

Pflege- und Ausbaumaßnahmen an Gräben der Singener Aach-Niederung - Ihre Auswirkungen auf Vegetation und Diasporenbank

U. Krause, P. Poschlod & A. Kapfer

1. Einleitung

Um in Niederungen mit hochanstehendem Grundwasser eine Grünlandnutzung zu ermöglichen, wurden Entwässerungsgräben zur raschen Abfuhr überschüssigen Niederschlagswassers angelegt. Diese Gräben wurden früher von den Landwirten periodisch in Handarbeit "in Stand" gehalten. Die Wiederbesiedelung erfolgte rasch, da die Räumungsmaßnahmen räumlich und zeitlich begrenzt waren. Allen Arten im Raum waren, wenn auch an wechselnden Standorten, Lebensmöglichkeiten geboten (KAULE 1986, S.145).

Heute sind vorwiegend Boden- und Wasserverbände oder Kommunen für die Grabenpflege zuständig. Sie setzen meist große Maschinen ein und führen die Räumungsmaßnahmen in einem Gebiet flächendeckend durch. Dadurch wird das Potential für eine Wiederbesiedelung stark verringert und diese dadurch erschwert, die Lebensräume verarmen.

Obwohl diese Ausbau- und Pflegemaßnahmen regelmäßig durchgeführt werden, liegen - im Gegensatz zum Ausbau kleiner Fließgewässer - noch wenige Kenntnisse über ihre Auswirkungen vor. BECK ET AL. (1988) betonen aber, daß Gräben einen völlig anderen Lebensraumtypus als natürliche Fließgewässer darstellen und Untersuchungen an jenen nicht auf Gräben übertragbar seien. Allerdings ist, wie auch LEIDERS (1991) feststellt, die Grenzziehung zwischen beiden nicht immer eindeutig, da viele kleine Fließgewässer durch Ausbau stark verändert wurden (vgl. KONOLD 1984).

Es ist jedoch erkannt worden, daß Gräben in intensiv genutzten Agrarlandschaften Überlebensräume für gefährdete Pflanzen- und Tierarten sind. RUTHSATZ (1983) weist den Gräben eine große Bedeutung als Lebensraum für selten gewordene Arten zu. Nach KAULE (1986, S. 133) sind Gräben in kultivierten Niedermooren die wichtigsten nutzungsbedingten Ausgleichsflächen. Sie können ein bedeutendes Wiederbesiedlungspotential für die heute vorangetriebene Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzflächen bergen.

In dieser Arbeit wurden im Jahre 1991 Entwässerungsgräben untersucht, an denen in den Jahren 1987 und 1988 im Rahmen der Zweckflurbereinigung Autobahnbau Singen-Friedingen unterschiedliche Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen durchgeführt wurden. An ihnen wurde zum einen die Grabensohlenvegetation und einige wasserchemische Parameter aufgenommen. Zum zweiten wurde über Grabentransekte, Einzelartenkartierung und Diasporenbank untersucht, welche Vegetation die Gräben wiederbesiedelt, von welchen Faktoren die Wiederbesiedelung abhängt und in welchem Ausmaß gefährdete Arten in den Gräben einen Überlebensraum vorfinden.

Die Untersuchung ist eingebunden in ein auf fünf Jahre angelegtes Projekt des Instituts für Landschaftsökologie und Naturschutz in Singen/Hohentwiel. Im Auftrag der Stadt Singen sollen Kenntnisse über mehrere Grabensysteme auf der Gemarkung der Stadt Singen gewonnen werden, die eine bessere Beurteilung ihres ökologischen Zustandes ermöglichen. Daraus sollen Defizite erkannt und Vorschläge zur Verbesserung der Grabenpflege erarbeitet werden.

2. Das Untersuchungsgebiet

2.1 Geologie und Hydrologie

Die Niederung der Radolfzeller Aach nördlich Singen ist ein Teil der Singener Niederung. Diese gehört naturräumlich zum nordwestlichen Hegaubecken, welches westlich von Juranagelfluh- und Deckentuffbergen, den Hegauvulkanen, nordöstlich von der Oberen Meeresmolasse-Hügelkette des Friedinger Schloßberges und südöstlich von der Singener Endmoräne begrenzt wird.

Die Niederung entstand im Quartär, als vom Rheingletscher und seinen Flüssen erodierte Becken mit Schmelzwasserkiesen wieder aufgefüllt wurden. Diese sind aufgrund ihres alpinen Ursprungs sehr vielfältig und zumeist kalkhaltig (STAATLICHE ARCHIVVERWALTUNG BADEN-WÜRTTEMBERG 1984).

