsziel auf dem gegebenen Standort, der Realisierbarkeit effektiver Erstinstandsetzungsvarianten sowie von Kostenaspekten abhängig. Die Ergebnisse im Kap. 4.5.2 haben gezeigt, dass folgende Varianten effektive Möglichkeiten zur Etablierung verschiedener mesophiler Grünländer darstellen können:

- Ansaat mit kräuterreicher Saatgutmischung aus gebietsheimischen Herkünften,
- Ansaat mit kräuterarmer Saatgutmischung aus gebietsheimischen Herkünften,
- Heublumensaat,
- Heudruschsaat,
- Heumulchsaat,
- Sodenschüttung,
- Sodenversetzung,
- Selbstberasung.

Bei der Auswahl der im Einzelfall effektivsten Erstinstandsetzungsvariante für ein mesophiles Grünland sind vor allem die Standortbedingungen der Begrünungsfläche und das daraus abgeleitete Entwicklungsziel zu beachten. Die Standortanalyse sollte folgende Informationen enthalten:

- Nährstoffhaushalt,
- Wasserhaushalt,
- Inklination,
- Exposition,
- Vornutzung,
- Umgebungseinflüsse (Diasporenquellen).

Die Untersuchungen in Sachsen-Anhalt und die Literaturauswertung haben gezeigt, dass bei der Etablierung von mesophilen Grünländern die Notwendigkeit einer Initialsetzung mit zunehmendem Nährstoffreichtum und Feuchtegrad der Standorte an Bedeutung gewinnt. Produktivere Standorte befinden sich i.d.R in kennartenärmeren Landschaften und sind höherem Konkurrenzdruck von Störzeigern und Problemarten ausgesetzt. Die Verhinderung der Etablierung von unerwünschten und die aktive Einbringung von erwünschten Arten sind auf diesen Standorten von großer Bedeutung. Im Gegensatz dazu kann auf trockenen (und nährstoffärmeren) Böden stärker auf die Einwanderung von Kennarten aus der Umgebung gesetzt werden. Die Erreichung des Entwicklungszieles wird jedoch meist länger dauern als dies nach der Durchführung initiierender Maßnahmen der Fall wäre.

Für die Realisierbarkeit effektiver Erstinstandsetzungsvarianten sind folgende Informationen und Randbedingungen entscheidend:

- Verfügbarkeit von geeignetem Begrünungsmaterial,
- realisierbarer Organisationsaufwand,
- akzeptabler Zeithorizont für die Entwicklung der Maßnahme.

Stehen mehrere effektive und realisierbare Erstinstandsetzungsvarianten für das konkrete Entwicklungsziel zur Verfügung, werden i.d.R. Kostenaspekte für die endgültige Wahl der im jeweiligen Fall empfehlenswertesten Variante entscheidend sein.

Tab. 4-16 zeigt ein dichothomes Entscheidungsschema, mit dessen Hilfe einzelfallbezogen die empfehlenswerteste Variante zur Etablierung mesophiler Grünländer bestimmt werden kann. Entscheidungsgrundlagen sind die aufgeführten Informationen und Rahmenbedingungen. Das Schema fasst die eigenen Ergebnisse und die der Literaturauswertungen zusammen. Es erhebt ausdrücklich nicht den Anspruch einer bis ins letzte Detail gehenden Handlungsanleitung, sondern ist als Wegweiser zu verstehen, dessen Hinweise weiter auszugestalten sind (z.B. exakte Zusammensetzung der Saatgutmischung).

Tab. 4-16: Entscheidungsschema zur Auswahl der empfehlenswertesten Erstinstandsetzungsvariante

1	Droht ein Totalverlust naturschutzfachlich sehr wertvoller Vegetationsbestände?	Ja	Sodenschüttung (mittlere Kosten); Sodenversetzung (hohe Kosten)
		Nein	2
2	Sollen Segetal- oder Ruderalarten vorübergehende Etablierungsmöglichkeiten geboten werden?	Ja	Selbstberasung
		Nein	3
3	Wurde die Fläche durch langjährige intensive landwirtschaftliche Nutzung stark aufgedüngt?	Ja	Aushagerung, dann zu 4
		Nein	4
4	Wird explizit eine zügige Entwicklung naturschutzfachlich wertvoller Bestände angestrebt?	Ja	5
		Nein	6
5	Sind ausreichend viele Spenderflächen mit zielbiotoptypischem Bestand in der Umgebung vorhanden?	Ja	Heublumensaat (mittlere Kosten); Heudruschsaat (hohe Kosten); Heumulchsaat (mittlere Kosten)
		Nein	6
6	Ist gebietsheimisches Saatgut zielbiotoptypischer Arten in ausreichender Menge vorhanden?	Ja	Ansaat mit kräuterreicher Saatgutmischung aus gebietsheimischen Herkünften
		Nein	7
7	Ist gebietsheimisches Saatgut zielbiotoptypischer, strukturbildender Arten in ausreichender Menge vorhanden?	Ja	Initialsetzung über Ansaat mit kräuterarmer Saatgutmischung aus gebietsheimischen Herkünften und schrittweise Nachsaat/Pflanzung weiterer zielbiotoptypischer Arten
		Nein	8
8	Handelt es sich um einen mäßig feuchten, nährstoffreichen Standort (z.B. Auenlage)?	Ja	Fortführung der Nutzung ohne Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und Dünger bis ausreichend gebietsheimisches Saatgut für die Ansaat zielbiotoptypischer Arten geworben wurde
		Nein	9
9	Befinden sich Bestände zielbiotoptypischer Arten in weniger als 50 m Entfernung von der zu begrünenden Fläche?	Ja	Selbstberasung
		Nein	Selbstberasung; Nachsaat mit zielbiotoptypischer Arten sobald ausreichend gebietsheimisches Saatgut für die Ansaat geworben wurde

Die Sodenversetzung und -schüttung sind die aufwändigsten Varianten. Da ihre Umsetzung zudem den Eingriff in intakte, gut ausgeprägte Vegetationsbestände erfordert, sollten sie nur in den Fällen zur Anwendung kommen, in denen ein Totalverlust naturschutzfachlich sehr wertvoller Vegetationsbestände droht (z.B. bei Bauvorhaben). Dabei sind Sodenschüttungen Sodenversetzungen vorzuziehen, da mit dieser Variante bei deutlich geringeren Kosten vergleichbare Ergebnisse erzielt werden können (GOOD et al. 1999, KIRMER 2004, KIRMER & TISCHEW 2006).

Die auf allen Standorten erfolgversprechenden Varianten Heublumensaat, Heudruschsaat, Heumulchsaat sind vergleichsweise aufwändig in der Organisation, müssen bei leichter Verfügbarkeit des Materials jedoch nicht kostenintensiv sein. In intensiv agrarisch genutzten, ausgeräumten Landschaften ist die Suche nach geeigneten Spenderflächen jedoch deutlich schwerer als in extensiv genutzten, kleinteiligen Landschaften. In ersteren ist es möglich, dass keine oder nur wenige oder kleine geeignete Spenderflächen gefunden werden und die Anwendung dieser Varianten nicht oder nur schrittweise (z.B. Jahresscheibenweise) erfolgen kann. Insgesamt bieten sich diese Varianten in Fällen an, in denen eine zügige Entwicklung naturschutzfachlich wertvoller Bestände angestrebt wird und Spendermaterial schnell und einfach beschaffbar ist.

Die Ansaat mit kräuterreichen Saatgutmischungen ist vor allem für nährstoffärmere Flächen ohne oder mit wenig Diasporenquellen zielbiotoptypischer Arten in der Umgebung zu empfehlen, sofern nicht ausreichend Spenderflächen für die oben genannten Varianten vorhanden sind oder der mit der Umsetzung dieser Varianten verbundene organisatorische Aufwand nicht realisierbar ist. Aus naturschutzfachlichen Gründen sollten bei der Etablierung von mesophilen Grünländern ausschließlich gebietsheimische Herkünfte von Pflanzenmaterial verwendet werden. Die Zusammensetzung der Mischungen sollte sich an den naturraumtypischen Pflanzengesellschaften orientieren. Die erforderliche Saatgutmenge ist, sofern nicht vorhanden, über den Abschluss von Anzuchtverträgen sicherzustellen.

Die Ansaat mit kräuterarmen Mischungen ist in zwei Fällen sinnvoll. Zum einen stellt sie auf nährstoffarmen Flächen, in deren Umgebung Diasporenquellen zielbiotoptypischer Arten vorhanden sind, eine vergleichsweise kostengünstige, effektive Methode dar, zum anderen verfolgt sie das von PYWELL et al. (2003) für nährstoffreiche Flächen propagierte Prinzip der „phased introduction“. Dieses empfielt, zunächst Strukturbildner (i.d.R. Gräser) anzusäen und erst nach einigen Jahren paralleler, intensiver Auhagerung, wenn die etablierte Gesellschaft stabiler ist und die Standortbedingungen dem Zielbiotoptyp entsprechen, konkurrenzschwächere Arten (i.d.R. Kräuter) nachzusäen oder auszupflanzen.

Die Selbstberasung, die unaufwändigste und kostengünstigste Variante, ist dann anzuraten, wenn längere Entwicklungszeiträume akzeptabel oder gewünscht sind (z.B. für vorübergehende Bereitstellung von Standorten für Segetalarten). Außer auf mäßig feuchten, nährstoffreichen Standorten ist die Selbstberasung eine geeignete bis gut geeignete Variante und ist daher stets dann anzuwenden, wenn die Bedingungen für eine andere Variante nicht gegeben sind (z.B. kein gebietsheimisches Material verfügbar).

Aufgedüngte Standorte sollten insbesondere vor der Umsetzung der aufwändigeren Varianten ausgehagert werden, um einen höchstmöglichen Erfolg der Begrünung sicherzustellen und vorhandene Mittel effizienter einzusetzen. Bei der Einsaat mit kräuterarmen Saatgutmischungen und der Selbstberasung sind Aushagerungsmaßnahmen nicht zwingend erforderlich, können jedoch ebenfalls zur Entwicklungsbeschleunigung beitragen.

4.6.2 Hinweise zur Anwendung empfehlenswerter Erstinstandsetzungsvarianten

Die Verfahrenssteckbriefe in den Tab. 4-17 bis 4-24 fassen die wichtigsten Informationen zu Anwendungsbereich und -voraussetzungen, Durchführung und Kosten der in Tab. 4-16 enthaltenen Erstinstandsetzungsvarianten zusammen. Diese Inhalte liefern nicht nur Planern sondern auch Ausführenden wertvolle Hinweise für die Planung und Umsetzung zukünftiger Maßnahmen. Da in der komprimierten Form der Steckbriefe nicht auf jeden Einzelfall eingegangen werden kann, untermauern die angegebenen Referenzen die Inhalte der Steckbriefe und enthalten weiterführende Informationen.

Viele Flächen zur Etablierung von mesophilen Grünländern sind durch ackerbauliche Nutzung stark aufgedüngt und müssen vor Durchführung der Etablierungsmaßnahmen ausgehagert werden. Daher wurde zusätzlich zu den Steckbriefen der Erstinstandsetzungsvarianten ein Steckbrief für die Aushagerung nährstoffreicher Flächen erstellt (Tab. 4-17).

Tab. 4-17: Steckbrief Aushagerung

Definition	Reduzierung des Nährstoffpools durch zehrende Bewirtschaftung
Anwendungsbereich	sehr nährstoffreiche bis nährstoffreiche und/oder aufgedüngte ehemals intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen unterschiedlicher Feuchtestufen
Voraussetzungen	keine
Durchführung	mindestens zweijährige Nutzung der Flächen unter Ansaat stark zehrender Arten (z.B. Chinakohlrübsen, Grünschnittroggen)
Kosten	Die Kosten sind sehr variabel, da ggf. Erträge, die durch den Verkauf der angesäten Arten erziehlt werden, gegengerechnet werden müssen. Daher kann die Maßnahme sowohl Kosten verursachen als auch Gewinn erzielen. flächenspezifische kostenbeeinflussende Faktoren: • angesäte Arten und erzielter Verkaufserlös • Morphologie, Größe und Kleinteiligkeit der Fläche
ausgewählte Referenzen	BOSSARD (1999)

Tab. 4-18: Steckbrief Ansaat mit gebietsheimischem Saatgut

Definition	Ausbringen von „Saatgut von Arten, das aus genau definierten (gebietsheimischen; Anm. d. Verf.) Herkünften stammt und nicht mit Pflanzen anderer Herkünfte gekreuzt oder vermischt wurde“ (nach FLL (1999), S. 9)
Anwendungsbereich	nährstoffreiche bis nährstoffarme, mäßig feuchte bis trockene Standorte
Voraussetzungen	ausreichende Menge gebietsheimischen, standorttypischen Begrünungsmaterials (ggf. Abschluss von Anzuchtverträgen)
Durchführung	Erstinstandsetzung: • bei Neuansaat: Pflügen und mehrmaliges Eggen der Fläche (Ziel: feinkrümeliges, gut abgesetztes Saatbett) • bei Nachsaaten: Rasen tief schneiden; anschließend tief vertikutieren oder mehrmals in Abständen von 10 m in die Grasnarbe Streifen von 3 m fräsen (zwei- bis dreimal in zweiwöchigem Abstand bis ein vegetationsfreies Saatbett entstanden ist) • Ansaat (Frühjahrsansaat, ggf. um 14 Tage vorgezogene Ansaat der Kräuterkomponente; Ansaatmenge nährstoffreiche Standorte: 3 g/qm, nährstoffarme Standorte: 1 - 3 g/qm; bei Nachsaaten doppelte Ansaatmenge verwenden) • Walzen (Verbesserung des Bodenkontaktes) Fertigstellung: • Kröpfschnitt (Anfang April, wenn Gräser maximal 15-20 cm hoch) sowie weitere zwei Pflegeschnitte ca. Mitte Juni und ca. Anfang September Entwicklung: • zweischürige Mahd • auf nährstoffreichen Standorten zusätzlich früher Schnitt ca. Mitte April zur Förderung der Kräuter • viermalige Mahd des Bestandes um die nachgesäten Streifen (Förderung der angesäten Arten) Unterhaltung: • auf nährstoffreichen Standorten zwei- bis drei Pflegegänge (Mahd) • auf nährstoffarmen Standorten ein bis zwei Pflegegänge (möglichst Mahd)
Kosten	Erstinstandsetzung, Material ($K_{ENT, MAT}$): ca. 1.500 €/ha - 2.700 €/ha Erstinstandsetzung, Arbeit (K_{ENT, ARB_ERST}): ca. 500 €/ha Pflege ($K_{ENT, ARB_FERT} + K_{ENT, ARB_ENTW} + K_{UNT, ARB}$): pro Pflegegang ca. 250 €/ha flächenspezifische kostenbeeinflussende Faktoren: • Morphologie, Größe und Kleinteiligkeit der Begrünungsfläche • Zusammensetzung der Saatgutmischung • Aussaatmenge
ausgewählte Referenzen	RÜMER (1977), KRAUSE (1989), MOLDER (1990), MOLDER & SKIRDE (1993), BRIEMLE (1994), MOLDER (1995), KÜHN (1997), KELLER & KOLLMANN (1998), BOSSARD (1999), FLL (1999), FBM (1999), BOSSARD (2000), VAN DER PUTTEN (2000), BISCHOFF (2001), COULSON et al. (2001), PYWELL et al. (2002), FLB (2003), KÄNZIG-SCHOCH (2003), PYWELL et al. (2003), PYWELL et al. (2004), BISCHOFF & MUELLER-SCHAERER (2005)

Tab. 4-19: Steckbrief Heublumensaat

Definition	„Ausbringen von Saatgut, das beim Lagern von Heu ausgefallen ist und nach dessen Entfernung aufgenommen wurde“ (FLL (1999), S. 9)
Anwendungsbereich	nährstoffreiche bis nährstoffarme, mäßig feuchte bis trockene Standorte
Voraussetzungen	ausreichende Menge gebietsheimischen, standorttypischen Begrünungsmaterials
Durchführung	Gewinnung des Begrünungsmaterials: • Zusammenkehren der samenreichen Reste des Heus nahe gelegener, dem Zielbiotoptyp entsprechender Biotope auf Heuböden Erstinstandsetzung: • Pflügen und mehrmaliges Eggen der Fläche (Ziel: feinkrümeliges, gut abgesetztes Saatbett) • gleichmäßige Verteilung der Heublume von Hand, mit Gebläsen oder Naßsaatgeräten auf der zu begrünenden Fläche mit Ausbringungsmengen von 20 bis 40 g/qm (Verhältnis von Spender- zu Begrünungsfläche 1:2 bis 1:5) • die Ausbringung sollte möglichst auf feuchtem Boden erfolgen; ist dies nicht möglich sollte die Heublume leicht benetzt werden (Vermeidung von Verwehungen) • sofern die Spenderflächen nicht alle gewünschten Arten enthalten, können zusätzlich zur Heublume Samen weiterer Pflanzen ausgebracht werden (Beisaat mit gebietsheimischem Pflanzenmaterial) Fertigstellung: • aufwuchs- und entwicklungsabhängig zwei bis drei Pflegeschnitte (ca. Anfang April, ca. Mitte Juni und ca. Anfang September) Entwicklung: • zweischürige Mahd • auf nährstoffreichen Standorten zusätzlich früher Schnitt ca. Mitte April zur Förderung der Kräuter Unterhaltung: • auf nährstoffreichen Standorten zwei- bis drei Pflegegänge (Mahd) • auf nährstoffarmen Standorten ein bis zwei Pflegegänge (möglichst Mahd)
Kosten	Erstinstandsetzung ($K_{ENT, MAT} + K_{ENT, ARB_ERST}$): ca. 3.440 €/ha Pflege ($K_{ENT, ARB_FERT} + K_{ENT, ARB_ENTW} + K_{UNT, ARB}$): pro Pflegegang ca. 250 €/ha flächenspezifische kostenbeeinflussende Faktoren: • Morphologie, Größe und Kleinteiligkeit von Spender- und Begrünungsfläche • Entfernung von Spender- zu Begrünungsfläche • Artenzusammensetzung der Spenderfläche (Beimischung von Zielarten notwendig?) • Anzahl der Erntedurchgänge auf Spenderfläche • Auftragsverhältnis
ausgewählte Referenzen	RECK et al. (1999), MOLDER (2002), HEILINGER & FLORINETH (2003)

Tab. 4-20: Steckbrief Heudruschsaat

Definition	„Ausbringen eines Saatgutgemisches, das von einem Grünlandbestand durch Drusch gewonnen wurde und mit Druschresten aus Blättern, Stengeln und Spelzen vermischt ist“ (FLL (1999), S. 9)
Anwendungs-bereich	nährstoffreiche bis nährstoffarme, mäßig feuchte bis trockene Standorte
Voraussetzungen	ausreichende Menge gebietsheimischen, standorttypischen Begrünungsmaterials
Durchführung	Gewinnung des Begrünungsmaterials: • Ausdreschen der Vegetation von nahe gelegenen, dem Zielbiotoptyp entsprechenden Ernte-Biotopen mit einem speziell ausgestatteten Mähdrescher kurz vor oder zu der Samenreife der meisten Arten (ca. Anfang/Mitte Juni, bei erster Samenreife von *Leucanthemum vulgare*) • ggf. gestaffelter Drusch der Vegetation der Spenderfläche zu unterschiedlichen Terminen (Erhöhung der Samenausbeute) Erstinstandsetzung: • Pflügen und mehrmaliges Eggen der Fläche (Ziel: feinkrümeliges, gut abgesetztes Saatbett) • gleichmäßige Verteilung des Druschgutes (gewonnene Samen mitsamt den Druschresten) von Hand, mit Gebläsen oder Naßsaatgeräten auf der zu begrünenden Fläche mit Ausbringungsmenge von 20 bis 40 g/qm (Verhältnis von Spender- zu Begrünungsfläche 1:2 bis 1:5) • sofern die Spenderflächen nicht alle gewünschten Arten enthalten, können zusätzlich zum Heudruschgut Samen weiterer Pflanzen ausgebracht werden (Beisaat mit gebietsheimischem Pflanzenmaterial) Fertigstellung: • aufwuchs- und entwicklungsabhängig zwei bis drei Pflegeschnitte (ca. Anfang April, ca. Mitte Juni und ca. Anfang September) Entwicklung: • zweischürige Mahd • auf nährstoffreichen Standorten zusätzlich früher Schnitt ca. Mitte April zur Förderung der Kräuter Unterhaltung: • auf nährstoffreichen Standorten zwei- bis drei Pflegegänge (Mahd) • auf nährstoffarmen Standorten ein bis zwei Pflegegänge (möglichst Mahd)
Kosten	Erstinstandsetzung ($K_{ENT, MAT} + K_{ENT, ARB_ERST}$): ca. 12.000 €/ha Pflege ($K_{ENT, ARB_FERT} + K_{ENT, ARB_ENTW} + K_{UNT, ARB}$): pro Pflegegang ca. 250 €/ha flächenspezifische kostenbeeinflussende Faktoren: • Morphologie, Größe und Kleinteiligkeit von Spender- und Begrünungsfläche • Entfernung von Spender- zu Begrünungsfläche • Artenzusammensetzung der Spenderfläche (Beimischung von Zielarten notwendig?) • Anzahl der Erntedurchgänge auf Spenderfläche • Auftragsverhältnis
ausgewählte Referenzen	FLL (1999), SCHWAB et al. (2002), HEILINGER & FLORINETH (2003), ENGELHARDT (2004), KIRMER & TISCHEW (2006)