Die Böden, die auf diesen Kiesen entstanden, haben eine hohe Wasserdurchlässigkeit. In der schwach welligen Niederung entstanden durch Talversumpfung alluviale Moorbildungen mit 30 - 170 cm Torfmächtigkeit. Der Torf ist aufgrund der Überschwemmungen der Aach stark durchschlickt, örtlich auch durchsandet (GÖTTLICH & KLÖTZLI 1975).

2.2 Klima

Das Klima des Gebietes zeichnet sich als Sommerregengebiet aus, da es vor allem im Juni und Juli zu Schauerniederschlägen und Gewittern kommt. In diesen Monaten regnet es rund ein Viertel der jährlichen Niederschläge. In den winterlichen Westwetterlagen liegt das Gebiet im Regenschatten des Schwarzwalds und der Hegauberge, deshalb liegt der Jahresniederschlag unter 800 mm. Das Beobachtungsjahr 1991 war allerdings ein besonders trockenes Jahr.

Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 8°C, bedingt durch die relativ niedere Lage. Die mittlere Dauer der Vegetationsperiode beträgt rund 230 Tage (STAATLICHE ARCHIVVERWALTUNG BADEN-WÜRTTEMBERG 1984).

2.3 Nutzung

Zur Zeit der Dreifelderwirtschaft (800-1850) wurden die überschwemmungsfreien Parzellen größtenteils als Ackerland, die aachnahen, häufig überschwemmten Parzellen größtenteils als Hutweide genutzt.

Mitte des 19. Jahrhunderts wurde die Dreifelderwirtschaft aufgelöst, die Viehweiden größtenteils in Heuwiesen, Öhmdwiesen und Wässerwiesen umgewandelt. Die meisten Be- und Entwässerungsgräben wurden auch im 19. Jahrhundert angelegt.

Die Nutzung der Aachniederung war bis in die 50er Jahre dieses Jahrhunderts relativ extensiv. Durch verbesserte Düngung und Entwässerung, sowie durch die Silierung des Schnittguts werden die meisten Wiesen heute mindestens dreischnittig genutzt. Weitere Intensivierung führte zur Umwandlung von Wiesen in Maisäcker. Sehr nasse Wiesen und Streuwiesen fielen brach oder werden nur noch zu Naturschutzzwecken gepflegt (BAUER ET AL. 1990).

1979 wurden im Hausener Aachried 50 ha, die noch reich strukturiert sind, als NSG ausgewiesen.

Seit 1988 gibt es ein Programm der Stadt Singen zur extensiven Bewirtschaftung ökologisch wertvoller landwirtschaftlicher Flächen, das besonders auf die Feuchtwiesen im Aachtal zielt. Von den 40 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche im NSG Hausener Aachried wurden 1989 6,6 ha im Zweischnittwiesenvertrag, 3,4 ha im Einschnittwiesenvertrag und 2,1 ha im Streuwiesen-

pflegevertrag bewirtschaftet. Nach Vollendung der Flurbereinigung auf Friedinger Gemarkung erhofft man sich eine Vergrößerung der extensiv bewirtschafteten Fläche.

2.4 Pflege und Ausbau des Grabensystems

Da Gräben künstlich geschaffene Standorte sind, sind Unterhaltungsmaßnahmen zur Aufrechterhaltung ihrer Funktionstüchtigkeit im Dienste der Landnutzung notwendig (CASPER & HECKMAN 1981; NITSCHKE 1985).

Für die Pflege des Grabensystems in der Aachniederung ist das Stadtentwässerungsamt Singen zuständig. Sie besteht zur Zeit aus einer zweijährlich alternierenden Mahd im Winter. Dabei werden nicht alle Gräben des Gebietes im gleichen Winter gemäht. Eine Sohlenräumung wird nach Bedarf durchgeführt, wenn zu starke Sedimentablagerungen eine genügende Wasserabfuhr nicht mehr gewährleisten. Zur Mahd werden für die Böschungen ein Balkenmäher und für die Sohlen die Sense verwendet. Zur Sohlenräumung wird eine Fräse oder ein Löffelbagger eingesetzt.

Im Zuge der Flurbereinigung auf Friedinger Gemarkung sollten auch die Gräben im Rahmen der Unterhaltung ausgebaut werden. Wegen des laufenden Flurbereinigungsverfahrens ruhte die Grabenunterhaltung etwa zehn Jahre. Die Planung erfolgte zunächst durch das Wasserwirtschaftsamt, das für die meisten Gräben einen Regelquerschnitt vorsah. In Zusammenarbeit von Flurbereinigungsamt und Naturschutzbund Deutschland, dem die Betreuung des NSG "Hausener Aachried" obliegt, wurde eine differenzierte Behandlung der Gräben vorgeschlagen.

Der Ausbau bzw. Unterhalt der Gräben erfolgte im Winter 1987/88. Dabei wurden manche Gräben auf der ganzen Länge, andere nur auf Teilabschnitten ausgebaut. Dabei gab es folgende Varianten (Abb. 1):

- nur gemähte Gräben
- nur die Grabensohle geräumt
- einseitig ausgebaute Gräben (Sohle eingetieft, eine Böschung erhalten, die gegenüber liegende abgeflacht)
- beidseitig geräumte Gräben (Sohle eingetieft, beide Böschungen abgeflacht)
- alte Grabensohle erhalten (abschnittsweise wurde neben der alten Grabensohle eine neue tieferliegende angelegt)
- "naturnah" ausgebaut (breites Grabenprofil mit gewundenem Verlauf und Aufweitungen/Stillwasserzonen)

3. Methoden

3.1 Kartierung der Grabenvegetation

Zur Beschreibung der Grabenvegetation und der Ausbauten wurden zwei verschiedene Kartiermethoden verwendet. Die Vegetation der Grabensohle wurde flächendeckend zur Klassifizierung der Gräben aufgenommen. Da die Sohle deutlicher differenziert und ein einheitlicherer Standort ist, ist sie zur Typisierung besser geeignet als die Böschung. So zeigten Weiss et al. (1992) an Gräben im Wurzachener Ried, daß die Sohlenvegetation neben dem Wasserchemismus von der Art der Räumung, der angrenzenden Vegetation und der Wasserführung beeinflusst ist. Die Vegetation der Grabenböschung zeigt dagegen keine Abhängigkeit von der Morphologie, der Wasserführung und der Wasserchemie. Desweiteren wurde die Transektmethode als Dauerbeobachtungsmethode mit genauer Vegetationserfassung, exakter Einmessung und Vermarkung angewendet. Sie ermöglicht außerdem einen Vergleich der einzelnen Ausbauten untereinander.