Tab. 4-21: Steckbrief Heumulchsaat

Definition	„Ausbringen von samenhaltigem, frischem Aufwuchs oder Heu“ (FLL (1999), S. 9)
Anwendungs-bereich	nährstoffreiche bis nährstoffarme, mäßig feuchte bis trockene Standorte
Voraussetzungen	ausreichende Menge gebietsheimischen, standorttypischen Begrünungsmaterials
Durchführung	Gewinnung des Begrünungsmaterials: • schonende Mahd nahe gelegener, dem Zielbiotoptyp entsprechender Ernte-Biotope kurz vor der Samenreife (ca. Anfang Juni, bei erster Samenreife von *Leucanthemum vulgare*), die Mahd sollte früh am Morgen oder bei feuchter Witterung durchgeführt werden • ggf. gestaffelte Mahd der Spenderfläche zu unterschiedlichen Terminen (Erhöhung der Samenausbeute) Erstinstandsetzung: • Pflügen und mehrmaliges Eggen der Fläche (Ziel: feinkrümeliges, gut abgesetztes Saatbett) • gleichmäßige Verteilung des Mulchgutes manuell, mit Miststreuer oder Strohschrederer im zerkleinerten (gehäckselten) oder unzerkleinerten Zustand auf der zu begrünenden Fläche mit Ausbringungsmenge von 20 bis 40 g/qm, (Verhältnis von Spender- zu Begrünungsfläche von 1:2 bis 1:5) • sofern die Spenderflächen nicht alle gewünschten Arten enthalten, können zusätzlich zum Mulchgut Samen weiterer Pflanzen ausgebracht werden (Beisaat mit gebietsheimischem Pflanzenmaterial) Fertigstellung: • aufwuchs- und entwicklungsabhängig zwei bis drei Pflegeschnitte (ca. Anfang April, ca. Mitte Juni und ca. Anfang September) Entwicklung: • zweischürige Mahd • auf nährstoffreichen Standorten zusätzlich früher Schnitt ca. Mitte April zur Förderung der Kräuter Unterhaltung: • auf nährstoffreichen Standorten zwei- bis drei Pflegegänge (Mahd) • auf nährstoffarmen Standorten ein bis zwei Pflegegänge (möglichst Mahd)
Kosten	Erstinstandsetzung ($K_{ENT, MAT} + K_{ENT, ARB_ERST}$): ca. 2.500 €/ha - 3.300 €/ha Pflege ($K_{ENT, ARB_FERT} + K_{ENT, ARB_ENTW} + K_{UNT, ARB}$): pro Pflegegang ca. 250 €/ha flächenspezifische kostenbeeinflussende Faktoren: • Morphologie, Größe und Kleinteiligkeit von Spender- und Begrünungsfläche • Entfernung von Spender- zu Begrünungsfläche • Artenzusammensetzung der Spenderfläche (Beimischung von Zielarten notwendig?) • Anzahl der Erntedurchgänge auf Spenderfläche • Auftragsverhältnis
ausgewählte Referenzen	BIEWER & POSCHLOD (1995), PATZELT (1998), FLL (1999), BOSSARD (2000), HÖLZEL & OTTE (2003), KIRMER (2003), KIRMER & TISCHEW (2006)

Tab. 4-22: Steckbrief Pflanzung

Definition	Einbringen angezogener oder ausgegrabener gebietsheimischer Arten
Anwendungs-bereich	nährstoffreiche bis nährstoffarme, mäßig feuchte bis trockene Standorte; für gezieltes Einbringen gewünschter Arten (v.a. seltener Arten) in Teilbereiche einer Fläche
Voraussetzungen	ausreichende Menge gebietsheimischer, standorttypischer Pflanzen mit möglichst gutem vegetativen Wachstum Gewährleistung der aufwändigen Pflege (z.B. Bewässern)
Durchführung	Möglichkeiten zur Gewinnung des Begrünungsmaterials: • Anzucht gebietsheimischer, standorttypischer Pflanzen mit ausreichend großem Wurzelballen in Gärtnereien durch vegetative (gut geeignet für Gräser) oder generative Vermehrung • Gewinnung von Mutterpflanzen mit ausreichend großem Wurzelballen auf nahe gelegenen, dem Zielbiotoptyp entsprechenden Biotopen Erstinstandsetzung: • Einsetzen der angezogenen Pflanzen in kleine Pflanzlöcher auf der begrünten Fläche Fertigstellung: • Wässerung der eingesetzten Pflanzen (witterungsabhängig) • zweischürige Mahd (auf nährstoffreichen Standorten zusätzlich früher Schnitt ca. Mitte April zur Förderung der Kräuter) Entwicklung: • zweischürige Mahd • auf nährstoffreichen Standorten zusätzlich früher Schnitt ca. Mitte April zur Förderung der Kräuter • Wässerung der eingesetzten Pflanzen (witterungsabhängig) Unterhaltung: • auf nährstoffreichen Standorten zwei- bis drei Pflegegänge (Mahd) • auf nährstoffarmen Standorten ein bis zwei Pflegegänge (möglichst Mahd)
Kosten	Erstinstandsetzung ($K_{ENT, MAT} + K_{ENT, ARB_ERST}$): keine Angaben verfügbar Pflege ($K_{ENT, ARB_FERT} + K_{ENT, ARB_ENTW} + K_{UNT, ARB}$): pro Pflegegang ca. 250 €/ha (inklusive Kosten für Wässerung) flächenspezifische kostenbeeinflussende Faktoren: • Methode zur Gewinnung des Pflanzenmaterials • Art und Menge anzuziehender und einzusetzender Pflanzen
ausgewählte Referenzen	SPIESS (1997), JANSSEN & KORNHER (1993), KÜHN (1997),

Tab. 4-23: Steckbrief Sodenschüttung

Definition	ungeordnetes Ausbringen sodenförmig abgestochenen, gebrochenen Pflanzenmaterials
Anwendungsbereich	nährstoffreiche bis nährstoffarme, mäßig feuchte bis trockene Standorte
Voraussetzungen	ausreichende Menge gebietsheimischen, standorttypischen Begrünungsmaterials einer geeigneten Spenderfläche (möglichst viele Zielarten und wenig Störzeiger, möglichst durch Verlust bedrohte Fläche)
Durchführung	Gewinnung des Begrünungsmaterials: • manueller oder maschineller Abtrag eines Teil einer Pflanzengesellschaft inklusive des durchwurzelten Oberbodens Erstinstandsetzung: • ungeordnetes Aufbringen des Begrünungsmaterials auf der zu begrünenden Fläche Fertigstellung: • aufwuchs- und entwicklungsabhängig zwei bis drei Pflegeschnitte (ca. Anfang April, ca. Mitte Juni und ca. Anfang September) Entwicklung: • zweischürige Mahd • auf nährstoffreichen Standorten zusätzlich früher Schnitt ca. Mitte April zur Förderung der Kräuter Unterhaltung: • auf nährstoffreichen Standorten zwei- bis drei Pflegegänge (Mahd) • auf nährstoffarmen Standorten ein bis zwei Pflegegänge (möglichst Mahd)
Kosten	Erstinstandsetzung ($K_{ENT, MAT} + K_{ENT, ARB_ERST}$): ca. 3.000 €//ha Pflege ($K_{ENT, ARB_FERT} + K_{ENT, ARB_ENTW} + K_{UNT, ARB}$): pro Pflegegang ca. 250 €/ha flächenspezifische kostenbeeinflussende Faktoren: • Morphologie, Größe und Kleinteiligkeit von Spender- und Begrünungsfläche • Entfernung von Spender- zu Begrünungsfläche • Auftragsverhältnis • maschinelle oder manuelle Umsetzung
ausgewählte Referenzen	WORTHINGTON & HELLIWELL (1987), JERRAM (1993), WARD (1995), SCHOPP-GUTH (1997), GOOD et al. (1999), KIRMER (2004), TISCHEW (2004), KIRMER & TISCHEW (2006)

Tab. 4-24: Steckbrief Selbstberasung

Definition	selbständige Begrünung durch aus der Diasporenbank der Begrünungsfläche aufgelaufene oder aus deren Umgebung eingewanderte Arten
Anwendungsbereich	nährstoffreiche bis nährstoffarme, mäßig feuchte bis trockene Standorte
Voraussetzungen	Diasporenquellen zielbiotoptypischer Arten in der Diasporenbank der Begrünungsfläche oder in der Umgebung der Fläche
Durchführung	Erstinstandsetzung: • keine Arbeiten erforderlich Fertigstellung: • zwei Pflegeschnitte ca. Mitte Juni und ca. Anfang September • auf nährstoffreichen oder stark ruderalisierenden Standorten zusätzlich früher Schnitt ca. Mitte April zur Aushagerung, Förderung der Kräuter und Rückdrängung unerwünschter Arten Entwicklung: • zweischürige Mahd • auf nährstoffreichen oder stark ruderalisierenden Standorten ggf. zusätzlich früher Schnitt ca. Mitte April zur Förderung der Kräuter und Rückdrängung unerwünschter Arten Unterhaltung: • auf nährstoffreichen Standorten zwei- bis drei Pflegegänge (Mahd) • auf nährstoffarmen Standorten ein bis zwei Pflegegänge (möglichst Mahd)
Kosten	Erstinstandsetzung ($K_{ENT, MAT} + K_{ENT, ARB_ERST}$): 0 €/ha Pflege ($K_{ENT, ARB_FERT} + K_{ENT, ARB_ENTW} + K_{UNT, ARB}$): pro Pflegegang ca. 250 €/ha flächenspezifische kostenbeeinflussende Faktoren: • Morphologie, Größe und Kleinteiligkeit der Begrünungsfläche • Zusammensetzung der Diasporenbank der Begrünungsfläche
ausgewählte Referenzen	ILIJANIK et al. (1985), SCHMIDT (1985), KRUMBIEGEL et al. (1995), BRIEMLE & SCHREIBER (1994), KRUMBIEGEL et al. (1998)

4.6.3 Verringerung der Kosten

Die Kosten für Nachbesserungen haben entsprechend Kap. 4.5.3 den größten Einfluss auf die Gesamtkosten einer Maßnahme zur Etablierung eines mesophilen Grünlandes. Die Wahl der naturschutzfachlich geeignetsten Etablierungsmethode, d.h. derjenigen Methode bei der die zu erwartenden Zusatzkosten möglichst gering sind, ist daher für einen effizienten Mitteleinsatz essenziell.

Auch die Wahl des Auftragnehmers übt einen Einfluss auf die Kosten aus. Während sowohl Landwirte und Maschinenringe, Garten- und Landschaftsbaubetriebe, öffentliche Regiebetriebe als auch Vereine, Verbände und private Haushalte die Pflege von Grünland übernehmen könnten, kommen für die Etablierung i.d.R. nur Landwirte und Maschinenringe oder Garten- und Landschaftsbaubetriebe in Betracht. Diese beiden Gruppen haben jeweils Vor- und Nachteile. Aufgrund der Verfügbarkeit von großem Gerät und geringeren Stundenlöhnen können Landwirte sowohl Etablierung als auch Pflege von Grünland i.d.R. preisgünstiger durchführen als Garten- und Landschaftsbaubetriebe. Beispielsweise zeigte der Vergleich der tatsächlichen Kosten bei Kompensationsflächen an der BAB 14, dass die Erstinstandsetzungskosten ca. 200 €/ha und die jährlichen Unterhaltungskosten ca. 100 €/ha geringer sind, wenn die Arbeiten durch einen Landwirt und nicht durch einen Landschaftsbaubetrieb ausgeführt werden. Zudem erhöht die Einbindung der Flächeneigner oder -pächter in die Pflege der Flächen die Akzeptanz der Kompensationsmaßnahmen, was wiederum die langfristige Durchführung der Pflege sichern kann. Ein Nachteil der Beauftragung von Landwirten und Maschineringen ist das nicht immer vorhandene spezielle Wissen zu Pflegeregimen zur Entwicklung von mesophilen Grünländern sowie zu typischen Arten dieser Biotope. Garten- und Landschaftsbaubetriebe haben im Gegensatz dazu meist derartige Kenntnisse. Sie haben jedoch höhere Löhne und verfügen meist nicht über Großgeräte zur Mahd.

Bei jeder Erstinstandsetzungsvariante gibt es weitere Faktoren, die Einfluss auf die Gesamtkosten haben (vgl. Tab. 4-14 auf Seite 117). Einige davon sind nicht steuerbar, andere können beeinflusst werden. Bspw. sind Kosten, die z.B. durch zu hohe Aussatmengen (> 5 g/qm), zu hohe Anteile krautiger Arten im der Saatgutmischung (> 20%) oder ein zu geringes Verhältnis zwischen Spender- und Begrünungsfläche (> 1:2) bedingt sind, vermeidbar. Prinzipiell gilt die Maxime, dass die Ausgestaltung jeder Erstinstandsetzungsvariante von den konkreten Flächeneigenschaften abhängig gemacht werden sollte. Beispielsweise kann der Anteil krautiger Zielarten in einer Saatgutmischung bei Vorkommen dieser Arten in der Umgebung der Begrünungsfläche im Gegensatz zu einer Begrünungsfläche in ausgeräumten Agrarlandschaften verringert werden. In Tab. 4-25 sind Hinweise zum Umgang mit diesen Einflussfaktoren zusammengefasst.

Tab. 4-25: Hinweise zum optimalen Mitteleinsatz in Abhängigkeit von den Standortbedingungen der Begrünungsfläche

kostenbeeinflussende Faktoren	Standortfaktoren	standortabhängige Hinweise
Artenzusammensetzung des Saatgutes	• Artenausstattung der Umgebung der Begrünungsfläche • Vornutzung der Begrünungsfläche	• je mehr (krautige) Zielarten in der Umgebung vorkommen, desto geringer kann deren Anteil in der Saatgutmischung sein • je mehr Störzeiger und Problemarten in den ersten Jahren nach der Umsetzung zu erwarten sind, desto höher sollte der Anteil von sogenannten Platzbesetzern in der Saatgutmischung sein
Aussaatmenge	• Nährstoffhaushalt der Begrünungsfläche • Vornutzung der Begrünungsfläche	• je nährstoffreicher die Begrünungsfläche, desto höher sollte die Aussaatmenge sein (max. 5 g/qm) • je mehr Störzeiger und Problemarten in den ersten Jahren nach der Umsetzung zu erwarten sind, desto höher sollte die Aussatmenge sein (max. 5 g/qm)
Anzahl Erntedurchgänge Spenderfläche	• Artenausstattung der Umgebung der Begrünungsfläche	• je mehr (krautige) Zielarten in der Umgebung vorkommen, desto weniger muss auf die Übertragung des kompletten Artenspektrums geachtet werden und desto weniger Erntedurchgänge sind erforderlich
Verhältnis Spender- zu Begrünungsfläche	• Vornutzung der Begrünungsfläche	• je mehr Störzeiger und Problemarten in den ersten Jahren nach der Umsetzung zu erwarten sind, desto enger sollte das Verhältnis von Spender- zu Begrünungsfläche sein
Anzahl Pflegedurchgänge auf Begrünungsfläche	• Nährstoffhaushalt der Begrünungsfläche	• je nährstoffreicher die Begrünungsfläche ist, desto mehr Pflegedurchgänge sind während der Fertigstellungs- und Entwicklungspflege erforderlich
Machineneinsatz auf Begrünungsfläche	• Flächengröße der Begrünungsfläche	• je größer die Begrünungsfläche ist, desto größere Maschinen können eingesetzt werden; Bodenverdichtungen sind jedoch zu vermeiden

5 Diskussion des methodischen Ansatzes

Grundsätzlich haben sich die in Kap. 3.2 beschriebenen Methoden im Praxistest bewährt.

Die Wahl des Aufnahmezeitpunktes erwies sich als günstig. Kurz vor dem ersten Schnitt blühten bereits viele Arten und waren somit gut erkenn- und bestimmbar (insbesondere Kenn- und Problemarten). Sehr früh blühende (z.B. *Veronica*-Arten) sowie spät blühende Arten (z.B. Kletten und Disteln) mussten jedoch im nichtblühenden Zustand identifiziert werden. Während die Bestimmung der Gattung auch dann meist unproblematisch ist, erfordert die Bestimmung bis zur Art eine gute Artenkenntnis.

Bei der Ermittlung der Deckungsgrade sind spät blühende Arten leicht unterrepräsentiert, da der Zeitpunkt ihrer größten Biomasseentwicklung nach dem Aufnahmezeitpunkt liegt. Da der Deckungsgrad jedoch nur für die Problemarten bewertungsrelevant ist und die meisten von ihnen zum Aufnahmezeitpunkt voll entwickelt sind (Ausnahme: *Leucanthemum vulgare*), ist dies nicht als Nachteil anzusehen.

Die Biotopstruktur konnte zum Aufnahmezeitpunkt sicher eingeschätzt werden. Die verwendete dreistufige Skala erwies sich als praktikabel. Die Erprobung einer fünfstufigen Skala zeigte, dass diese die Bestimmung des Übereinstimmungsgrades zwischen der Biotopstruktur der Aufnahmefläche und dem strukturellen Leitbild des Zielbiotoptyps erschwert, weshalb hier eine stärkere Bearbeiterabhängigkeit zu befürchten ist.

Die Geländeerfassungen erforderten, verglichen mit der Erstellung von Vegetationsaufnahmen, deutlich weniger Zeit. Pro Aufnahmefläche wurden (inklusive Erfassung der Standortparameter und exklusive Erfassung der Umgebungsausstattung) 2 - 3 h benötigt. Um eine Zeitersparnis zu erreichen, können die Erfassungen auf Kennarten, Degenerationszeiger und Problemarten beschränkt werden, sofern keine Auswertung der weiteren Arten vorgesehen ist. Zudem kann auf die Erfassung der Ist-Frequenzen über fünf verzichtet werden, sofern die maximale Soll-Frequenz stets fünf beträgt. Die digitale Verfügbarkeit von Standortdaten, an der die entsprechenden Landesämter gegenwärtig arbeiten (z.B. Bodeninformationssystem des Landesamtes für Geologie und Bergwesen des Landes Sachsen-Anhalt), kann bei zukünftigen Kontrollen durch den schnelleren Datenzugriff weitere Zeitersparnis bedingen.

Die Dokumentation der Umgebungsausstattung ist im Gegensatz zur Erfassung der Artenzusammensetzung vergleichsweise aufwändig (ca. 1 h pro Aufnahmefläche), für die Interpretation der Daten jedoch notwendig.

Die Nutzung von Kostendateien erleichterte die zügige Erfassung und Berechnung der Kosten für die untersuchten Varianten. Allerdings bereitete die Zuordnung der im Gelände ausgeführten Arbeiten zu den in der Datei aufgeführten Arbeitsschritten bei alternativen Verfahren teilweise Schwierigkeiten. So ist bspw. die Heumulchsaat nicht in der Datei enthalten. Für diese Variante wurden die Kosten von dem Arbeitsverfahren „Ausbringung von organischem Material auf Ackerflächen“ übernommen. Ein weiterer Nachteil der Kostendatei ist ihr Alter. Da sie auf Daten beruht, die mindestens acht Jah-

re alt sind, können die mit ihrer Hilfe ermittelten Kosten nur begrenzt einen Anhaltspunkt für die derzeitige Praxis liefern. Sie dienen vor allem Vergleichszwecken. Heutige Kosten liegen wahrscheinlich unter den in dieser Arbeit berechneten, da seitdem von einem Preisverfall auszugehen ist.