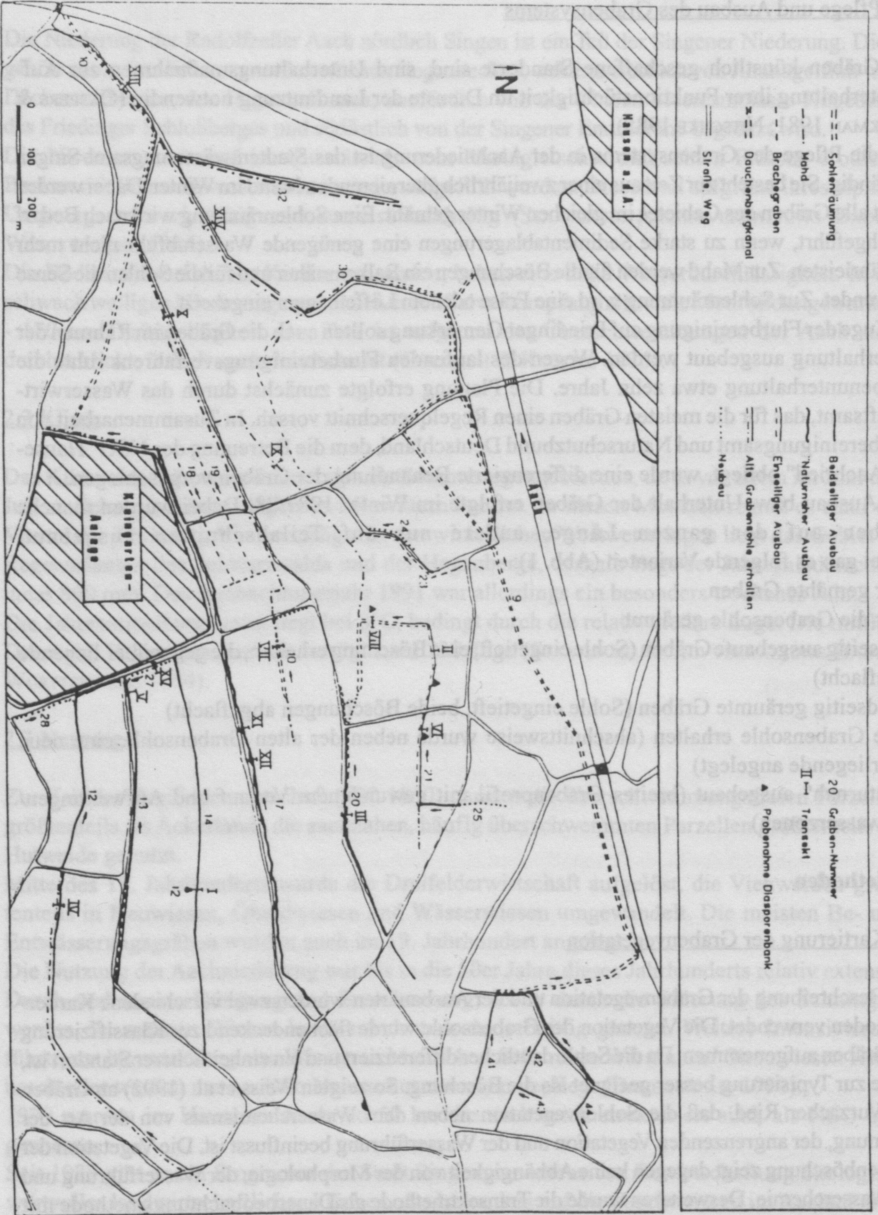


Abb. 1: Karte der Grabenpflege- und Ausbautypen

Es wurde jeweils die Gesamtdeckung der Strauch-, Kraut- und Mooschicht geschätzt. Die Deckung der einzelnen Gefäßpflanzenarten wurde bei beiden Methoden nach einer erweiterten Schätzskala von BRAUN-BLANQUET aufgenommen (siehe PFADENHAUER ET AL. 1986, S.60).

Parallel zur Sohlvegetationskartierung wurde eine Wuchsortkartierung mehrerer Einzelarten durchgeführt. Ihre Auswahl erfolgte nach Artenschutzaspekten, ob Gräben für bestimmte Arten Überlebensräume sein können, und ökologischer Aussagekraft.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach ROTHMALER (1988), die der Characeen nach KRAUSE (1979).

3.2 Diasporenbank

Begleitend zu den Kartierungen wurde exemplarisch untersucht, wie sich die Ausbaumaßnahmen auf die Diasporenbank im Boden auswirken und wieviele Diasporen durch den Abtrag von Boden verloren gehen. Außerdem sollte überprüft werden, ob die Gräben als Überlebensräume für gefährdete Arten des extensiven Feuchtgrünlandes dienen. Dazu wurden an drei Grabenausbautypen entlang des Langwiesengrabens (Nr. 21) Proben entnommen (siehe Abb. 1 und 2).

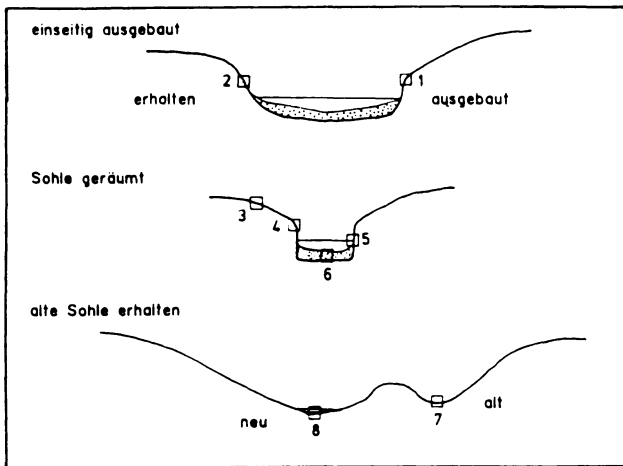


Abb. 2: Standorte der Diasporenbankuntersuchung

Die Probenahme erfolgte am 14.3.91 mit einem Wurzelbohrer mit 8 cm Durchmesser. Es wurden jeweils 10 Proben pro Standort in 0 - 6,5 cm Tiefe, dem hauptsächlich Diasporen führenden Horizont, genommen. Durch dicke Rhizome und den stark kiesigen Untergrund war die Probenahme bei der alten Grabensohle nicht immer so tief möglich. Die Gesamtprobebläche eines Standorts beträgt somit 503 cm² und das Gesamtprobevolumen 3.267 cm³.

Der Boden wurde von Hand gekrümelt und von größeren Steinen, Rhizomen und anderen lebenden Pflanzenteilen getrennt. Die Mischproben wurden unter Freilandbedingungen in Pflanzschalen in ca. 3 cm Schichtdicke über den Zeitraum von 14 Monaten exponiert. Gegen Kontamination durch flugfähige Diasporen wurden sie mit einer Gaze abgedeckt. Die auflaufenden Keimlinge wurden bestimmt und gezählt.

4. Erläuterung der Ergebnisse

4.1 Die Vegetation der Grabensohle in Abhängigkeit von verschiedenen Standortsfaktoren

Zur Verdeutlichung der Abhängigkeit der Grabensohlenvegetation (Tab. 1) von verschiedenen Standortsfaktoren sind die wichtigsten in Tab. 2 aufgeführt. Es zeigt sich, daß die Wasserführung und der Ausbauzustand die prägendsten Faktoren für die Vegetationsausbildung sind. Fließendes Wasser und ganzjährige bzw. langzeitige Wasserführung behindern die Pflanzenetablierung. Dies zeigt sich an dem artenarmen Typ der ständig wasserführenden, gepflegten Gräben (Typ 1). Ebenso gehören Graben 12 und der beidseitig ausgebaute Abschnitt von Graben 17 mit ganzjähriger bzw. langzeitiger Wasserführung zu den Grabensohlen mit der geringsten Gesamtdeckung bei den ausgebauten Gräben.

Der unterschiedliche Ausbauzustand bedingt deutliche Unterschiede in der Morphologie der Gräben. Die ausgebauten Gräben sind deutlich breiter und tiefer als die gepflegten bzw. brachgefallenen, wenn man von den Grabensammeln und den Grabenanfängen absieht. Das ursprünglich grabentypische Kastenprofil ist zu einem Trapezprofil aufgeweitet worden. Die verschiedenen Ausbaumaßnahmen wirken sich allerdings nicht differenzierend auf die Grabensohlenvegetation aus. Die Sohle war in jedem Fall nach den Ausbaumaßnahmen ein Rohbodenstandort. Die neben der neuen Sohle liegende alte führte bisher zu keiner anderen Artengarnitur in der neuen Sohle (Typ 6) als bei den anderen neugeschaffenen Grabensohlen.

Das Substrat der Grabensohle ist kein differenzierendes Merkmal. Die geringere Tiefe der gepflegten und brachgefallenen Gräben bedingt, daß sie vorwiegend im Torfkörper liegen. Die angrenzende Vegetation wirkt sich auf die Grabensohlenvegetation nur dann aus, wenn nicht mehr gepflegte Gräben in brachgefallenen Flächen liegen.

Der Wasserchemismus ist stark durch die geologischen Verhältnisse bestimmt. Insgesamt kann man kalkreiche, oligo- bis mesotrophe Bedingungen an allen Gräben annehmen. Stellenweise dominierend auftretendes *Phalaris arundinacea* mit höheren Deckungsgraden und größeren Wuchshöhen besonders in ackerbaulich genutzter Umgebung deutet auf lokale Eutrophierung hin (vgl. RUTHSATZ 1983, S. 374). Stagnierende Verhältnisse meist in Zusammenhang mit starker Erwärmung bei ungehinderter Sonneneinstrahlung führen zur Verschlechterung der Wassergüte, vor allem bei Ammonium. Dies wurde deutlich sichtbar durch die Ausbildung von Algenwatzen und Lemna-Decken.

Ansonsten ist keine Differenzierung bzw. Zuordnung zu den Vegetationstypen anhand des Wasserchemismus möglich. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangten WEISS ET AL. (1992) in Grünlandgräben im Wurzacher Ried. Sie fanden die deutlichste Korrelation zwischen Wasserführung und Artenzusammensetzung. Eine Differenzierung durch den Wasserchemismus war nicht möglich.

4.2 Vergleichende Betrachtung der Transekte untereinander

Durch Vergleich der Transekte sollen die Wirkungen der verschiedenen Ausbau- bzw. Pflegemaßnahmen auf die Vegetationsausbildung analysiert werden. Dabei ist es wichtig, inwieweit sich die Transekte des gleichen Typs unterscheiden bzw. ähneln und wie die Typen zueinander in Relation stehen.