Bei der Auswertung und Interpretation der Daten bewährte sich die Nutzung der erstellten Access-Datenbank. Diese erleichterte die Verwaltung der großen Datenmengen und beschleunigte durch die Nutzung von Abfragen die Auswertungen zu Kennarten, Degenerationszeigern und Problemarten. Unsicherheiten bei der Interpretation könnten durch eine nicht vollständig bekannte Pflegegeschichte der Flächen bedingt sein. Bei den in dieser Arbeit betrachteten Flächen kann diese Unsicherheit allerdings ausgeschlossen werden, da die Pflege der Flächen hinreichend rekonstruiert werden konnte.

Bei der Auswertung der Daten fällt die stets geringe Punktzahl bei dem Bewertungskriterium Kennarten auf. Diese Ergebnisse sind vor allem mit ungeeigneten Erstinstandsetzungsmethoden zu begründen. Zudem kann auch das geringe Alter der untersuchten Flächen eine Rolle spielen (besonders bei der Selbstberasung). Wie das Beispiel Heublumensaat (vgl. Kap. 4.4.3) jedoch zeigt, ist bei einer entsprechend guten Bewertung der anderen Kriterien auch bei einer geringen Punktzahl des Kriteriums Kennarten bereits drei Jahre nach der Umsetzung der Maßnahmen eine gute Effektivität erreichbar. Aufgrund des hohen Entwicklungspotenzials der Variante Heublumensaat kann ein Anstieg von Anzahl und Häufigkeit der Kennarten in den Folgejahren prognostiziert werden, was sich wiederum in der Effektivitätsbewertung niederschlagen würde.

Eine weitere Verfeinerung des verwendeten Bewertungsschemas könnte durch eine unterschiedliche Gewichtung der einzelnen Punktwerte bei der Berechnung des Wertes für die Effektivität erreicht werden. Auf diese Weise könnte auch eine stärkere oder schwächere Berücksichtigung des Entwicklungspotenzials gegenüber der Biotopausprägung erfolgen. Voraussetzung für die sinnvolle Festlegung der einzelnen Gewichte ist jedoch eine größere Datenbasis (Maßnahmenanzahl). Somit bleibt die Einführung von individuell gewichteten Punktwerten zukünftigen Arbeiten vorbehalten.

Bei der Ableitung von Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen für zukünftige Planungen war die Einbeziehung von Ergebnissen aus der Literatur unumgänglich, da in Sachsen-Anhalt Grünland vor allem mittels Ansaat etabliert wird und alternative Verfahren unterrepräsentiert sind. Die Literaturauswertung konnte nur verbal-argumentativ erfolgen, da sich die Erfassungs- und Bewertungsmethoden bei den unterschiedlichen Untersuchungen voneinander unterschieden.

Die Übertragbarkeit des entwickelten und in Kap. 3 dargestellten methodischen Ansatzes auf andere Naturräume ist grundsätzlich gegeben. Die Auswahl der Kennarten, Degenerationszeiger und Problemarten ist jedoch naturraumspezifisch anzupassen. Bei der Zusammenstellung der Problemarten ist zudem die verwendete Saatgutmischung zu berücksichtigen (gebietsfremde Arten).

Die Ausweitung der prinzipiellen methodischen Vorgehensweise auf andere Maßnahmentypen ist ebenfalls möglich. Die Bewertung ist jedoch zu modifizieren, da bei jedem Maßnahmentyp andere Bewertungskriterien relevant sind (z.B. bei Wäldern: Waldinnen- und Waldrandstruktur).

Somit ist der entwickelte methodische Ansatz für die Durchführung von Effizienkontrollen hinreichend für den Einsatz in der Praxis geeignet. Vor dem Hintergrund knapper öffentlicher Mittel sollte er jedoch auch möglichst effizient sein. Die notwendigen Erfassungen für die Bewertung der Effektivität beschränken sich daher bewusst auf Flora und Struktur. Durch den Verzicht auf aufwändige faunistische Erhebungen und die Wahl einer Aufnahmemethode, mit der bei geringem Zeit- und Personalaufwand vergleichsweise große Flächen aufgenommen werden können, wurde der Aufwand im Gelände minimiert. Die Methoden wurden zudem so gewählt, dass sie leicht mit den bei der Pflege- und Funktionskontrolle nach TISCHEW et al. (im Druck) zu nutzenden verbunden werden können. Pflege- und Funktionskontrollen sind bei Kompensationsmaßnahmen von Straßenbauvorhaben gemäß FGSV (2003) vorgesehen und werden auch für Kompensationsmaßnahmen anderer Vorhabensträger seit längerem gefordert und diskutiert. Sowohl bei der Durchführung einer Pflege- und Funktionskontrolle als auch einer Effizienzkontrolle ist eine komplette Begehung der Fläche für die Erfassung floristischer und struktureller Kriterien notwendig. Damit ist die Möglichkeit gegeben, die für Effizienzkontrollen notwendigen Geländeerfassungen ohne größeren Aufwand gemeinsam mit Pflege- und Funktionskontrollen durchzuführen.

Die Auswertung und Archivierung der Daten kann, wie oben ausgeführt durch die Nutzung einer Access-Datenbank erheblich vereinfacht und beschleunigt werden. Nach Aufbau einer geeigneten Datenbank ist der Zeitaufwand für die Auswertung der Daten minimal, da diese automatisiert erfolgen kann. Zudem ist im Gegensatz zu Excel die Verarbeitung größerer Datenmengen praktikabel möglich.

Anders als bspw. bei standardmäßig durchzuführenden Herstellungs- sowie Pflege- und Funktionskontrollen, die in erster Linie der Kontrolle der plan- und fachgerechten Umsetzung der Maßnahme und ihrer Entwicklung dienen, müssen Effizienzkontrollen nicht bei jeder Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahme durchgeführt werden. Effizienzkontrollen dienen im Gegensatz zu den vorgenannten Kontrollen vor allem der Ableitung von Hinweisen für zukünftige Maßnahmen und somit dem Erkenntnisfortschritt. Daher ist es ausreichend, wenn sie bei einer repräsentativen Anzahl von Maßnahmen jeder angewandten Erstinstandsetzungs- und Pflegevariante durchgeführt werden. Darüber hinaus kann für einzelne Fragestellungen die Anlage und Betreuung von Versuchen im Rahmen von Forschungsprojekten sinnvoll sein (vgl. auch Kap. 6).

Bei zukünftigen Kontrollen in anderen Bundesländern kann nicht davon ausgegangen werden, dass sich alle denkbaren Verfahren und Verfahrenskombinationen gleichzeitig untersuchen lassen. Die Kenntnisse zu deren Effektivität und Effizienz müssen daher stetig gesammelt und nachvollziehbar dokumentiert werden. Dadurch können unnötige Doppelbewertungen vermieden werden.

Nicht zuletzt kann durch die Nutzung der mittels Effizienzkontrollen gewonnenen Kenntnisse bei zukünftigen Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahmen die Umsetzung aufwändiger und kostspieliger Nachbesserungsmaßnahmen vermieden werden. Im Fall von Kompensationsmaßnahmen ist bei einer zielkonformen Entwicklung der Maßnahmen zudem eine geringere Kontrolldichte bei den Pflege- und Funktionskontrollen notwendig (vgl. TISCHEW et al. im Druck).

6 Ausblick

Der empirische Teil der vorliegenden Arbeit hat gezeigt, dass die bisher am häufigsten angewandten Varianten zur Etablierung von mesophilem Grünland überwiegend nicht effektiv und effzient sind. Die Ableitung von Hinweisen zur Umsetzung zukünftiger Maßnahmen stützt sich daher auch auf Literaturauswertungen. Die praxisbezogenen Hinweise sollten jedoch durch Untersuchungen weiterer Erstinstandsetzungs- und Pflegevarianten (z.B. im Rahmen weiterer Kontrollen) in Sachsen-Anhalt stetig ergänzt und korrigiert werden. Von besonderem Interesse ist dabei die Einbeziehung der in der Literatur als effektiver beschriebenen alternativen Begrünungsverfahren sowie von Kombinationen verschiedener Verfahren (z.B. zeitlich gestaffelte Verfahren). In diesem Zusammenhang kann auch die Anlage von Versuchen im Rahmen von Forschungsprojekten sinnvoll sein. Die Versuche ermöglichen den Vergleich mehrerer, unter Umständen neuer Varianten unter gleichen Rahmenbedingungen. In den Versuchen sollte auch der Selbstberasung stärkere Bedeutung zugemessen werden, da diese in der Praxis zu guten Erfolgen geführt hat. Um Aussagen über die langfristige Entwicklung unterschiedlich behandelter Flächen zu erhalten, sollten die Versuche auf einen Zeitraum von über 10 Jahren angelegt sein. Dies ist besonders für die Identifikation von Varianten von Bedeutung, die keine schnelle Anfangsentwicklung bedingen, langfristig jedoch stabile und zielbiotoptypische Bestände begründen können (z.B. Selbstberasung). Neben der Einbeziehung weiterer Varianten ist auch die Ausdehnung der Untersuchungen auf weitere Grünlandbiotoptypen von Interesse.

Eine Übertragung der prinzipiellen methodischen Vorgehensweise auf andere häufige Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahmen ist ebenfalls empfehlenswert, da hier zum einen Potenziale zur Effektivitätssteigerung zu vermuten sind. Zum anderen stehen bei häufigen Maßnahmen i.d.R. genügend Untersuchungsflächen zur Verfügung, die für den Vergleich der Effizienz verschiedener Verfahren herangezogen werden können. Seltene Maßnahmen (z.B. für Schutz oder Ansiedlung bestimmter Arten) werden hingegen meist ohnehin von Untersuchungen begleitet, die deren Effektivität gewährleisten sollen. Zudem ist aufgrund der Singularität derartiger Maßnahmen in den meisten Fällen kein Vergleich verschiedener Varianten möglich.

Die Nutzung eines einfachen Auswertungsprogrammes, welches aus den eingegebenen Daten automatisch die Punktwerte für die Bewertungskriterien berechnet, kann den Zeitaufwand für diese Untersuchungen verringern. Die Entwicklung eines solchen Programmes war nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Durch die Verwaltung der Daten in einer Access-Datenbank wurden jedoch die Grundlagen für eine automatisierte computergestützte Auswertung gelegt.

Ein Grund für die seltene Anwendung von alternativen, mit gebietsheimischem Pflanzenmaterial arbeitenden Begrünungsverfahren ist die ungenügende Verfügbarkeit von gebietsheimischem Material. Dem kann bspw. durch die Erstellung von Spenderflächenkatastern entgegengewirkt werden. Diese sollen dazu dienen, die Verfügbarkeit von gebietsheimischem Pflanzenmaterial für zukünftige Begrünungsmaßnahmen rationell zu

prüfen, zügig auf die entsprechenden Flächen zuzugreifen und eine schnelle Abwicklung des gesamten Projektes zu gewährleisten. Die Kataster sollten Informationen zur Lage, Erreichbarkeit, Biotopausstattung und Verfügbarkeit des Materials der Spenderflächen enthalten.

Auf der Kostenseite besteht ebenfalls Forschungsbedarf. So würden aktuelle, nach Möglichkeit regionale Kostendateien, welche auch neue Verfahren berücksichtigen, die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Begrünungsvarianten deutlich erleichtern und transparenter gestalten.

Trotz des aufgezeigten Forschungsbedarfs kommen die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse direkt der Praxis zugute. In naher Zukunft sind in Sachsen-Anhalt weitere Bauvorhaben geplant, bei denen wahrscheinlich auch mesophile Grünländer etabliert werden werden (z.B. Neubau der BAB 143, Verlängerung der BAB 14). Weitere Anwendungsmöglichkeiten bieten sich im Zusammenhang mit zukünftigen Ökokontoflächen, bei denen die Etablierung mesophiler Grünländer ebenfalls sehr wahrscheinlich ist.

Bei der Interpretation der Ergebnisse von Effizienzkontrollen ist stets zu beachten, dass ein gegebenes Ziel mit möglichst geringem Mitteleinsatz erreicht und nicht eine gegebene Geldsumme möglichst effizient eingesetzt werden soll. Im Mittelpunkt der Effizienzbestrebungen muss daher immer das jeweilige naturschutzfachliche Ziel und nicht allein die Kostenreduktion stehen.

7 Verzeichnisse

7.1 Literaturverzeichnis

ABEL, D. (1999): Effizienzkontrolle von Kompensationsmaßnahmen anhand von Beispielen aus Planfeststellungsbeschlüssen zum Ausbau des Mittellandkanals. Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) (Hrsg.), BFG-Mitteilungen 18.

AG BODEN (1996): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Auflage, Nachdruck, Hannover.

ALTMOOS, M. (1997): Ziele und Handlungsrahmen für regionalen zoologischen Artenschutz - Modellregion Biosphärenreservat Rhön. HGON, Echzell.

ANDERES, K., PROCHNOW, A., FÜRSTENAU, S., SEGERT, A., ZIERKE, I. (2003): Offenlandmanagement durch kontrolliertes Brennen aus sozioökonomischer Perspektive. Naturschutz und Landschaftsplanung 35 (8): 242-246.

ARBEITSGEMEINSCHAFT „NATURSCHUTZ“ DER LANDESUMWELTMINISTERIEN (LANA) (2001): Beschluss der Arbeitsgemeinschaft „Naturschutz” der Landesumweltministerien auf der 81. Sitzung (September 2001 in Pinneberg) „Mindestanforderungen für die Erfassung und Bewertung von Lebensräumen und Arten sowie die Überwachung“, http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/030306_lana.pdf

AUHAGEN, A., ERMER, K., MOHRMANN, R. (2002): Landschaftsplanung in der Praxis. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

BAKKER, J. P., POSCHLOD, P., STRYKSTRA, R. J., BEKKER, R. M., THOMPSON, K. (1996): Seed banks and seed dispersal: Important topics in restoration ecology. Acta Botanica Neerlandica 45 (4): 461-490.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) (Hrsg.) (1998): Kostendatei für Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Merkblätter zur Landschaftspflege und zum Naturschutz 5, Eigenverlag, München.

BEIERKUHNLEIN, C., SCHRÖDER, B., JURASINSKI, G., RAMAN, D., LEMKE, D., WEHLAN, T. (2002): Erfolgskontrolle von Ersatzmaßnahmen zur 380kV-Leitung Redwitz-Remptendorf. Vegetationskundliche und faunistische Erfassungen. Abschlussbericht im Auftrag der Regierung von Oberfranken, unveröff.

BERG, A. (2001): Erfolgskontrollen von Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen von Magerrasenbiotopen am Beispiel zweier Kompensationsflächen des Straßenbauvorhabens A 14, Diplomarbeit an der Hochschule Anhalt (FH), unveröff.

BERNHARDT, K.-G., BROCKMANN, I., SPITZER, M. (1995): Vergleich der Entwicklung der sichtbaren Vegetation und des Diasporenvorrates im Boden von Dauerquadraten mittels feinanalytischer Methoden. Tuexenia 15: 347-366.

BIEWER, H. & P. POSCHLOD (1995): Wiedervernässung und Wiederherstellung artenreicher Feuchtwiesen im Naturschutzgebiet „Südliches Federseeried“ (vegetationskundlicher Teil). Standortbeschreibung und Maßnahmen zur Ansiedlung von Arten. Veröff. PAÖ 12, Landesamt für Umweltschutz Karlsruhe: 251-269.

BISCHOFF, A. (2000): Untersuchungen zur Wiederbesiedlung von Agrarökosystemen nach Nutzungsextensivierung am Beispiel von Pflanzenarten des Auengrünlandes. Agrarspectrum München 31: 108-120.

BISCHOFF, A. (2001): Die Ausbreitung von Pflanzenarten in der Kulturlandschaft und ihre Bedeutung für Renaturierungsprozesse. In: BRÖRING, U. & G. WIEGLEB: Tagungsband "Renaturierungsökologie" der Gesellschaft für Ökologie (GfÖ), Burg (Spreewald), 2001. http://www.tu-cottbus.de/BTU/Fak4/Umwoek/Publikationen/ar_online.html: 66-78.

BISCHOFF, A. (2002): Dispersal and establishment of floodplain grassland species as limiting factors in restoration. Biological Conservation 104: 25-33.

BISCHOFF, A. (2005): Analysis of weed dispersal to predict chances of re-colonisation. Agriculture, Ecosystems and Environment 106: 377-387.

BISCHOFF, A. & H. MUELLER-SCHAERER (2005): Biodiversität durch Einsaat ökologischer Ausgleichsflächen - die Bedeutung der Saatgutherkunft. Hotspot 11: 17.

BLAB, J. (1993): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. 4. Auflage. Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie (Hrsg.), Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 24, Bonn Bad Godesberg.

BLAB, J., SCHRÖDER, E., VÖLKL, W. (Hrsg.) (1994): Effizienzkontrollen im Naturschutz. Kilda Verlag Bonn.

BÖCKER, R. & A. KOHLER (1997): Kosten und Nutzen von Rekultivierungsmaßnahmen. In: UNIVERSITÄT HOHENHEIM (1997) Abbau von Bodenschätzen und Wiederherstellung der Landschaft. 29. Hohenheimer Umwelttag am 31.Januar 1997. Reihe Hohenheimer Umwelttagung 29, Hohenheim: 47-64.

BÖHM, E., HILLENBRAND, T., LIEBERT, J., SCHLEICH, J., WALZ, R. (2002): Kosten-Wirksamkeitsanalyse von nachhaltigen Maßnahmen im Gewässerschutz. Forschungsbericht 12, Umweltbundesamt, Berlin.

BOSSARD, A. (1999): Renaturierung artenreicher Wiesen auf nährstoffreichen Böden. Ein Beitrag zur Optimierung der ökologischen Aufwertung der Kulturlandschaft und zum Verständnis mesischer Wiesen-Ökosysteme. Dissertationes Botanicae Band 303, Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

BOSSARD, A. (2000): Blumenreiche Heuwiesen aus Ackerland und Intensivwiesen: eine Anleitung zur Renaturierung in der landwirtschaftlichen Praxis. Naturschutz und Landschaftsplanung 32 (6): 161-171.

BRANDT, J. (1996): Praktische Grünlandbewirtschaftung. Nutzungsregime, Folgen für den Pflanzenbestand und Nutzergruppen. Naturschutz und Landschaftsplanung 28 (6): 185-188.

BRIEMLE, G. (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht. Beihefte Veröffentlichungen Naturschutz Baden-Würtemberg, Karlsruhe.

BRIEMLE, G. (1994): Extensiv-Grünland unmittelbar nach langjähriger Ackerphase? Ergebnisse aus einem Feldversuch. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 35: 345-357.

BRIEMLE, G. (1998): Aulendorfer Extensivierungsversuch: Ergebnisse aus 10 Jahren Grünlandausmagerung. Landinfo 8: 1-7.

BRIEMLE, G. (1999): Auswirkungen zehnjähriger Grünlandausmagerung. Vegetation, Boden, Biomasseproduktion und Verwertbarkeit der Aufwüchse. Naturschutz und Landschaftsplanung 31 (8): 229-237.

BRIEMLE, G. (2000): Ansprache und Förderung von Extensivgrünland. Neue Wege zum Prinzip der Honorierung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft in Baden-Würtemberg. Naturschutz und Landschaftsplanung 32 (6): 171-175.

BRIEMLE, G., KUNZ, H.-G., MÜLLER, A. (1987): Zur Mindespflege der Kulturlandschaft insbesondere von Brachflächen aus ökologischer und ökonomischer Sicht. Veröffentlichungen Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Würtemberg 62: 141-160.

BRIEMLE, G. & K.-F. SCHREIBER (1994): Zur Frage der Beeinflussung pflanzlicher Lebens- und Wuchsformen durch unterschiedliche Landschaftspflegemaßnahmen. Tuexenia 14: 229-244.

BRUELHEIDE, H. (1995): Die Grünlandgesellschaften des Harzes und ihre Standortbedingungen. Mit einem Beitrag zum Gliederungsprinzip auf der Basis von statistisch ermittelten Artengruppen. Dissertationes Botanicae Band 244, Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

BRUELHEIDE, H. & T. FLINTROP (1999): Die Verpflanzung von Bergwiesen im Harz. Eine Erfolgskontrolle über fünf Jahre. Naturschutz und Landschaftsplanung 31 (1): 5-12.

BÜHL, A. & P. ZÖFEL (2000): SPSS Version 10. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. 7. überarbeitete und erweiterte Auflage. Addison Wesley Verlag, München.

BULLOCK, J. M. & R. T. CLARKE (2000): Long distance seed dispersal by wind: measuring and modelling the tail of the curve. Oecologia 4 (124): 506-521.

BULLOCK, J. M., MOY, I. L., COULSON, S. J., CLARKE, R. T. (2003): Habitat-specific dispersal: environmental effects on the mechanisms and patterns of seed movement in a grassland herb Rhinanthus minor. Ecography 26 (5): 692-704.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU- UND WOHNUNGSWESEN (BMVBW) (1999): Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege beim Bundesfernstraßenbau (HNL-S 99). Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund.

CAMPELL, D.R., ROCHEFORT, L., LAVOIE, C. (2003): Determining the immigration potential of plants colonizing disturbed environments: the case of milled peatlands in Quebec. Journal of Applied Ecology 40: 78-91.

COULSON, S. J., BULLOCK, J. M., STEVENSON, M. J., PYWELL, R. F. (2001): Colonization of grassland by sown species. Dispersal microsite limitation in responses to management. Journal of Applied Ecology 38: 204-216.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

DIERSCHKE, H. & G. BRIEMLE (2002): Kulturgrasland: Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

DIERßEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

DIERßEN, K. (1994): Was ist Erfolg im Naturschutz? In: BLAB, J., SCHRÖDER, E., VÖLKL, W. (Hrsg.) (1994): Effizienzkontrollen im Naturschutz. Kilda Verlag Bonn: 9-23.

DIERßEN, K. & H. RECK (1998): Konzeptionelle Mängel und Ausführungsdefizite bei der Umsetzung der Eingriffsregelung im kommunalen Bereich. Naturschutz und Landschaftsplanung 30 (11): 341-345.

DRACHENFELS, O. V. (2004): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der nach §28a und §28b NNatG geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2004. Naturschutz Landschaftspflege Niedersachsen A/4, Hildesheim.

DRACHENFELS, O. V., BEUTLER, H., HÜBNER, T., LUDWIG, G., NEUKIRCHEN, M., SCHRÖDER, E., VISCHER-LEOPOLD, M., WAGNER, M., WARNKE-GRÜTTNER, R. (2005): Empfehlungen zur Bewertung des Erhaltungszustandes der FFH-Lebensraumtypen: Moore und Heiden. Natur und Landschaft 80 (11): 484-499.

ECKHARDT, S. (im Druck): Erfolgskontrollen von Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen von Grünländern am Beispiel von Kompensationsflächen des Straßenbauvorhabens BAB14 und die Entwicklung eines Kontrollverfahrens. Diplomarbeit an der Hochschule Anhalt (FH).

EGGER, M. & G. ROTH (1999): Kosten und Nutzen von Natur und Landschaftsschutz - Konula, eine Methode zur finanziellen Bewertung von Schutzmaßnahmen im Verkehr. Bulletin SEV/VSE 23: 33-36.

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

ENGELHARDT, J. (2004): Artenarme Ansaaten bleiben lange artenarm - Plädoyer für autochthone Begrünungen. Naturschutz und Landschaftsplanung 36 (5): 156.

FORSCHUNGSVERBUND BRAUNKOHLENFOLGELANDSCHAFTEN MITTELDEUTSCHLANDS (FBM) (1999): Konzepte für die Erhaltung, Gestaltung und Vernetzung wertvoller Biotope und Sukzessionsflächen in ausgewählten Tagebausystemen. Abschlussbericht, unveröff.

FORSCHUNGSVERBUND LANDSCHAFTSENTWICKLUNG MITTELDEUTSCHES BRAUNKOHLENREVIER (FLB) (2003): Analyse, Bewertung und Prognose der Landschaftsentwicklung in Tagebauregionen des Mitteldeutschen Braunkohlenreviers. BMBF-FKZ: 0339747. Abschlussbericht, unveröff.

FEICKERT, U. & J. KÖPPEL (1993): Können (fiktive) Wiederherstellungskosten von Biotopen plausibel und zuverlässig ermittelt werden? Natur und Landschaft 71 (2): 51-58.

FEICKERT, U., KÖPPEL, J., UFER, C., SCHLESINGER, B., BOSCH, C., V. WEIZSÄCKER, G. V. (1993): Faktische Grundlagen für die Ausgleichsabgabenregelung (Wiederherstellungskosten). UFOPLAN des BMU 1992, F+E Vorhaben 10801151.

FIX, K. & P. POSCHLOD (1993): Extensivierung von Grünlandstandorten am Beispiel Wackershofen (Landkreis Schwäbisch Hall) - Bedeutung von Nährstoffstatus und Diasporenbank. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 22: 39-45.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E.V. (FLL) (1999): Empfehlungen für besondere Begrünungsverfahren. Bonn.)

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN (FGSV) (1996): Richtlinien für die Anlage von Straßen. Teil Landschaftspflege, Abschnitt 1: Landschaftspflegerische Begleitplanung (RAS-LP 1), ARS Nr. 26 vom 10. Dezember 1996, StB 11/14.87.02-05/50Va96, VkBl. 1997, FGSV 293/1.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (FGSV) (2003): Hinweise zur Umsetzung landschaftspflegerischer Kompensationsmaßnahmen beim Bundesfernstraßenbau. FGSV-Verlag, Köln.

FRANK, D. (1985): Floren- und Vegetationsstruktur eines repräsentativen Ausschnittes der intensiv genutzten Agrarlandschaft nördlich Halle (Saale). Diplomarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, unveröff.

FROMM, O. & R. BRUEGGEMANN (1999): Ökonomische Ansätze zur Ökosystembewertung am Beispiel des Bodens. Teil 1: Der Boden aus ökologischer, ökonomischer und ökologisch-ökonomischer Sicht. Umweltwissenschaften und Schadstoff Forschung 2 (11): 119-124.

GOOD, J.E.G., WALLACE, H.L., STEVENS, P.A., RADFORD, G.L. (1999): Translocation of herb-rich grassland from a site in Wales prior to opencast coal extraction. Restoration Ecology 7: 336-347.

Gfl (2000): Entwicklungszielkontrolle zu Kompensationsmaßnahmen für Straßenbauprojekte. Schriftenreihe Straße, Landschaft, Umwelt 10, Köln.

GLAVAC, V. (1996): Vegetationsökologie. G. Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.

GROSSE, E. (1983): Anthropogene Florenveränderungen in der Agrarlandschaft nördlich von Halle (Saale). Hercynia N. F., Leipzig 22: 129-172.

GRÜNBAUER, G., PFADENHAUER, J., MÜLLER-STARCK, G. (1999): Genetische Variation bei Wildpflanzen: Einfluß der Fragmentation auf Populationen von Succisia pratensis. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 29: 425-436.

HACKER, E. & A. HILLER (2003): Herkunftsproblematik bei krautigen Pflanzen - Regiosaatgut als Perspektive für die Einführung eines bundesweiten Mindeststandards. In: RIEDL, U. (2003): Autochthones Saat- und Pflanzgut. Ergebnisse einer Fachtagung. BfN Skripten 96, Landwirtschaftsverlag Bonn-Bad Godesberg: 55-61.

HAEUPLER, H. & E. GARVE (1983): Erfassung von Pflanzenarten in Niedersachsen. Göttinger floristische Rundbriefe 17: 63-99.

HAMPICKE, U. (1990): Ökologische und ökonomische Probleme der Grünlandextensivierung. Naturschutz in Nordhessen 11: 31-46.

HAMPICKE, U. (1991): Naturschutz-Ökonomie. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

HANDKE, K., KUNDEL, W., RIESNER-KABUS, M. (1996): 12jährige Erfahrungen mit Erfolgskontrollen bei der Eingriffsregelung in der Bremer Wesermarsch. UVP-report 5: 202-207.

HANDKE, K., MÜLLER, H.-U., RIESNER-KABUS, M., SCHREIBER, K.-F. (1999): Erfolgskontrolle zu Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für das Güterverkehrszentrum Bremen in der Wesermarsch. 10 Jahre Begleituntersuchungen zu Grünlandextensivierung, Vernässung und Gewässerneuanlage. Arbeitsber. Landschaftsökologie Münster, zugl. Mitt. Landschaftsökol. Forschungsstelle Bremen 19.

HASSMANN, H. (2000): Anforderungen an Sicherung, Pflege und Kontrolle von landschaftspflegerischen Maßnahmen an Straßen. Informationen des Naturschutz Niedersachsen 20 (3): 127-132.

HASSMANN, H. (2001): Erhaltung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen: Anforderungen an Pflege und Kontrolle aus Sicht der Straßenbauverwaltung. In: SCHUBERT, S. (Bearb.) (2001): Nachkontrollen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. BfN-Skripten 44: 102-115.

HEILINGER, K. & FLORINETH, F. (2003): Qualitätsprüfung von nicht gezüchtetem Saatgut. Rasen Turf Gazon 3: 56-66.

HEIßENHUBER, A., PFADENHAUER, J., MUNCH, J. C. (2002): Vertikale Integration und Bewertung nachhaltiger Nutzung von Agrarlandschaften. FAM-Jahresbericht 2001, unveröff.

HIGGINS, S.I., NATHAN, R., CAIN, M.L. (2003): Are long distance dispersal events in plants usually caused by nonstandard means of dispersal? Ecology 84 (8): 1945-1956.

HILLER, A. & E. HACKER (2001): Ingenieurbiologie und die Vermeidung von Florenverfälschungen - Lösungsansätze zur Entwicklung von Regiosaatgut. Mitteilungen der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V. 18: 16-42.

HÖGEL, C. (1991): Vegetationskundliche Analyse und Kartierung im Mansfelder Seengebiet. Dissertation an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fakultät für Naturwissenschaften.

HÖLZEL, N. & A. OTTE (2003): http://www.uni-giessen.de/stromtalwiesen/paper/paper4.pdf. Applied Vegetation Science 6: 131-140.

HÜBNER, T., PARDEY, A., RÖÖS, M., SCHIFFGENS, T., VERBÜCHELN, G. (2004): Bewertung der Erhaltungszustände von FFH-Lebensraumtypen. Ein Beitrag zur Berichtspflicht in Nordrhein-Westfalen. LÖBF-Mitteilungen 3: 59-62.

HUFFORD, K.M. & S. J. MAZER (2003): Plant genotypes: genetic differentiation in the age of ecological restoration. Trends in Ecology and Evolution 18 (3): 147-155.

HUNDT, R. (1955): Die Grünlandgesellschaften an der Elbe, Saale und Mulde. Dissertation an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fakultät für Naturwissenschaften.

HUNDT, R. (1964): Die Bergwiesen des Harzes, Thüringer Waldes und Erzgebirges. Gustav Fischer Verlag, Jena.

HUNDT, R. (1966): Ökologisch-geobotanische Untersuchungen an Pflanzen der Mitteleuropäischen Wiesenvegetation. Gustav Fischer Verlag, Jena.

HUNDT, R. (O.J.): Die Wiesenvegetation in der Nutheniederung bei Nedlitz, Grimme und Polenzko. unveröff.

ILIJANIK, L., TOPIC, J., SEGULJA, N. (1985): Meadow-sucession experiment on the permanent plots in Botanical Garden in Zagreb. In: SCHREIBER, K.-F. (Hrsg.) (1985): Sukzession auf ehemaligen Grünlandbrachen. Vorträge der Arbeitsgruppe "Sukzessionsforschung auf Dauerflächen" in der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde (IVV) in Stuttgart-Hohenheim 1984. Münstersche geographische Arbeiten, Ferdinand Schöningh Verlag Paderborn: 69-80.

JÄGER, E. J. & K. WERNER (2002): Rothmaler, Exkursionsflora von Deutschland, Bd. 4, Gefäßpflanzen: Kritischer Band. 9. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin.

JANSSEN, L. & L. KORNHER (1993): Etablierung von Weißklee in Weidennarben über Auspflanzung autochthoner Ökotypen. Mitteilungen Gesellschaft Pflanzenbauwissenschaften 6: 81-84.

JERRAM, R. (1993): Five years of monitoring grassland transplantation at Potatopot, West Cumbria. English Nature 36.

JESSEL, B., RUDOLF+BACHER, U-PLAN (2001): Erfolgskontrolle in der Eingriffsregelung. Handlungsanleitung für Erfolgskontrollen. Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (Hrsg.), http://www.mlur.brandenburg.de/n/erfolgsk.pdf.

JOOß, R. (2004): Ermittlung von Habitatpotenzialen für Zielartenkollektive der Fauna - Expertensysteme und empirische Ansätze im Landschaftsmaßstab. In: DORMANN, C. F., BLASCHKE, T., LAUSCH, A., SCHRÖDER, B., SÖNDGERATH, D. (2004): Habitatmodelle - Methodik, Anwendung, Nutzen. UFZ-Skripten 9, Leipzig: 151-167.

KÄCHELE, H. (1999): Auswirkungen großflächiger Naturschutzprojekte auf die Landwirtschaft. Ökonomische Bewertung der einzelbetrieblichen Konsequenzen am Beispiel des Nationalparks Unteres Odertal. Agrarwirtschaft, Buchedition AgriMedia, Bergen(Dumme).

KÄNZIG-SCHOCH, U. (2003): Gewinnung und Verwendung standortgerechter Pflanzen in der Schweiz. In: RIEDL, U. (Bearb.) (2003): Autochthones Saat- und Pflanzgut. Ergebnisse einer Fachtagung. BfN Skripten 96, Landwirtschaftsverlag, Bonn-Bad Godesberg: 48-53.

KÄSTNER, A. (1988): Vegetation und Flora des Kreises Köthen. Monographie aus dem Naumann Museum.

KANTELHARDT, J. & H. HOFFMANN (2001): Ökonomische Bewertung landschaftsökologischer Auflagen für die Landwirtschaft - dargestellt am Beispiel Donauried. Berichte über Landwirtschaft 79 (3): 415-436.

KELLER, M. & J. KOLLMANN (1998): Bedeutung der Herkunft von Saatgut. Untersuchungen an Buntbrachen und anderen ökologischen Ausgleichsflächen. Naturschutz und Landschaftsplanung 30 (3): 101-106.

KIRMER, A. (2003): Mähgutauftrag und Mulchdecksaat als alternative Methoden zur Einleitung einer Vegetationsentwicklung im Tagebau Roßbach - Erste Ergebnisse. In: AKADEMIE DER SÄCHSISCHEN LANDESSTIFTUNG NATUR UND UMWELT (Hrsg.): Naturschutz in Bergbauregionen: Braunkohlenbergbau - eine Chance für den Naturschutz. Tagungsband. Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt: 150-156.

KIRMER, A. (2004): Methodische Grundlagen und Ergebnisse initiierter Vegetationsentwicklung auf xerothermen Extremstandorten des ehemaligen Braunkohlentagebaus in Sachsen-Anhalt. Dissertationes Botanicae Band 385, Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

KIRMER, A. & S. TISCHEW (2006): Handbuch Naturnahe Begrünung von Rohböden. B.G. Teubner Stuttgart [u.a.].

KLEINKE, J. (1964): Ackerunkraut- und Wiesengesellschaften der Fuhne-Niederung. Diplomarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, unveröff.

KLINGENSTEIN, F. & D. EBERHARDT (2003): Heimisches Saat- und Pflanzgut aus Sicht des Naturschutzes auf Bundesebene. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Autochthones Saat- und Pflanzgut. Ergebnisse einer Fachtagung. BfN-Skripten 96: 18-24.

KNÖDLER, C. & W. O. V. BOBERFELD (2002): Auswirkungen verschiedener Umweltfaktoren auf die Keimung von Extensivrasenarten. Rasen Turf Gazon 3: 64-67.

KÖHLER, W., SCHACHTEL, G., VOLESKE, P. (2002): Biostatistik. 3. Auflage, Springer Verlag Berlin.

KÖGL, H. & H.-F. PIOTRASCHKE (2003): Management von Naturschutzflächen mit Hilfe einer Internet-Datenbank. In: INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK BORNIM E.V. (ATB) (2003): Sozioökonomische Aspekte zu Perspektiven des Offenlandmanagements. Bericht aus den sozioökonomischen Forschungen der BMBF-geförderten Verbundvorhaben des Förderschwerpunktes Biotop- und Artenschutz / Integrierte Naturschutzforschung (01LN), Bornimer Agrartechnische Berichte 33.

KÖPPEL, J. & B. DEIWICK (2005): Leitfaden zur Bewertung und Bilanzierung von Eingriffen im Land Berlin. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (Hrsg.), http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bbe/

KÖPPEL, J., FEICKERT, U., STRASSER, H., SPANDAU, L. (1998): Praxis der Eingriffsregelung. Schadensersatz an Natur und Landschaft. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

KÖPPEL, J., PETERS, W., WENDE, W. (2004): Eingriffsregelung, Umweltverträglichkeitsprüfung, FFH-Verträglichkeitsprüfung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

KOWARIK, I. & B. SEITZ (2003): Perspektiven für die Verwendung gebietseigener („autochthoner“) Gehölze. In: SEITZ, B. & I. KOWARIK (Hrsg.): NEOBIOTA 2: 3-26.

KRAUSE, A. (1989): Rasenansaaten und ihre Fortentwicklung an Autobahnen - Beobachtungen zwischen 1970 und 1988. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Schriftenreihe für Vegetationskunde 20.

KRUMBIEGEL, A. (1986): Floristische Untersuchungen im Gebiet der Fuhneaue zwischen Gröbzig und Zehbitz (Saalkreis, Kreis Köthen und Bitterfeld). Diplomarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, unveröff.

KRUMBIEGEL, A., KLOTZ, S., OTTE, V. (1995): Die Vegetation junger Ackerbrachen in Mitteldeutschland. Tuexenia 15: 387-414.

KRUMBIEGEL, A., SCHMIDT, T., KLOTZ, S. (1998): Artenverschiebung und Einwanderungsprozesse an einer Brache-Trockenrasen-Grenze im Mitteldeutschen Trockengebiet. Tuexenia 18: 313-330.

KÜFOG (Hrsg.) (2001): Ökologische Begleituntersuchungen zur Beweissicherung und Erfolgskontrolle zum Projekt CT III - Jahresbericht 1999 (Daten und Ergebnisband). Gutachten im Auftrag der Hansestadt Bremischen Amtes Bremerhaven, unveröff.

KÜHN, N. (1997): Renaturierung artenarmer Glatthaferwiesen im Tertiärhügelland. AWI-Dissertationsdruck, München.

LABASCH, M. & A. OTTE (1999): Handlungsebenen und Aufgaben der naturschutzfachlichen Effizienzkontrolle. Teil 1 und 2. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 40 (1): 1-5.

LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (LAU) (Hrsg.) (2000): Karte der potentiellen Natürlichen Vegetation von Sachsen-Anhalt. Erläuterungen zur Naturschutz-Fachkarte M 1:200.000. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz, Sonderheft 1, Halle (Saale).

LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR NATURSCHUTZ, LANDSCHAFTSPFLEGE UND ERHOLUNG (LANA) (1996): Methodik der Eingriffsregelung. 3. Teil: Vorschläge zur bundeseinheitlichen Anwendung der Eingriffsregelung nach Paragraph 8 Bundesnaturschutzgesetz. Schriftenreihe. Länderarbeitsgemeinschaft für Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung, Ministerium für Umwelt, Baden-Württemberg, Stuttgart (Hrsg.).

LOISEAU, P., LOUAULT, F., LE ROUX, X., BARDY, M. (2005): Does extensification of rich grassland alter the C and N cycles, directly or via species composition? Basic and Applied Ecology 6: 275-287.

MAAS, D. & J. PFADENHAUER (1994): Effizienzkontrollen im Naturschutz - fachliche Anforderungen im vegetationskundlichen Bereich. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 40: 25-50.

MAURER, R., MARTI, F., STAPFER, A. (1997): Kontrollprogramm Natur und Landschaft Aargau. Konzeption und Organisation von Erfolgskontrolle und Dauerbeobachtung. Baudepartment des Kantons Aargau (Hrsg.): Grundlagen und Berichte zum Naturschutz 13, Aargau.

MEYER-AURICH, A. (2002): Agrarumweltindikatoren auf betrieblicher Ebene - Vergleich verschiedener Ansätze zur Bewertung der Umweltleistungen landwirtschaftlicher Betriebe. Tagungsband "Umweltindikatoren - Schlüssel für eine umweltverträgliche Land- und Forstwirtschaft am 24./25. Oktober 2002, Braunschweig.

MEYERHOFF. J. (1997): Ökonomische Bewertung von Feuchtgebieten. Umwelt-, Sozioökonomie im Forschungsprogramm Elbe-Ökologie - Dokumentation des Fachgesprächs: 60-69.

MEYERHOFF, J., PETSCHOW, U., SÖTE, B. (1995): Die Wirtschaftlichkeit des Projektes Deutsche Einheit, Nr. 17: Eine Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung der Kosten-Nutzen-Analyse der Bundesverkehrswegeplanung und ökologischer Folgekosten. Schriftenreihe des IÖW, Eigenverlag des IÖW, Berlin.

MÖRSDORF, S. & C. BAUR (1992): Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben “Pappelhof”. Jahresbericht 1991, Band 3: Nutzungsgeschichte, Landschaftsstruktur und Vegetation, Erfolgskontrolle der Methoden zur Anlage naturraumtypischer Biotope. Universität Stuttgart, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie.

MOLDER, F. (1990): Ökotypenanalyse an Wildkräuterarten in Hinsicht auf extensive Gras-Kräuter-Ansaaten. Zeitschrift für Vegetationstechnik 13: 68-74.

MOLDER, F. (1995): Vergleichende Untersuchungen mit Verfahren der oberbodenlosen Begrünung unter besonderer Berücksichtigung areal- und standortbezogener Ökotypen. Boden und Landschaft, Schriftenreihe zur Bodenkunde, Landeskultur und Landschaftsökologie 5. Justus-Liebig-Universität Gießen.

MOLDER, F. (2000): Gefährdung und Möglichkeiten zur Erhaltung der Biodiversität bei landschaftsbaulichen und Biotopentwicklungsmaßnahmen. Rasen Turf Gazon 3: 41-46.

MOLDER, F. (2002): Gefährdung der Biodiversität durch Begrünungen mit handelsüblichem Saat- und Pflanzgut und mögliche Gegenmaßnahmen. In: KOWARIK, I. & U. STARFINGER (Hrsg.): Biologische Invasionen. Herausforderung zum Handeln? NEOBIOTA 1: 299-308.

MOLDER, F. & W. SKIRDE (1993): Entwicklung und Bestandesdynamik artenreicher Ansaaten. Natur und Landschaft 68 (4): 173-180.

MÖNNECKE, M. & S. OTT (1999): Erfolgskontrolle örtlicher Landschaftsplanung - ein Vorschlag. Natur und Landschaft 74 (2): 47-51.

MORRISON, D.A., LE BROCQUE, A.F., CLARKE, P.J. (1995): An assessment of some improved techniques for estimating the abundance (frequency) of sedentary organisms. Vegetatio 120: 131-145.

MÜLLER, J. (2003): Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse als Instrument zum Management von Offenlandpflegemaßnahmen. In: INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK BORNIM E.V. (ATB) (2003): Sozioökonomische Aspekte zu Perspektiven des Offenlandmanagements. Bericht aus den sozioökonomischen Forschungen der BMBF-geförderten Verbundvorhaben des Förderschwerpunktes Biotop- und Artenschutz / Integrierte Naturschutzforschung (01LN), Projektträger Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Bornimer Agrartechnische Berichte 33, Potsdam-Bornim: 45-57.

MULROY, T. W. (1989): Facilitating the use of indigenous genotypes in natural area revegetation projects. In: HUGES, H. G. & T. M. BONNICKSEN (Hrsg.): Restoration 89: The New Management Challenge. Madison: Society for Ecological Restoration: 205-214.

NITSCHKE, M. (O.J.): Die Wiesengesellschaften des unteren Unstruttales zwischen Artern und Nebra. Diplomarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, unveröff.

OCHSMANN, J. (2000): Morphologische und molekularsystematische Untersuchungen an der Centaurea stoebe L. Gruppe (Asteraceae-Cardueae) in Europa. Dissertationes Botanicae Band 324, Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

ORMEROD, S. J. (2003): Restoration in applied ecology. Editors introduction. Journal of Applied Ecology 44: 44-50.

ORTNER, D. (2004): Zur naturschutzrechtlichen Verpflichtung der Verwendung autochthonen Saat- und Pflanzguts bei der Straßenbegleitbegrünung. UFZ Diskussionspapiere 10.

OTTO, F., JEROCH, H., KLUGE, H., DÖRFEL, H., BUGDOL, G., HOCHBERG, H. (1997a): Nichtlineare Regressionsfunktionen zur Beschreibung der Abhängigkeit bestimmter Inhaltsstoff-Gehalte sowie der In-vitro-Verdaulichkeit von der Wachstumsdauer des ersten Aufwuchses auf Extensivgrünland. Agribiological Research 50 (1): 32-44.

OTTO, F., JEROCH, H., KLUGE, H., BUGDOL, G., HOCHBERG, H. (1997b): Der Futterwert von extensiv genutztem Grünland. Agribiological Research 50 (2): 115-122.

PATZELT, A. (1998): Vegetationsökologische und populationsbiologische Grundlagen für die Etablierung von Magerwiesen in Niedermooren. Dissertationes Botanicae Band 297, Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

PORTNOY, S & M. F. WILLSON (1993): Seed dispersal curves: behavior of the tail of the distribution. Evolutionary Ecology 7: 25-44.

POTT, R. (1996): Biotoptypen. Schützenswerte Lebensräume Deutschlands und angrenzender Regionen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

PRACH, K. & P. PYSEK (1999): How do species dominating in succession differ from others? Journal of Vegetation Science 10: 383-392.

PYWELL, R. F., BULLOCK, J. M., HOPKINS, A., WALKER, K. J., SPARKS, T. H., BURKE, M. J. W., PEEL, S. (2002) Restoration of species-rich grassland on arable land: assessing the limiting processes using a multi-site experiment. Journal of Applied Ecology 39 (2): 294-309.

PYWELL, R. F., BULLOCK, J. M., ROY, D. B., WARMAN, L., WALKER, K. J., ROTHERY, P. (2003): Plant traits as predictors of performance in ecological restoration. Journal of Applied Ecology 40 (1): 65-77.

PYWELL, R. F., BULLOCK, J. M., WALKER, K. J., COULSON, S. J., GREGORY, S. J., STEVENSON, M. J. (2004): Facilitating grassland diversification using the hemiparasitic plant *Rhinanthus minor*. Journal of Applied Ecology 41 (5): 880-887.

RECK, H., CASPARI, S., HERMANN, G., KAULE, G., MÖRSDORF, S., SCHWENNINGER, H. R., TRAUTNER, J., WOLF-SCHWENNINGER, K. (1999): Die Entwicklung neuer Lebensräume auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Reihe: angewandte Landschaftsökologie 21, Landwirtschaftsverlag, Münster.

REIF, A. & E. NICKEL (2000): Pflanzung von Gehölzen und „Begrünung“. Ausgleich oder Eingriff in Natur und Landschaft? Naturschutz und Landschaftsplanung 32 (10): 299-308.

REXMANN, B. (1998) Erfolgskontrollen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen am Beispiel dreier Kompensationsflächen von Straßenbauvorhaben. Diplomarbeit an der Hochschule Anhalt (FH), Bernburg, unveröff.

RIECKEN, U., FINCK, P., RATHS, U., SCHRÖDER, E., SSYMANK, A. (2003): Standard-Biotoptypenliste für Deutschland. 2. Fassung: Februar 2003, Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, 75, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.

RIEDL, U. (Bearb.) (2003): Autochthones Saat- und Pflanzgut. Ergebnisse einer Fachtagung. BfN Skripten 96, Landwirtschaftsverlag, Bonn-Bad Godesberg.

RÖDER, N., HOFFMANN, H., KANTELHARDT, J. (2002): Entwicklung und ökonomische Bewertung einer naturschutzgerechten Beweidung von Feuchtgrünland. Dargestellt am Naturschutzgebiet "Arnegger Ried". Zeitschrift über Agrarpolitik und Landwirtschaft 80 (1): 571-589.

ROMMEL, K. (1997): Ökonomie im Biosphärenreservat. Garten + Landschaft 107 (1): 26-28.

ROSSEL, B. (1981): Probleme rationeller Nutzung und Pflege von Ödlandflächen im Bereich des Unterharzes. Dissertation an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

ROTHENBURGER, W. & M. HUNDSDORFER (1988): Landschaftspflege - ökonomische Kriterien bei der Vergabe und Übernahme von Pflegearbeiten. In: NATURLANDSTIFTUNG HESSEN (Hrsg.) (1988): Landwirte als Partner des Naturschutzes., Schriftenreihe Angewandter Naturschutz, Band 7.

ROTHMALER, W. (2002): Exkursionsflora von Deutschland, Bd. 4, Gefäßpflanzen: Kritischer Band. 9. Auflage, R Schubert & W. Vent. (Hrsg.), Gustav Fischer Verlag Jena.

RÖTLING, I. (1971):Vegetationskundliche Untersuchungen im Bereich des Walk- und Taubenberges bei Sangerhausen mit dem Ziel der Anlage eines Naturlehrpfades. Staaatsexamensarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, unveröff.

RÜMLER, R. (1977): Die Entwicklung von Rasenansaaten und ihre Bedeutung für die ingenieurbiologische Sicherung von Straßenböschungen - Rasenflächen und ihre Entwicklung in Abhängigkeit von unterschiedlichen Standortfaktoren. Rasen Turf Gazon 77 (4): 117-126.

RUDNER, M., SCHADEK, U., DAMKEN, C. (2004): Habitatmodelle und ihre mögliche Integration in die Planungspraxis - ein Diskussionsbeitrag. In: DORMANN, C. F., BLASCHKE, T., LAUSCH, A., SCHRÖDER, B., SÖNDGERATH, D. (2004): Habitatmodelle - Methodik, Anwendung, Nutzen. UFZ-Skripten 9, Leipzig.

SALZBRENNER, C. (2001): Naturschutz durch Verwendung von Mäh- und Saatgut heimischer Pflanzenarten. Akademie aktuell - Informationsblatt der Akademie für Natur und Umwelt des Landes Schleswig Holstein. Akademie für Natur und Umwelt des Landes Schleswig Holstein (Hrsg.), Neumünster: 1-4.

SCHLAUDERER, R. & A. PROCHNOW (2003): Ökonomische Bewertung von Verfahren des Offenlandmanagementes auf Truppenübungsplätzen. In: INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK BORNIM E.V. (2003): Sozioökonische Aspekte des Offenlandmanagements. Bornimer Agrartechnische Berichte 33, Potsdam-Bornim.

SCHMIDT, M., REXMANN, B., TEGETHOF, U., TISCHEW, S., TEUBERT H. (2004a): Ursachen für Defizite in der Kompensation von Straßenbauvorhaben. Straßenverkehrstechnik 48 (1): 27-34.

SCHMIDT, M., REXMANN, B., TISCHEW, S., TEUBERT, H. (2004b): Kompensationsdefizite bei Straßenbauvorhaben und Schlussfolgerungen für die Eingriffsregelung, Ursachen und Konsequenzen für die Praxis - Ergebnisse eines F+E-Projektes. Naturschutz und Landschaftsplanung 36 (1): 5-13.

SCHMIDT, M. (2005): Langfristige Wirksamkeit von Kompensationsmaßnahmen - Ergebnisse eines Forschungsvorhabens der Bundesanstalt für Straßenwesen. In: MEYER, F. (Bearb.): Qualitätssicherung in der Eingriffsregelung - Nachkontrolle von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. Dokumentation zum Workshop an der Internationalen Naturschutzakademie Vilm vom 23.-26. Juni 2003. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), BfN Skripten, Bonn Bad-Godesberg: 39-51.

SCHMIDT, W. (1985): Mahd ohne Düngung. Vegetationskundliche und ökologische Ergebnisse aus Dauerflächenuntersuchungen zur Pflege von Brachflächen. In: SCHREIBER, K.-F. (Hrsg.) (1985): Sukzession auf ehemaligen Grünlandbrachen. Vorträge der Arbeitsgruppe "Sukzessionsforschung auf Dauerflächen" in der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde (IVV) in Stuttgart-Hohenheim 1984. Münstersche geographische Arbeiten, Ferdinand Schöningh Verlag Paderborn: 81-99.

SCHOPP-GUTH, A. (1997): Diasporenpotenzial intensiv genutzter Niedermoorböden Nordostdeutschlands - Chancen für den Naturschutz? Zeitschrift Ökologie und Naturschutz 6: 97-109.

SCHREIBER, K.-F. (2001): 25 Jahre Landschaftspflegemaßnahmen in den Bracheversuchsflächen in Baden-Würtemberg. NZH Akademie Berichte 2: 5-42.

STEFFEN, A. (2000): Flexibilisierungsansätze in der Eingriffsregelung am Beispiel Brandenburgs. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung - Schriftenreihe am Fachbereich Umwelt und Gesellschaft, 115: Flexibilisierung der Eingriffsregelung - Modetrend oder Notwendigkeit?, Berlin: 4-16.

SCHUBERT, R. (2001): Prodromus der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts. Botanischer Verein Sachsen-Anhalt e.V. Halle (Saale) (Hrsg.): Mitteilungen zur floristischen Kartierung Sachsen-Anhalt, Sonderheft 2.

SCHUBERT, R., HILBIG, W., KLOTZ S. (1995): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. Gustav Fischer Verlag Jena.

SCHWAB, U., ENGELHARDT, J., BURSCH, P. (2002): Begrünung mit autochtonem Saatgut: Ergebnisse mit dem Heudrusch-Verfahren auf Ausgleichsflächen. Naturschutz und Landschaftsplanung 34 (11): 346-351.

SCHWENDEL, K. (1995): Zustand und Veränderungen von Flora und Vegetation des Naturschutzgebietes "Salzwiesen bei Aseleben" (Landkreis Mansfelder Land). Wissenschaftliche Hausarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, unveröff.

SCHWEPPE-KRAFT, B. (1998): Monetäre Biotopwerte als Instrument der Projektbewertung. Publikationen im Forschungsverbund Elbe-Ökologie. http://elise.bafg.de/servlet/is/1517/PG_Mitt2_Schweppe_Kraft.pdf

SCHWERDTFEGER, F. (1975): Ökologie der Tiere Band I: Autökologie. 2. Auflage, Parey Hamburg.

SCHWERDTFEGER, F. (1977): Ökologie der Tiere Band II: Demökologie. Struktur und Dynamik tierischer Populationen. 2. Auflage, Parey Hamburg.

SEGERT, A. (2002): Sozialwissenschaftliche Bewertung von Verfahren des Offenlandmanagements auf ehemaligen Truppenübungsplätzen. Aktuelle Reihe BTU Cottbus, Cottbus.

SOKAL, R. P. & F. J. ROHLF (1981): Biometry - The Principles and the Practice of Statistics in biological Research. Freeman & Co., New York.

SOONS, M. B. & G. W. HEIL (2002): Reduced colonization capacity in fragmented populations of wind-dispersed grassland forbs. Journal of Ecology 90: 1033-1043.

SOONS, M. B. & W. A. OZINGA (2005): How important is long-distance seed dispersal for the regional survival of plant species? Diversity and Distributions 11: 165-172.

SPIESS, R. (1997): Erhaltung, Wiederausbringung und Wiederausbreitung von seltenen und gefährdeten Pflanzenarten durch gärtnerische Vermehrung. Archiv Naturschutz Landschaftsforschung Berlin 27: 51-56.

STRATMANN, U. & R. MARGGRAF (2001): Ausgaben des staatlichen Naturschutzes in Deutschland. Analyse und Bewertung. In: BBN (Hrsg.): Grenzenloser Naturschutz - Herausforderung für Europa, Jahrbuch Naturschutz und Landschaftsplanung 53: 195-208.

STOLZ, R. (1967): Vegetations- und Standortverhältnisse im Gebiet von Köllme bei Halle (Saale). Staatsexamensarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, unveröff.

SUK, T. (1995): Die Vegetation des Gebietes der Weißen Elster zwischen Zeitz und Wetterzeube. Diplomarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, unveröff.

TACKENBERG, O., POSCHLOD, P., BONN, S. (2003): Assessment of wind dispersal potential in plant species. Ecological Monographs 73 (2): 191-205.

TACKENBERG, O., POSCHLOD, P., KAHMEN, S. (2003): Dandelion seed dispersal: The horizontal wind speed does not matter for long-distance dispersal - it is updraft! Plant biol. 5: 451-454.

TEMP, H. (2005): Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

TESCH, A. (2003): Ökologische Wirkungskontrollen und ihr Beitrag zur Effektivierung der Eingriffsregelung. Ergebnisse einer Studie zu den Kompensationsmaßnahmen zur Erweiterung des Containerterminals in Bremerhaven (CT III). Naturschutz und Landschaftsplanung 35 (1): 5-12.

THIMM, C. & R. EBBINGHAUS (1992): Wirtschaftliche Aspekte extensiver Grünlandnutzung. NNA-Berichte 4: 49-54.

THÜRINGER MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT (TMLNU) (2003): Die Eingriffsregelung in Thüringen - Kostendateien für Ersatzmaßnahmen. Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (Hrsg.).

TISCHEW, S. (Hrsg.) (2004): Renaturierung nach dem Braunkohleabbau. B.G. Teubner Verlag. Wiesbaden.

TISCHEW, S. (mdl.) (2006): 5. Workshop des SURE Projektes am 30.05.2006 an der MLU in Halle (Saale).

TISCHEW, S., REXMANN, B., SCHMIDT, M., TEUBERT H., HEYMANN, T., KRUG, B. (2001): Erfolgskontrollen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen an der Bundesautobahn A14 zwischen Halle und Magdeburg. Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt 38 (2): 19-30.

TISCHEW, S., REXMANN, B., SCHMIDT, M., KRUG, B. (2004a): Erfolgskontrollen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen am Beispiel des Neubaus der BAB 14 zwischen Halle und Magdeburg. Sonderheft 1/2004 des Landesamtes für Umweltschutz im Land Sachsen-Anhalt. Landesamt für Umweltschutz im Land Sachsen-Anhalt, Halle (Saale) (Hrsg.).

TISCHEW, S., REXMANN, B., SCHMIDT, M. & TEUBERT, H. GRAUPNER, S., HEYMANN, T. (2004b): Langfristige Wirksamkeiten von Kompensationsmaßnahmen bei Straßenbauprojekten. Forschungsberichte aus dem Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Verkehr. Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) und der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., 887, Bonn.

TISCHEW, S., BAASCH, A., CONRAD, M., HEFTER, I. (im Druck): Standardisierung von Kontrollen landschaftspflegerischer Kompensationsmaßnahmen im Straßenbau. Forschungsberichte aus dem Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., BMVBS, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, Bonn (Hrsg.).

TRAXLER, A. (1997): Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings. Methoden, Praxis, angewandte Projekte. Teil A: Methoden. Umweltbundesamt Österreich (Hrsg.), Monographien Band 89a, Wien.

VAN DER PUTTEN, W.H., MORTIMER, S.R., HEDLUND, K., VAN DIJK, C., BROWN, V.K., LEPS, J., RODRIGUEZ-BARRUECO, C., ROY, J, DIAZ LEN, T.A., GORMSEN, D., KORTHALS, G.W., LAVOREL, S., SANTA REGINA, I , SMILAUER, P. (2000). Plant species diversity as a driver of early succession in abandoned fields: a multi-site approach. Oecologia 124: 91-99.

VON HAAREN, C., JANßEN, U., HAUBFLEISCH, E., HORN, R. (1997): Naturschutzfachliche Erfolgskontrollen von Pflege- und Entwicklungsplänen. Erfahrungen im Rahmen einer beispielhaften Durchführung an den Eifelmaaren. Natur und Landschaft 72 (7/8): 319-327.

WARD, L. K. (1995): M3 Bar End to Compton. Botanical monitoring: Flood meadow restoration. NERC/Mott McDonald Civil Ltd.

WEIDENMÜLLER, K. (1988): Die Vegetation des Naturschutzgebietes Schauchenberg bei Halle im Hinblick auf anthropogenen Einfluß. Diplomarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, unveröff.

WEISS, J. (1996): Landesweite Effizienzkontrollen in Naturschutz und Landschaftspflege. LÖBF-Mitteilungen 2: 11-16.

WEISS, J., WOLFF-STRAUB, R., GENKINGER, R., LUBIENIECKI, B., MICHELS, C., SCHMIDT, H., VERBÜCHELN, C. (1995): Effizienzkontrolle und Biomonitoring. LÖBF-Jahresbericht 1995: 38-44.

WERNICK, M. (1993): Erfolgskontrollen zu Ausgleich und Ersatz nach §8 BNatSchG bei Straßenbauvorhaben - Vorschläge für die Verwaltungspraxis. Diplomarbeit am Institut für Landschaftspflege und Naturschutz der Universität Hannover, unveröff.

WESTHUS, W. (1980): Die Pflanzengesellschaften der Umgebung von Friedeburg und Wanzleben während des Zeitraumes 1978/79 und ihr Vergleich mit Untersuchungsergebnissen 1958/59 bzw. 1961/1962. Diplomarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, unveröff.

WEY, H. (1994): Effizienzkontrollen bei Naturschutzgroßprojekten des Bundes. In: BLAB, J., SCHRÖDER, E., VÖLKL, W. (Hrsg.) (1994): Effizienzkontrollen im Naturschutz. Kilda Verlag Bonn: 187-199.

WIESE-EWERT, B. (1997): Bewertung externer Kompensationsflächen für Eingriffe nach § 8 BNatSchG. Natur und Landschaft 72 (7/8): 328-332.

WINTER, B. (1993): Vegetations- und standortkundliche Untersuchungen im unteren Saaletal bei Halle-Kröllwitz. Diplomarbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, unveröff.

WORTHINGTON, T. R. & D. R. HELLIWELL (1987): Transference of semi-natural grassland and marshland onto newly created landfill. Biological Conservation 41: 301-311.

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 3-1: Grundsätzlicher Ablauf von Effizienzkontrollen 10
Abb. 3-2: Vorgehensweise bei der Bewertung von Maßnahmen zur Etablierung von mesophilen Grünländer in Anhängigkeit von ihrem Alter.....16
Abb. 3-3: Konzeption für die Bewertung der Effektivität 16
Abb. 3-4: Konzeption für die Bewertung der Kosten 18
Abb. 3-5: Untersuchungsdesign floristischer Erfassungen 22
Abb. 3-6: Schnittstelle Pflanzengesellschaften - Biotoptypen mesophiler Grünländer in Sachsen-Anhalt (in Anlehnung an ELLENBERG 1996).....36
Abb. 3-7: Biotopstruktur auf der Beispielfläche in der Magdeburger Börde 38
Abb. 3-8: Bewertungsprofil der Beispielfläche 41
Abb. 4-1: Flächenanteil der Zielbiotoptypen in ha (Zielbiotoptyp gemäß Planung der Vorhabensträger) 45
Abb. 4-2: Prozentuale Verteilung der Untersuchungsflächen nach Vorhabensträgern.....45
Abb. 4-3: Flächenanteil der Zielbiotoptypen in ha (konkretisierte und überprüfte Ziele) 46
Abb. 4-5: Untersuchungsflächenalter und angewandte Erstinstandsetzungsmaßnahmen bei der Etablierung von Grünland trockener, kalkreicher Standorte 48
Abb. 4-6: Untersuchungsflächenalter und angewandte Erstinstandsetzungsmaßnahmen bei der Etablierung von Grünland trockener, kalkarmer Standorte 49
Abb. 4-7: Untersuchungsflächenalter und angewandte Erstinstandsetzungsmaßnahmen bei der Etablierung von mesophilem Grünland mäßig feuchter Standorte 50
Abb. 4-8: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.1.1“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland.....62
Abb. 4-9: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.1.2“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland.....63
Abb. 4-10: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.2.2“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland.....64
Abb. 4-11: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.1.4“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland.....64
Abb. 4-12: Bewertungsprofile der Varianten „Einsaat mit SSM tro“ und „Einsaat mit SSM fri“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland.....65
Abb. 4-13: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit SM Country“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland.....66
Abb. 4-14: Bewertungsprofil der Variante „Selbstberasung“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland 67
Abb. 4-15: Kosten der Varianten des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland (€/ha).....69

Abb. 4-16: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.1.2“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkreicher Standorte 71
Abb. 4-17: Bewertungsprofil der Variante „Selbstberasung“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkreicher Standorte 71
Abb. 4-18: Kosten der Varianten des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkreicher Standorte (€/ha) 72
Abb. 4-19: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit SM Country“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkarmer Standorte 73
Abb. 4-20: Bewertungsprofil der Variante „Heublumensaat“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkarmer Standorte 74
Abb. 4-21: Bewertungsprofil der Variante „Selbstberasung“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkarmer Standorte 75
Abb. 4-22: Kosten der Varianten des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkarmer Standorte (€/ha) 76
Abb. 4-23: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.1.2“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte 77
Abb. 4-24: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit RSM 7.3“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte 78
Abb. 4-25: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit SSM feu“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte 78
Abb. 4-26: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit SSM Hoh“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte 79
Abb. 4-27: Bewertungsprofil der Variante „Einsaat mit SM Country“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte 80
Abb. 4-28: Bewertungsprofil der Variante „Selbstberasung“ zur Etablierung des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte 80
Abb. 4-29: Kosten der Varianten zur Etablierung von mesophilem Grünland mäßig feuchter Standorte (€/ha) 82
Abb. 4-30: Mögliche Erstinstandsetzungsvarianten zur Etablierung mesophiler Grünländer 83
Abb. 4-31: In Sachsen-Anhalt angewandte Varianten zur Etablierung von artenreichen, mesophilen Grünländern 85
Abb. 4-32: Vorkommen angesäter Arten und Kennarten bei den Varianten zur Etablierung von artenreichem, mesophilem Grünland 89
Abb. 4-33: Vorkommen angesäter Arten und Kennarten bei den Varianten zur Etablierung von Grünland trockener, kalkreicher Standorte 92
Abb. 4-34: Vorkommen angesäter Arten und Kennarten bei den Varianten zur Etablierung von Grünland trockener, kalkarmer Standorte 93
Abb. 4-35: Vorkommen angesäter Arten und Kennarten bei den Varianten zur Etablierung von mesophilem Grünland mäßig feuchter Standorte 94

Abb. 4-36: Biotopstruktur auf einer mit RSM 7.1.2 angesäten Fläche im UG Osmarsleben (links) und einer Selbstberasungsfläche im UG Wickerode (rechts) 96
Abb. 4-37: Deckung von Degenerationszeigern und Problemarten 100
Abb. 4-38: Dominanz von *Leucanthemum vulgare* auf einer mit RSM 7.1.2 angesäten Fläche im UG Gröna 100
Abb. 4-39: Streuschicht auf einer mit RSM 7.1.2 angesäten Fläche im UG Galgenberg (links) und einer Selbstberasungsfläche im UG Gröna (rechts) 101
Abb. 4-40: Altersspezifische Ausprägung der Bewertungskriterien der Varianten zur Etablierung von artenreichem, mesophilem Grünland 102
Abb. 4-41: Ergebnis der Hauptkomponentenanalyse für das UG Plötze-Sixbach-Aue (nach ECKHARDT im Druck) 104
Abb. 4-42: Ergebnis der Hauptkomponentenanalyse für das UG Nienburg (nach ECKHARDT im Druck) 106
Abb. 4-43: Ergebnis der Hauptkomponentenanalyse für das UG Gröna (nach ECKHARDT im Druck) 107
Abb. 4-44: Effektivitäts-Kosten-Diagramme des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland 121
Abb. 4-45: Effektivitäts-Kosten-Diagramme des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkreicher Standorte 121
Abb. 4-46: Effektivitäts-Kosten-Diagramme des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkarmer Standorte 122
Abb. 4-47: Effektivitäts-Kosten-Diagramme des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte 122
Abb. 4-48: Effektivitäts-Kosten-Diagramme aller Varianten zur Etablierung mesophiler Grünländer (Mittelwerte) 124
Abb. 8-1: Lage der Untersuchungsgebiete 174

7.3 Tabellenverzeichnis

Tab. 3-1: Barkmann-Skala 22
Tab. 3-2: Bewertung der Biotopstruktur 23
Tab. 3-3: Informationsquellen und Erfassungsmethoden von Standortparametern 23
Tab. 3-4: Kennarten-Punktwert-Matrix für mesophile Grünländer 26
Tab. 3-5: Bestimmung des Biotopstruktur-Punktwertes 27
Tab. 3-6: Bestimmung des Degenerationszeiger-Punktwertes 27
Tab. 3-7: Effektivitätsklassen 31
Tab. 3-8: Kennarten, Degenerationszeiger und Problemarten für die Beispielfläche in der Magdeburger Börde 37
Tab. 3-9: Kennarten, Degenerationszeiger und Problemarten auf der Beispielfläche in der Magdeburger Börde 38
Tab. 4-1: Zusammensetzung der Saatgutmischungen (Angaben in %) 50
Tab. 4-2: Flächenanzahl, Alter und Erstinstandsetzungsvarianten 53
Tab. 4-3: Verwendete Literatur für die Zusammenstellung von Kennarten, Degenerationszeigern und Problemarten 57
Tab. 4-4: Charakterisierung der Zielbiotoptypen 59
Tab. 4-5: Kennarten, Degenerationszeiger und Problemarten der Zielbiotoptypen 60
Tab. 4-6: Nachbesserungsmaßnahmen für die Varianten des Zielbiotoptyps „artenreiches, mesophiles Grünland“ 68
Tab. 4-7: Nachbesserungsmaßnahmen für Varianten des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkreicher Standorte 72
Tab. 4-8: Nachbesserungsmaßnahmen für Varianten des Zielbiotoptyps Grünland trockener, kalkarmer Standorte 76
Tab. 4-9: Nachbesserungsmaßnahmen für Varianten des Zielbiotoptyps mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte 81
Tab. 4-10: Ergebnisse der Regressionsanalyse für die Varianten des Zielbiotoptyps mesophiles, artenreiches Grünland 87
Tab. 4-11: Ergebnisse der U-Tests für den Vergleich von Anzahl und Deckungssumme der Kennarten bei unterschiedlichen Erstinstandsetzungsvarianten (nach ECKHARDT im Druck) 91
Tab. 4-12: Ergebnisse der U-Tests für den Vergleich von Anzahl und Deckungssumme der Degenerationszeiger bei unterschiedlichen Erstinstandsetzungsvarianten (nach ECKHARDT im Druck) 98
Tab. 4-13: Zielbiotoptypübergreifende Bewertungsergebnisse der in Sachsen-Anhalt angewandten Erstinstandsetzungsvarianten zur Etablierung von artenreichem, mesophilem Grünland 114
Tab. 4-14: Kosten und kostenbeeinflussende Faktoren bei der Etablierung mesophiler Grünländer 117
Tab. 4-15: Vergleich verschiedener Kostenangaben für Herstellung und Pflege von mesophilem Grünland 119
Tab. 4-16: Entscheidungsschema zur Auswahl der empfehlenswertesten Erstinstandsetzungsvariante 127
Tab. 4-17: Steckbrief Aushagerung 129

Tab. 4-18: Steckbrief Ansaat mit gebietsheimischem Saatgut 130
Tab. 4-19: Steckbrief Heublumensaat 131
Tab. 4-20: Steckbrief Heudruschsaat 132
Tab. 4-21: Steckbrief Heumulchsaat 133
Tab. 4-22: Steckbrief Pflanzung 134
Tab. 4-23: Steckbrief Sodenschüttung 135
Tab. 4-24: Steckbrief Selbstberasung 136
Tab. 4-25: Hinweise zum optimalen Mitteleinsatz in Abhängigkeit von den Standortbedingungen der Begrünungsfläche 138
Tab. 8-1: Erläuterung der Flächenkürzel 175
Tab. 8-2: Flächencharakterisierung (siehe CD) 176
Tab. 8-3: Kostendaten (siehe CD) 176
Tab. 8-4: Biotopstruktur (siehe CD) 176
Tab. 8-5: Floristische Ausstattung (siehe CD) 176
Tab. 8-6: Floristische Daten UG Gröna aus Forschungsprojekten und Diplomarbeit (siehe CD) 176
Tab. 8-7: Floristische Daten UG Nienburg aus Forschungsprojekten und Diplomarbeit (siehe CD) 176
Tab. 8-8: Floristische Daten UG Plötze-Sixbach-Aue aus Forschungsprojekten und Diplomarbeit (siehe CD) 176

7.4 Verzeichnis der Abkürzungen und Formelzeichen

AC	Assoziationscharakterart
B	Punktwert Biotopausprägung
B_{BEE}	Punktwert Biotopausprägung - Beeinträchtigung
B_{BS}	Punktwert Biotopausprägung - Biotopstruktur
B_{DZ}	Punktwert Biotopausprägung - Degenerationszeiger
beta	standardisierter partieller Regressionskoeffizient (beta-Koeffizient)
B_{FLO}	Punktwert Biotopausprägung - floristische Ausstattung
B_{KA}	Punktwert Biotopausprägung - Kennarten
B_{PA}	Punktwert Biotopausprägung - Problemarten
B_{SD}	Punktwert Biotopausprägung - Streudeckung
B_{STR}	Punktwert Biotopausprägung - strukturelle Ausstattung
DG	Deckungsgrad
DG_i	Deckungsgrad der Problemart i
DG_{STREU}	Deckungsgrad der Streuschicht
DZ	Degenerationszeiger
DZ_i	Punktwert des Degenerationszeigers i
E	Punktwert Effektivität
K	Gesamtkosten
KA	Kennart
KA_i	Punktwert der Kennart i
$K_{ENT, GES}$	Entwicklungskosten - gesamt
$K_{ENT, ARB}$	Entwicklungskosten - Arbeit
K_{ENT, ARB_ENTW}	Entwicklungskosten - Arbeit_Entwicklung
K_{ENT, ARB_ERST}	Entwicklungskosten - Arbeit_Erstinstandsetzung
K_{ENT, ARB_FERT}	Entwicklungskosten - Arbeit_Fertigstellung
$K_{ENT, MAT}$	Entwicklungskosten - Material
$K_{UNT, ARB}$	Unterhaltungskosten - Arbeit
$K_{UNT, GES}$	Unterhaltungskosten - gesamt
$K_{ZUS, ARB}$	Zusatzkosten - Arbeit
$K_{ZUS, GES}$	Zusatzkosten - gesamt
$K_{ZUS, MAT}$	Zusatzkosten - Material
OC	Ordnungscharakterart

p	Signifikanzniveau
P	Punktwert Entwicklungspotenzial
PA	Problemart
PA_i	Punktwert der Problemart i
P_{EHA}	Punktwert Entwicklungspotenzial-entwicklungshemmende Arten
P_{EHS}	Punktwert Entwicklungspotenzial-entwicklungshemmende Streuschicht
PnV	potentiell natürliche Vegetation
P_{PA}	Punktwert Entwicklungspotenzial - Problemarten
P_{SD}	Punktwert Entwicklungspotenzial - Streudeckung
R^2	Bestimmtsheitsmaß
R^2 (korrigiert)	korrigiertes Bestimmtheitsmaß
RSM	Regelsaatgutmischung
SM	Saatgutmischung
SSM	Sondersaatgutmischung
UG	Untersuchungsgebiet
VC	Verbandscharakterart

7.5 Schlagwortverzeichnis

A

Ablaufschema Effizienzkontrolle 10
Ackerwildkraut 14
Ähnlichkeitsbeziehung 103
Ansaat 7, 8, 109, 110, 114, 115, 119, 124, 129, 131
  -menge 119, 131
Anwendung
  -sbereich 35, 130, 186
  -svoraussetzung 35, 130, 186
Anzuchtvertrag 125, 129
Arrhenatherum elatius 50, 59, 60, 95, 96, 101
Art
  annuelle 15, 124, 125
  bienne 15, 124
  Brache- 14
  Intensivgrünland- 15, 58, 99
  Kenn- 14, 15, 19, 25, 60, 89
  konkurrenzstarke 14, 124
  perennierende 124
  Problem- 14, 15, 28, 58, 60, 99
  ruderale 96, 97, 103, 114, 124
  Segetal- 96, 105, 129
  stresstolerante 110, 124
  zielbiotoptypische 14, 93, 95, 109, 115
Artenausstattung 15, 139
Artenzusammensetzung 19, 132, 133, 134, 139
Aufnahme
  -fläche 19, 20
  Wiederholungs- 20
  -zeitpunkt 19, 140
Auftragnehmer 17, 24, 33, 115, 117, 119
Aufwand
  personeller 19
  zeitlicher 19
Ausbreitung 9, 15, 110, 115, 124
Ausbringungsmenge 132, 133, 134
Ausgangsbedingungen
  abiotische 34
  administrative 34
  biotische 34
  organisatorische 34
Aushagerung 105, 106, 130
Ausschreibungspraxis 86
Ausstattung
  floristische 14, 30
Auswertung
  Daten- 25, 32
  -sprogramm 143
Autokorrelation 20
Azidität 12, 23

B

Beeinträchtigung 13, 14, 15, 30
Begrünungsverfahren
  alternative 8, 84
  konventionelle 84
Bestimmtheitsmaß 87
beta-Koeffizient 87
Bewertung
  ökonomische 8
  -skonzeption 13, 17
  -sprofil 29
Bewirtschaftung
  zehrende 130
Biomasseentwicklung 58, 59, 101
Biotop
  -ausprägung 13, 30, 141
  Kontakt- 21
  Liefer- 24, 90, 95, 97, 110, 124
  -struktur 15, 19, 21, 26, 95
  -typ 11, 12
Boden
  -feuchte 12, 23, 112
  -informationssystem 140

C

Cirsium arvense 60

D

Daten
  -bank 141, 143
  -erfassung 18, 19, 23
  ordinal skalierte 90
Deckungsgrad 15, 19, 20, 28
Degenerationszeiger 14, 15, 19, 27, 58, 60, 97
Diasporen

-bank 8, 110, 124
-quelle 9, 126, 129, 137
Diskussion 33
Dominanz 14, 24
Durchführung 9, 34, 115, 117, 130
Durchwurzelbarkeit 12, 23

E

Effektivität 7, 13, 25, 86
-sklasse 31
Effektivitäts
-Kosten-Diagramm 33
Effizienz 7, 121, 144
Einspaarpotenzial 17, 33, 138
Elytrigia repens 60, 97, 99
Entscheidungsschema 34, 127
Entwicklung
-spotenzial 15, 30, 102, 113, 141
-sprognose 34, 102
-sziel 1, 7, 11, 46
Ernte
-durchgang 117, 139
-zeitpunkt 112
Erstinstandsetzungsmaßnahme 7, 48, 49, 50, 86
Etablierung
gestaffelte 124, 143
-snische 15, 109, 110

F

Fälligkeitszeitpunkt 17
Fehlentwicklung
funktionale 9, 15, 99, 110
Festuca rubra 15, 51, 58, 59, 60, 99
Feuchtegradient 103, 105, 106
Fläche
Außen- 20
Begrünungs- 75, 113, 115, 117, 126
Innen- 21, 181
Teil- 19
Flächenvorbereitung 17, 120
Fortpflanzung
generative 124
vegetative 124
Frequenz 19
Ist- 25
Soll- 25

G

Garten- und Landschaftsbaubetrieb 116, 138
Gehölz 14, 60
Gewinnspanne 117
Gras-Kraut-Verhältnis 14, 21
Größe
Aufnahmefläche 20
Grünland
mesophil, artenreich 47, 49, 54, 56, 57, 59, 60, 61, 77, 84, 87, 88, 89, 94, 102, 108, 121, 123
trocken, kalkarmer Standort 47, 49, 55, 57, 59, 60, 73, 84, 88, 92, 108, 122
trocken, kalkreicher Standort 47, 48, 55, 57, 59, 60, 70, 88, 92, 108, 122

H

Hauptkomponentenanalyse 103
Herkunft
gebietsfremde 9, 15, 58, 84, 99
gebietsheimische 84, 110, 124, 129
Heublumensaat 49, 74, 84, 111, 115, 122, 129, 132
Heudruschsaat 84, 112, 115, 124, 129, 133
Heumulchsaat 84, 111, 115, 124, 129, 134
Höhenstufe 12, 23

I

Importance-Score-Methode 19
Interpretation 33

K

Keimung
Frühjahrskeimer 124
Herbstkeimer 124
Keimfähigkeit 112
-szeitpunkt 110, 124
Kennarten-Punktwert-Matrix 25
Kiviat-Diagramm 29, 41
Kleinteiligkeit 24, 117
Kompensation
-sfläche 46, 47, 48, 49
-smaßnahme 2, 4, 11
Kontaktvegetation 21
Kontrolle

Effizienz- 7
Herstellungs- 6
Nach- 6
Pflege- und Funktions- 6
Verfahrens- 6
Wirkungs- 6
Korrelation 33, 86
Kosten 67, 71, 75, 80
Arbeit 17, 24, 116, 119, 181
-aspekte 127
-beeinflussender Faktor 17, 24, 115, 119, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139
-datei 17, 23, 116, 119, 140
Entwicklungskosten 17, 24, 32, 115, 181, 185
Entwicklungskosten-Arbeit_Entwicklung 17
Entwicklungskosten-Arbeit_Fertigstellung 17
Entwicklungskosten-Material 17
Gesamt- 17, 32, 115
-kalkulation 115, 117
Material 17, 24, 119
Teil- 32
Unterhaltungskosten 17, 24, 121, 138, 181
-verteilung 17
Zusatzkosten 17, 24, 115, 138, 181

L

Landwirt 116, 119
Lebensdauer 124
Leguminose 96, 99, 124
Leucanthemum vulgare 58, 60, 99
Lohnniveau 117
Lotus corniculatus 58, 60, 99

M

Mann-Whitney-Test 90, 97
Maschinenring 116
Maßnahme
alt 13
jung 13, 14
-typ 7, 11, 45, 141
Median 26, 27, 28, 29, 32, 183
Mindestalter 44
Mindeststichprobengröße 20
Mittelwert 26, 27, 28, 29, 32, 183
monetär 10, 33
Morphologie 12, 23, 117

N

Nährstoffhaushalt 12, 23, 117, 139
Neophyt 14, 58
nested-plot 19
Nomenklatur 20
Normalverteilung 90
Nutzen
mindestens erreichbarer 125
Nutzungsunterschiede 12

O

Ökogramm 12
Ökokonto 144
Ordinationsdiagramm 103

P

Persistenz 9, 15
Pflanzengesellschaft 35
pflanzensoziologischer Gradient 103, 105, 106
Pflanzung 8, 110, 135
Pflege
Entwicklungs- 7
Fertigstellungs- 7
Unterhaltungs- 7
Pimpinella anisum 60
Plantago lanceolata 58, 60, 99
presence-absence-Erfassung 21, 181
Principal Component Analysis - PCA 103
Punktwert 25

R

Rangunterschied 90
Regressionsanalyse 33, 86
Reproduktionsnische 15, 109, 110
Resistenz 15
Ruderalstratege 110

S

Saat
Nach- 93, 115, 124
Saatgutmischung
artenarm 84, 109, 114
artenreich 84, 110, 114

RSM 7.1.1 61
RSM 7.1.2 62, 70, 77
RSM 7.1.4 64
RSM 7.2.2 63
RSM 7.3 77
SM Country 65, 73, 79
SSM feu 78
SSM fri 65
SSM Hoh 78
SSM tro 65
-szusammensetzung 50, 129
Schicht
Mittel- 59
Ober- 59
Unter- 59
Schlussfolgerung 34
Selbstberasung 66, 71, 74, 80, 84
Signatur 31, 185
Signifikanz 87
Skalenniveau
quasiordinales 87
Soden
-schüttung 8, 84, 112, 115, 136
-versetzung 8, 84, 112, 115
Spenderfläche 85, 116
-nkataster 143
Stadium
ruderales 113
Therophyten- 113
Standort
-analyse 126
-parameter 12, 23
-potenzial 12, 47
-unterschied 12
Stärken-Schwächen-Analyse 29
Stichprobe
unabhängige 90
Streu
-auflage 14, 101
-schicht 14, 101
Struktur
Horizontal- 21
Vertikal- 21

T

Taraxacum officinale 60, 97
Test
nichtparametrischer 90
Transportentfernung 116, 117, 132, 133, 134, 136

U

Übereinstimmungsgrad 14
Untersuchungsgebiet 45
U-Test 90, 97

V

Variable
abhängige 33, 86
dichothome Dummy- 87
nominal skalierte 87
ordinal skalierte 87
unabhängige 33, 86
Vegetationsaufnahme 20
Verfahrenssteckbrief 34, 130
Vertragsnaturschutz 45, 84
Vorhabensträger 17, 45, 85

W

Wasserhaushalt 12, 23, 126
Weideunkraut 14
Wirkungsstärke 33, 87

Z

Zahlenfolge
geometrische 20
semi-geometrische 20
Zeiger
Eutrophierungs- 58
Ruderalisierungs- 58
Verbuschungs- 58
Zeithorizont 127
Zuchtsorte 15, 58, 84, 109

8 Anhang

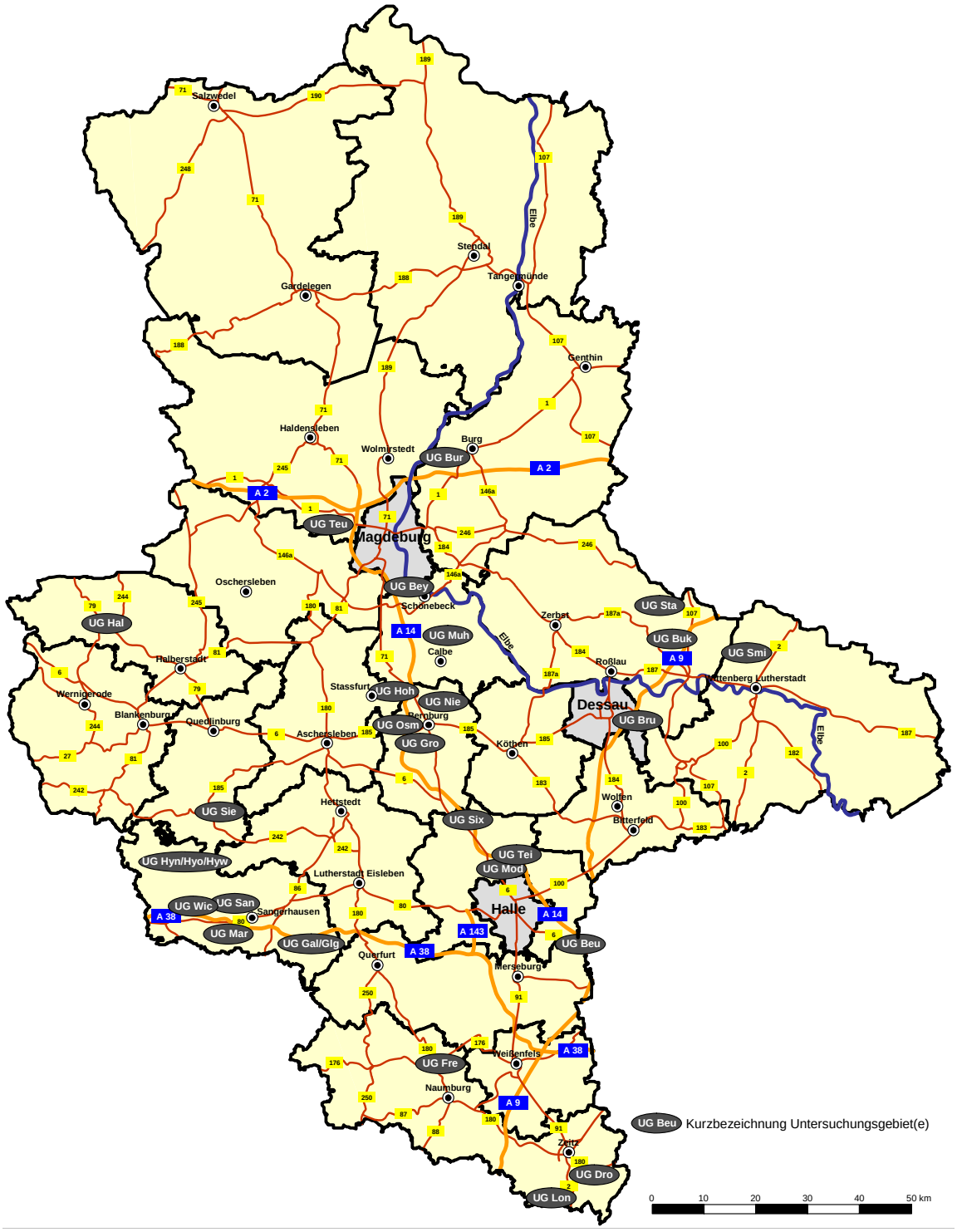


Abb. 8-1: Lage der Untersuchungsgebiete

Tab. 8-1: Erläuterung der Flächenkürzel

Entwicklungsziel gemäß Planung	Untersuchungsgebiet	Kürzel zugehöriger Untersuchungsflächen
Extensivgrünland	Brückmühle	G0Bru1-3
Extensivgrünland	Buko	G0Buk1-3
Extensivgrünland	Droßdorf	G0Dro1-2
Extensivgrünland	Freyburg	G0Fre1-2
Extensivgrünland	Galgenberg-Berg	G0Gal1-5
Extensivgrünland	Galgenberg-Ebene	G0Glg1
Extensivgrünland	Gröna	G0Gro1-24
Extensivgrünland	Hohenerxleben	G0Hoh1-6
Extensivgrünland	Hayn-Nord	G0Hyn1
Extensivgrünland	Hayn-Ost	G0Hyo1-3
Extensivgrünland	Hayn-West	G0Hyw1
Extensivgrünland	Lonzig	G0Lon1-2
Extensivgrünland	Martinsrieth	G0Mar1-3
Extensivgrünland	Möderau	G0Mod1-2
Extensivgrünland	Mühlendorf	G0Muh1-10
Extensivgrünland	Nienburg	G0Nie1-14
Extensivgrünland	Osmarsleben	G0Osm1-3
Extensivgrünland	Sieglitz	G0Sie1
Extensivgrünland	Plötze-Sixbach-Aue	G0Six1-5
Extensivgrünland	Smilkendorf	G0Smi1-2
Extensivgrünland	Stakelitz	G0Sta1-2
Extensivgrünland	Teicha	G0Tei1-2
Extensivgrünland	Wickerode	G0Wic1-2

Entwicklungsziel gemäß Planung	Untersuchungsgebiet	Kürzel der zugehörigen Untersuchungsflächen
Magerrasen	Abatassinenberg	M0Aba1-8
Magerrasen	Beuditz	M0Beu1-2
Magerrasen	Beyendorf	M0Bey1-3
Magerrasen	Burg	M0Bur1-13
Magerrasen	Gardelegen	M0Gar1-6
Magerrasen	Gröna	M0Gro8-10
Magerrasen	Halberstadt	M0Hal1-3
Magerrasen	Magdeburg	M0Mdb1
Magerrasen	Sangerhausen	M0San1-7
Magerrasen	Plötze-Sixbach-Aue	M0Six1-4
Magerrasen	Teufelsküchenberg	M0Teu1-12

Tab. 8-2: Flächencharakterisierung (siehe CD)

Tab. 8-3: Kostendaten (siehe CD)

Tab. 8-4: Biotopstruktur (siehe CD)

Tab. 8-5: Floristische Ausstattung (siehe CD)

Tab. 8-6: Floristische Daten UG Gröna aus Forschungsprojekten und Diplomarbeit (siehe CD)

Tab. 8-7: Floristische Daten UG Nienburg aus Forschungsprojekten und Diplomarbeit (siehe CD)

Tab. 8-8: Floristische Daten UG Plötze-Sixbach-Aue aus Forschungsprojekten und Diplomarbeit (siehe CD)

Methodenleitfaden

Baustein 1: Ableitung des Entwicklungsziels

Das Entwicklungsziel ist auf der untersten Gliederungsebene der Biotoptypenliste des jeweiligen Landes oder der Biotoptypenliste des Bundes (RIECKEN et al. 2003) anzugeben (Untertyp, wie z.B. Grünland trockener, kalkreicher Standorte nach DRACHENFELS 2004). Unpräzise Zielformulierungen sind zu konkretisieren. Vorhandene, ausreichend konkrete Entwicklungsziele sind hinsichtlich ihrer standörtlichen Realisierbarkeit zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Die Präzisierung, Überprüfung und Anpassung der Entwicklungsziele erfolgt anhand eines Abgleichs der Nutzungs- und Standortunterschiede von Biotopuntertypen einer Biotoptypengruppe mit den Nutzungs- und Standortbedingungen der Untersuchungsfläche. Der Zusammenhang zwischen Standortbedingungen und Biotopuntertypen kann Ökogrammen entnommen werden (z.B. aus ELLENBERG 1996). Da diese jedoch Pflanzengesellschaften und nicht Biotopuntertypen enthalten, sind die Pflanzengesellschaften in den Ökogrammen den dazugehörigen Biotopuntertypen zuzuordnen.

Die geplante Nutzung der Untersuchungsfläche ist aus den Planungsunterlagen abzulesen (z.B. Mahd oder Beweidung). Die Standortbedingungen der Untersuchungsflächen sind mittels einfach zu erhebender Parameter im Gelände und aus allgemein verfügbaren Kartenwerken zu ermitteln. Die Standortparameter Höhenstufe, Nährstoffhaushalt, Azidität, Wasserhaushalt, Durchwurzelbarkeit und Morphologie sind für die Ableitung der Zielbiotoptypen heranzuziehen.

Baustein 2a: Bewertungskonzeption Effektivität

Bei der Bewertung ist zwischen alten Maßnahmen (Entwicklungsziel zum Untersuchungszeitpunkt erreichbar) und jungen Maßnahmen (Entwicklungsziel zum Untersuchungszeitpunkt noch nicht erreichbar) zu differenzieren. Die Trennung zwischen jungen und alten Maßnahmen ist maßnahmentypspezifisch auf Grundlage einschlägiger Fachliteratur vorzunehmen (bei mesophilen Grünländern z.B. nach BRIEMLE (1991)). Ausschlaggebend ist der frühestmögliche Zeitpunkt, zu dem das Entwicklungsziel erreicht sein kann. Maßnahmen zur Etablierung von mesophilen Grünländern, die vor weniger als 15 Jahren umgesetzt wurden, werden als jung bezeichnet. Maßnahmen, deren Umsetzung mehr als 15 Jahre zurückliegt gelten als alte Maßnahmen.

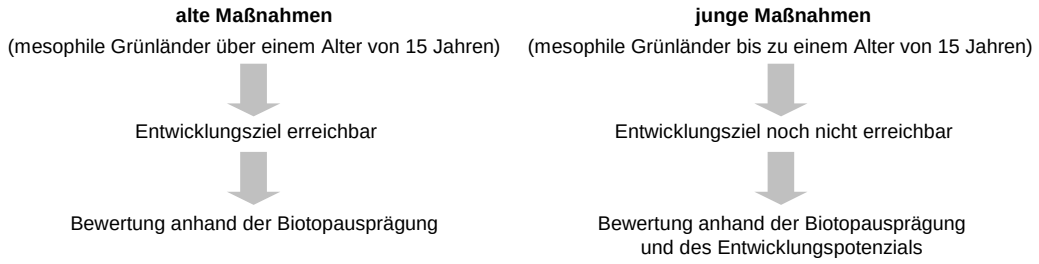


Abb. 3-2: Vorgehensweise bei der Bewertung von Maßnahmen zur Etablierung von mesophilen Grünländer in Anhängigkeit von ihrem Alter

Bei alten Maßnahmen ist die aktuelle Biotopausprägung alleiniger Bewertungsmaßstab. Die Effektivität einer Variante ist am höchsten, wenn die Untersuchungsfläche floristisch und strukturell dem Zielbiotoptyp entspricht und keine Beeinträchtigungen festzustellen sind. Bei jungen Maßnahmen ist neben der Biotopausprägung das Entwicklungspotenzial, zu berücksichtigen (vgl. Abb. 3-3).

alte Maßnahmen (mesophile Grünländer über einem Alter von 15 Jahren)	**junge Maßnahmen** (mesophile Grünländer bis zu einem Alter von 15 Jahren)
Biotopausprägung (B) • floristische Ausstattung (B_{FLO}) - Kennarten (B_{KA}) • strukturelle Ausstattung (B_{STR}) - Biotopstruktur (B_{BS}) • Beeinträchtigungen (B_{BEE}) - Degenerationszeiger (B_{DZ}) - Problemarten (B_{PA}) - Streudeckung (B_{SD})	**Biotopausprägung (B)** • floristische Ausstattung (B_{FLO}) - Kennarten (B_{KA}) • strukturelle Ausstattung (B_{STR}) - Biotopstruktur (B_{BS}) • Beeinträchtigungen (B_{BEE}) - Degenerationszeiger (B_{DZ}) - Problemarten (B_{PA}) - Streudeckung (B_{SD}) **Entwicklungspotenzial (P)** • entwicklungshemmende Arten (P_{EHA}) - Problemarten (P_{PA}) • entwicklungshemmende Streuschicht (P_{EHS}) - Streudeckung (P_{SD})

Abb. 3-3: Konzeption für die Bewertung der Effektivität

Baustein 2b: Bewertungskonzeption Kosten

Ziel sind möglichst geringe Gesamtkosten einer Variante bei hoher Effektivität. Um Präferenzen der Vorhabensträger bei der zeitlichen Kostenverteilung berücksichtigen und einzelfallabhängige Einspaarpotenziale identifizieren zu können (z.B. Minimierung der Entwicklungskosten zu Lasten der Erstinstandsetzungskosten), werden die Gesamtkosten nach ihrem Fälligkeitszeitpunkt unterteilt sowie nach Material- und Arbeitskosten aufgeschlüsselt.

Die Gesamtkosten lassen sich in Entwicklungs-, Unterhaltungs- und Zusatzkosten unterteilen (gemäß DIN 18916 bis DIN 18919). Die Entwicklungskosten beziehen sich auf den Zeitraum von der Erstinstandsetzung bis zum Ende der Entwicklungspflege. Die Kosten für die Unterhaltungspflege der Maßnahme (Unterhaltungskosten) werden für fünf Jahre berechnet. Die Zusatzkosten umfassen Kosten für zusätzliche Maßnahmen, die aufgrund von verzögerten oder nicht zielkonformen Entwicklungen zur Erreichung des Entwicklungszieles erforderlich sind (Abb. 3-4). Sie werden ebenfalls für einen Zeitraum von fünf Jahren berechnet.

junge und alte Maßnahmen

Gesamtkosten (K)

- Entwicklungskosten ($K_{ENT, GES}$)
  - Materialkosten für Saat- oder Pflanzgut ($K_{ENT, MAT}$)
  - Arbeitskosten ($K_{ENT, ARB}$)
    - Kosten für Erstinstandsetzung (K_{ENT, ARB_ERST})
    - Kosten für Fertigstellung (K_{ENT, ARB_FERT})
    - Kosten für Entwicklung (K_{ENT, ARB_ENTW})
- Unterhaltungskosten ($K_{UNT, GES}$)
  - Arbeitskosten ($K_{UNT, ARB}$)
- Zusatzkosten ($K_{ZUS, GES}$)
  - Materialkosten für Saat- oder Pflanzgut der Nachbesserungsmaßnahmen ($K_{ZUS, MAT}$)
  - Arbeitskosten für Umsetzung der Nachbesserungsmaßnahmen ($K_{ZUS, ARB}$)

Abb. 3-4: Konzeption für die Bewertung der Kosten

Baustein 3a: Zeitpunkt für die Datenerfassungen

Effizienzkontrollen alter Maßnahmen können jederzeit durchgeführt werden. Junge Maßnahmen sind nicht vor Ablauf der Entwicklungspflege zu kontrollieren (bei mesophilen Grünländern i.d.R. drei Jahre nach der Umsetzung). Aus praktischen Gründen sind die Kontrollen an die Abnahmezeitpunkte der vegetationstechnischen Maßnahmen zu koppeln. Die Geländeerfassungen sind zwischen Ende Mai und Mitte Juni vor der ersten Nutzung durchzuführen.

Baustein 3b: Datenerfassung Effektivität

Pro Untersuchungsfläche sind so viele 100 m x 100 m große, zufällig auszuwählende Aufnahmeflächen anzulegen, dass mindestens ein Drittel der Fläche erfasst wird. Sollte es nicht möglich sein, eine 100 m x 100 m große Aufnahmefläche in eine Untersuchungsfläche zu legen, sind die Kantenlängen so zu wählen, dass die Gesamtfläche von 1 ha trotzdem erreicht wird.

Auf jeder Aufnahmefläche ist die Frequenz aller vorkommenden Arten, mindestens jedoch der Kennarten, Degenerationszeiger und Problemarten, mittels der Importance-Score-Methode nach MORRISON et al. (1995) zu erfassen. Die Größen der ineinander verschachtelten quadratischen Teilflächen betragen 1 m, 2 m, 5 m, 10 m, 20 m, 50 m und 100 m. Die Presence-Absence-Erfassungen zur Bestimmung der Frequenz beginnen auf der kleinsten Teilfläche. Dabei werden alle Arten aufgenommen, die auf dieser Fläche wurzeln. Auf der nächstgrößeren Teilfläche werden nur die Arten erfasst, die auf der innersten Teilfläche nicht auftraten. Diese Vorgehensweise wird schrittweise bis zur größten Teilfläche fortgeführt. Den auf der kleinsten Teilfläche gefundenen Arten (Innenfläche) wird der höchste Frequenzwert 7 zugeordnet. Arten die nur auf der größten Teilfläche (Außenfläche) auftreten, erhalten den niedrigsten Frequenzwert 1. Arten der anderen Teilflächen erhalten entsprechend die Frequenzen 2 bis 6 (Abb. 3-5) (TRAXLER 1997).

Zudem ist auf der 5 m x 5 m großen Teilfläche eine Vegetationsaufnahme durchzuführen. Kraut-, Streu- und Moosschicht sowie vegetationsfreie Stellen werden prozentgenau geschätzt. Die Erfassung der Arten erfolgt nach der von Barkmann modifizierten Skala von Braun-Blanquet (Tab. 3-1) (DIERßEN 1990, DIERSCHKE 1994).

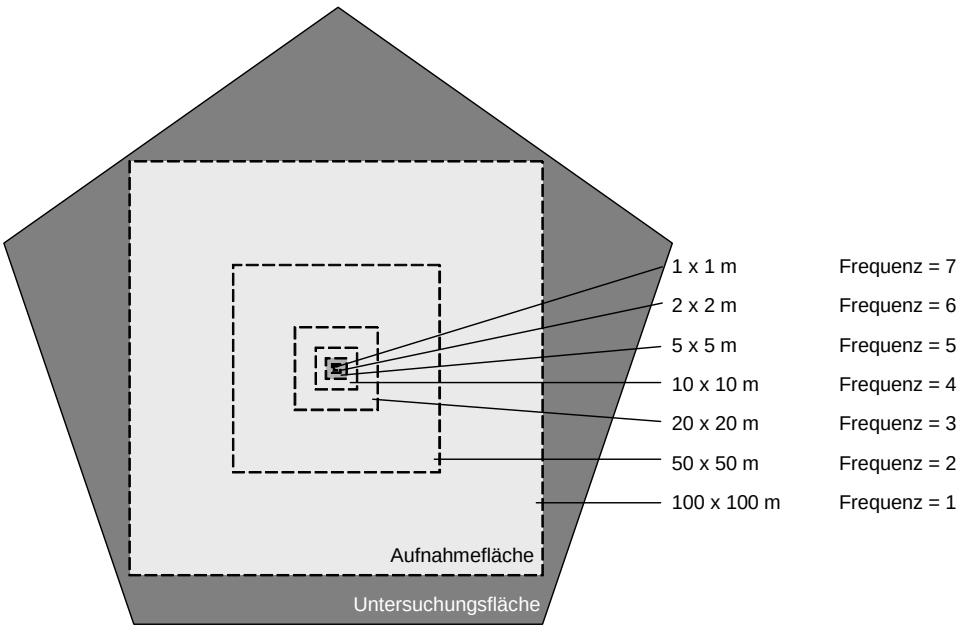


Abb. 3-5: Untersuchungsdesign floristischer Erfassungen

Tab. 3-1: Barkmann-Skala

Wert	Beschreibung	Deckungsgrad
r	1 Individuum (kleine Wuchsform), Deckungsgrad < 1 %	**0,01**
+m	2-5 Individuen (kleine Wuchsform), Deckungsgrad < 1 %	**0,1**
+a	2-5 Individuen, Deckungsgrad 1 - 2 %	**1,5**
+b	2-5 Individuen, Deckungsgrad 2 - 5 %	**3,5**
1m	6-50 Individuen, Deckungsgrad < 1 %	**0,1**
1a	6-50 Individuen, Deckungsgrad 1 - 2 %	**1,5**
1b	6-50 Individuen, Deckungsgrad 2 - 5 %	**3,5**
2m	>50 Individuen, Deckungsgrad < 5 %	**3,5**
2a	Deckungsgrad 5 - 12,5 %	**8,75**
2b	Deckungsgrad 12,5 - 25 %	**18,75**
3a	Deckungsgrad 25 - 37,5 %	**31,25**
3b	Deckungsgrad 37,5 - 50 %	**43,75**
4a	Deckungsgrad 50 - 62,5 %	**56,25**
4b	Deckungsgrad 62,5 - 75 %	**68,75**
5a	Deckungsgrad 75 - 87,5 %	**81,25**
5b	Deckungsgrad 87,5 - 100 %	**93,75**

Das Arteninventar der Umgebung ist mittels Biotopkartierung zu erfassen. Die Kartierungen sind in folgenden Radien durchzuführen: direkt angrenzende Biotope (Kontaktvegetation), 50 m-, 100 m- und 200 m- Radius.

Die Biotopstruktur der gesamten Aufnahmefläche ist hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit dem Leitbild des Zielbiotoptyps wie folgt zu bewerten:

Tab. 3-2: Bewertung der Biotopstruktur

Übereinstimmungsgrad		Beschreibung
1	entspricht vollständig dem Leitbild	mehrschichtiger Bestand; unterschiedlich hohe Gräser/Kräuter nebeneinander, heterogene Dichte der Vegetation; Kräuter besitzen auf dem Großteil der Fläche deutlich höhere Deckung als Gräser
2	entspricht teilweise dem Leitbild	zweischichtiger Bestand; unterschiedlich hohe Gräser/Kräuter, +/- heterogene Dichte der Vegetation; Gräser und Kräuter in ähnlichen Deckungen vertreten, Bereiche mit wechselnder Dominanz, teils homogene Bereiche
3	entspricht nicht dem Leitbild	Dominanz einer Schicht, gleichförmiger Aufbau, geringe Höhenunterschiede, homogene Dichte der Vegetation; Gräser besitzen auf dem Großteil der Fläche eine deutlich höhere Deckung als Kräuter

Die in Tab. 3-3 angegebenen standortkundlichen Parameter sind Bodenkarten zu entnehmen oder gleichzeitig mit den floristischen und strukturellen Aufnahmen im Gelände zu erheben.

Tab. 3-3: Informationsquellen und Erfassungsmethoden von Standortparametern

Standortparameter	Informationsquellen oder Erfassungsmethoden
Höhenstufe	TK 50
Nährstoffhaushalt	Acker- und Grünlandschätzungsrahmen (AG Boden 1996)
Azidität	bodenbildendes Gestein (Grobansprache im Gelände (z.B. Kalkgestein oder Sandstein) oder Auswertung von Bodenkarten)
Wasserhaushalt	Bodenfeuchte gemäß AG Boden (1996) (mindestens zweimalige Begehung zur Ermittlung von Wechselfeuchte und -trockenheit)
Durchwurzelbarkeit	Durchwurzelbarkeit gemäß AG Boden (1996)
Morphologie	Lage im Relief (Ober-, Mittel-, Unterhang, Ebene), Reliefausprägung, Exposition, Inklination gemäß AG Boden (1996)

Baustein 3c: Erfassung der Kosten

Die Arbeitskosten sind mittels Kostendateien untersuchungsflächengenau zu ermitteln und auf 1 ha zu beziehen. Die Entwicklungspflegekosten sind für drei, die Unterhaltungs- und Zusatzkosten für fünf Jahre zu berechnen und auf eine Größe von 1 ha zu beziehen. Sofern für die betrachtete Region keine Kostendateien vorhanden sind, ist die Kostendatei nach LFU (1998) zu nutzen. Die Materialkosten sind durch Recherche bei Saatgutanbietern zu ermitteln. Bezugsgröße ist der Kilopreis für einen 50 kg Sack.

Folgende Angaben sind zu ermitteln:

Entwicklungskosten-Material ($K_{ENT, MAT}$),

Entwicklungskosten-Arbeit_Erstinstandsetzung (K_{ENT, ARB_ERST}),

Entwicklungskosten-Arbeit_Fertigstellung (K_{ENT, ARB_FERT}),

Entwicklungskosten-Arbeit_Entwicklung (K_{ENT, ARB_ENTW}),

Unterhaltungskosten-Arbeit ($K_{UNT, ARB}$),

Zusatzkosten-Material ($K_{ZUS, MAT}$),

Zusatzkosten-Arbeit ($K_{ZUS, ARB}$).

Wenn möglich, sind die tatsächlichen Kosten auf Basis der Bruttoausgaben des Vorhabenträgers zu erfassen und kostenbeeinflussende Faktoren zu vermerken.

Baustein 4a: Bestimmung des Punktwertes für die Kennarten (B_{KA})

Die Soll-Frequenz der Kennarten, d.h. die Frequenz, mit der die Art in dem entsprechenden Zielbiotoptyp auftritt, ist lokaler Literatur zu entnehmen. Sofern keine geeigneten Angaben verfügbar sind, ist sie mittels Referenzflächen zu berechnen.

Der Punktwert KA_i einer Kennart i ergibt sich aus Soll- und Ist-Frequenz der jeweiligen Art gemäss Tab. 3-4.

Tab. 3-4: Kennarten-Punktwert-Matrix für mesophile Grünländer

Ist-Frequenz \ Soll-Frequenz	5	4	3	2	1
7	5	5	5		
6	5	5	5		
5	5	5	5		
4	4	5	5		
3	3	3,67	5		
2	2	2,33	3		
1	1	1	1		

Zudem wird die maximal erreichbare Summe der KA_i-Werte ermittelt. Da der maximal erreichbare KA_i-Wert für jede Art fünf beträgt, entspricht die Summe der maximal erreichbaren KA_i-Werte fünfmal der Anzahl der Kennarten. Der Punktwert für das Bewertungskriterium Kennarten ergibt sich aus dem Verhältnis von maximal erreichbarer und tatsächlich erreichter Punktzahl und wird wie folgt berechnet:

$$B_{KA} = \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{KA_i}{n \bullet 5} \right) \bullet 100$$

KA_i: Punktwert für Kennart i

Der Wert einer Variante entspricht dem Mittelwert (wenn B_{KA} normalverteilt) oder dem Median (wenn B_{KA} nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

Baustein 4b: Bestimmung des Punktwertes für die Biotopstruktur (B_{BS})

Dem Übereinstimmungsgrad zwischen strukturellem Leitbild und struktureller Ausprägung entsprechen folgende Punktwerte für die Biotopstruktur:

Tab. 3-5: Bestimmung des Biotopstruktur-Punktwertes

Übereinstimmungsgrad		Struk
1	entspricht vollständig dem Leitbild	100
2	entspricht teilweise dem Leitbild	50
3	entspricht nicht dem Leitbild	0

Der Wert einer Variante entspricht dem Mittelwert (wenn B_{BS} normalverteilt) oder dem Median (wenn B_{BS} nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

Baustein 4c: Bestimmung des Punktwertes für die Degenerationszeiger (B_{DZ})

Der Punktwert DZ_i eines Degenerationszeigers i entspricht der ermittelten Ist-Frequenz der jeweiligen Art (Tab. 3-6).

Tab. 3-6: Bestimmung des Degenerationszeiger-Punktwertes

Ist-Frequenz	DZ_i
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7

Der Punktwert für das Bewertungskriterium Degenerationszeiger wird anhand folgender Formel berechnet:

$$B_{DZ} = 100 - \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{DZ_i}{n \bullet 7} \right) \bullet 100$$

DZ_i: Punktwert für Degenerationszeiger i

Der Wert einer Variante entspricht dem Mittelwert (wenn B_{DZ} normalverteilt) oder dem Median (wenn B_{DZ} nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

Baustein 4d: Bestimmung des Punktwertes für die Problemarten (B_{PA})

Problemarten sind nicht stets, sondern erst ab einer Deckung von 20 % zu werten. Der Punktwert für das Bewertungskriterium Problemarten ist wie folgt zu berechnen:

$$PA_i = \begin{cases} DG_i & \text{, falls } DG_i \geq 20\% \\ 0 & \text{, sonst} \end{cases}$$

$$B_{PA} = \max\left(100 - \sum_{i=1}^{n} PA_i \quad , \; 0\right)$$

DG_i: Deckungsgrad der Problemart i

PA_i: Punktwert der Problemart i

Der Wert einer Variante entspricht dem Mittelwert (wenn B_{PA} normalverteilt) oder dem Median (wenn B_{PA} nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

Baustein 4e: Bestimmung des Punktwertes für die Streudeckung (B_{SD})

Der Punktwert für das Bewertungskriterium Streudeckung wird wie folgt berechnet:

$$B_{SD} = 100 - DG_{STREU}$$

DG_{STREU}: Deckungsgrad der Streuschicht.

Der Wert einer Variante entspricht dem Mittelwert (wenn B_{SD} normalverteilt) oder dem Median (wenn B_{SD} nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

Baustein 4f: Darstellung der Punktwerte

Die Punktwerte der Bewertungskriterien aller untersuchten Varianten sind im Sinne eines Bewertungsprofiles mehrdimensional in Kiviat-Diagrammen abzubilden. Jeder Punktwert auf einer Achse von 0 bis 100 darzustellen, so dass das Diagramm insgesamt 5 Achsen enthält.

Baustein 4g: Bestimmung des Punktwertes für die Problemarten (P_{PA})

Als Punktwert für die Problemarten P_{PA} wird der im Baustein 4d eingeführte Punktwert B_{PA} verwendet.

$$P_{PA} = B_{PA}$$

Baustein 4h: Bestimmung des Punktwertes für die Streudeckung (P_{SD})

Als Punktwert für die Streudeckung P_{SD} wird der im Baustein 4e eingeführte Punktwert B_{SD} verwendet.

$$P_{SD} = B_{SD}$$

Baustein 4i: Berechnung eines Wertes für die Effektivität

Die Punktwerte B_{KA}, B_{BS}, B_{DZ}, B_{PA} und B_{SD} werden zunächst zu Werten für die floristische Ausstattung, die strukturelle Ausstattung und die Beeinträchtigungen zusammengefasst:

$$B_{FLO} = B_{KA}$$

$$B_{STR} = B_{BS}$$

$$B_{BEE} = \frac{B_{DZ} + B_{PA} + B_{SD}}{3}$$

B_{FLO}: floristische Ausstattung

B_{STR}: strukturelle Ausstattung

B_{BEE}: Beeinträchtigungen

Aus diesen wird anschließend der Wert für die Biotopausprägung B berechnet.

$$B = \frac{B_{FLO} + B_{STR} + B_{BEE}}{3}$$

B: Biotopausprägung

Die Punktwerte P_{PA} und P_{SD} werden zu Werten für die entwicklungshemmenden Arten (P_{EHA}) und die entwicklungshemmende Streuschicht (P_{EHS}) zusammengefasst:

$$P_{EHA} = P_{PA}$$

$$P_{EHS} = P_{SD}$$

Aus diesen wird anschließend der Wert für das Entwicklungspotenzial P berechnet.

$$P = \frac{P_{EHA} + P_{EHS}}{2}$$

P: Entwicklungspotenzial

Bei jungen Maßnahmen ist das Entwicklungspotenzial in die Berechnung der Effektivität einzubeziehen. Bei alten Maßnahmen ergibt sich die Effektivität direkt aus der Biotopausprägung.

$$E = \begin{cases} \frac{B+P}{2} & \text{, bei jungen Maßnahmen} \\ B & \text{, bei alten Maßnahmen} \end{cases}$$

E: Effektivität

Baustein 4j: Zuordnung des Effektivitätswertes zu Effektivitätsklassen

Der Effektivitätswert kann einer der folgenden fünf Effektivitätsklassen zugeordnet werden:

Tab. 3-7: Effektivitätsklassen

Punktwert	Klasse	Bezeichnung	Signatur
0 - 19	1	sehr schlecht	rot
20 - 39	2	schlecht	orange
40 - 59	3	mittel	gelb
60 - 79	4	gut	hellgrün
80 - 100	5	sehr gut	dunkelgrün

Baustein 4k: Berechnung der Teil- und Gesamtkosten

Zunächst werden die Kosten für die Entwicklungskosten-Arbeit bestimmt:

$K_{ENT, ARB} = K_{ENT, ARB_ERST} + K_{ENT, ARB_FERT} + K_{ENT, ARB_ENTW}$

Die Entwicklungskosten-Arbeit ergeben zusammen mit den Entwicklungskosten-Material die Entwicklungskosten für die jeweilige Variante:

$K_{ENT, GES} = K_{ENT, MAT} + K_{ENT, ARB}$

Die Unterhaltungskosten betragen:

$K_{UNT, GES} = K_{UNT,ARB}$

Sofern Nachbesserungen erforderlich waren, werden die dabei anfallenden Material- und Arbeitskosten addiert und als Zusatzkosten angegeben:

$K_{ZUS, GES} = K_{ZUS, MAT} + K_{ZUS, ARB}$

Die Entwicklungs-, Unterhaltungs- und Zusatzkosten ergeben die Gesamtkosten:

$K = K_{ENT, GES} + K_{UNT, GES} + K_{ZUS, GES}$

K: Gesamtkosten

$K_{ENT, GES}$: Entwicklungskosten

$K_{ENT, MAT}$: Entwicklungskosten - Material

$K_{ENT, ARB}$: Entwicklungskosten - Arbeit

K_{ENT, ARB_ERST}: Entwicklungskosten - Arbeit_Erstinstandsetzung

K_{ENT, ARB_FERT}: Entwicklungskosten - Arbeit_Fertigstellung

K_{ENT, ARB_ENTW}: Entwicklungskosten - Arbeit_Entwicklung

$K_{UNT, GES}$: Unterhaltungskosten

$K_{UNT, ARB}$: Unterhaltungskosten - Arbeit

$K_{ZUS, GES}$: Zusatzkosten

$K_{ZUS, MAT}$: Zusatzkosten-Material

$K_{ZUS, ARB}$: Zusatzkosten-Arbeit

Die Teilkosten einer Variante entsprechen dem Mittelwert (wenn Kosten normalverteilt) oder dem Median (wenn Kosten nicht normalverteilt) aller Flächen der jeweiligen Variante.

Baustein 5: Interpretation und Diskussion

Zur Identifikation effizienter Varianten sind Effektivität und Kosten zweidimensional in einem Effektivitäts-Kosten-Diagramm gegenüberzustellen.

Ursachen für Effektivitäts- und Kostenunterschiede der Untersuchungsobjekte sind zu analysieren und zu diskutieren, effiziente Varianten zu identifizieren und die Voraussetzungen für deren Anwendung anzugeben. Für die Interpretation der Effektivitätsunterschiede, empfiehlt es sich, nicht nur die direkt für die Bewertung genutzten, sondern alle floristischen Daten zu betrachten. Zur Identifikation von Einspaarpotenzialen sollte ein Vergleich der berechneten Kosten der untersuchten Varianten mit deren tatsächlichen Kosten erfolgen. Sofern bei den Untersuchungen nicht alle prinzipiell möglichen Varianten berücksichtigt wurden, sind Effektivität und Kosten weiterer Varianten durch Literaturauswertung zu erschließen.

Baustein 6: Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

Es sind ein praktikables Entscheidungsschema zur Auswahl der im Einzelfall empfehlenswertesten Ersteinrichtungsvariante und übersichtliche Verfahrenssteckbriefe zu erarbeiten.

Das Entscheidungsschema soll die Auswahl der empfehlenswertesten Ersteinrichtungsvariante in Abhängigkeit von abiotischen, biotischen, organisatorischen und administrativen Ausgangsbedingungen der Maßnahmenflächen unterstützen. Zudem sind, sofern möglich, Kostenaspekte einzubeziehen.

In den Verfahrenssteckbriefen sind Anwendungsbereiche und -voraussetzungen, Hinweise zur Durchführung, ungefähre Kostenangaben und Referenzen für empfehlenswerte Varianten zusammenzufassen.