Wie schon bei der Grabensohlenvegetation gezeigt, lassen sich anhand der Morphologie deutliche Unterschiede aufzeigen (Tab. 3). Die ausgebauten Gräben sind alle breiter und tiefer

als die gepflegten. Doch gibt es innerhalb der Gruppen noch große Unterschiede. So haben die beiden einseitig ausgebauten Transekte (II,III) ein sehr unterschiedliches Querprofil.

Wenn man die Transekte untereinander vergleichen will, steht man vor dem Problem, daß die Transekte alle unterschiedlich lang sind. Da nur die Grabentypen an sich verglichen werden, werden die Teilflächen der angrenzenden Nutzung aus der Betrachtung ausgeschlossen. Es werden nur die Transekte bearbeitet, bei denen pro Typ zwei Transekte vorliegen. Die Transektlänge variiert dann von 1,8 bis 3,8 m in den gepflegten Gräben und von 3,8 bis 9,8 m in den ausgebauten Gräben.

Wie aus Tab. 3 ersichtlich wird, liegt die in den Transekten auftretende Artenzahl in den ausgebauten Grabentypen deutlich höher ist als in den gepflegten. Dies kann nicht nur auf die unterschiedliche Transektlänge zurückgeführt werden. So ist Transekt II, einseitig ausgebaut, gleichlang wie Transekt X, gemäht, hat aber mit 50 gegenüber 35 Arten eine deutlich höhere Artenvielfalt.

Zu ähnlichen Befunden gelangten CASPERS & HECKMAN (1981) und MEYER (1992) bei Untersuchungen von Gräben in der Elbmarsch. CASPERS & HECKMAN (1981, S.476) stellten die höchste Artenvielfalt im zweiten und dritten Stadium einer fünfstufigen Verlandungsserie fest. Nach MEYER (1992) erfuhren stark verlandete Gräben nach maschineller Entschlammungsmaßnahmen eine explosionsartige, artenreiche Besiedelung durch Makrofloren- und vor allem Makrofaunentaxa.

Für die Transekte I bis XII wurde - unter Einschränkung der Bewertbarkeit durch unterschiedliche Flächengröße - eine Ähnlichkeitsmatrix mit dem Jaccard-Index erstellt (Tab. 4). Dies ist deshalb vertretbar, weil es auch einer der Wesenszüge des Ausbaus ist, daß der Querschnitt verbreitert und die Sohle eingetieft wurde, woher die Unterschiede in der Transektlänge herrühren.

Vom Ausbautyp her gleichen sich der einseitige Ausbau (Transekt II und III) und der bei dem die alte Sohle erhalten blieb (Transekt IV und VI), da jeweils eine Böschung neu und eine erhalten ist. In Transekt XII, "naturnah", ist zwischen den zwei Sohlen noch ein kleiner Rest ehemaliger Böschung erhalten. Ansonsten entspricht der "naturnahe" Ausbau (Transekt XI und XII) eher dem beidseitigen (Transekt I und V).

Die gepflegten Gräben sind nicht nur morphologisch vergleichbar. Die Sohlenräumung (Transekt VII und VIII) ist eine periodische Pflegemaßnahme, ansonsten werden diese Gräben genauso wie die anderen (Transekt IX und X) im 2-jährigen Turnus gemäht.

Aus der Matrix läßt sich nun ersehen, daß die ausgebauten Gräben untereinander ähnlicher sind als die gepflegten. Tendenziell hat ein Graben die höchste Ähnlichkeit mit dem Graben des gleichen Typs. Bei den Transekten VII, VIII und IX bewegt sich die Ähnlichkeit zu gepflegten Gräben im selben Rahmen wie zu ausgebauten, was sicher zu einem guten Teil durch die geringe Flächengröße bedingt ist. Transekt X fällt durch durchwegs geringe Ähnlichkeiten auf. Einzig im Vergleich mit dem Graben mit gleicher Pflege befindet sich die Ähnlichkeit im mittleren Bereich. Einseitig ausgebauten Gräben stehen bezüglich Morphologie und Vegetation zwischen den beidseitig und den nicht ausgebauten Gräben.

Zusammenfassend kann man also zu der Schlußfolgerung kommen, daß durch den Grabenausbau neue Standorte entstehen, die sich in der Vegetation stark von den alten Strukturen unterscheiden. Die ausgebauten Gräben sind zwar artenreicher als die gepflegten, die verschiedenen Ausbautypen ähneln sich aber stärker als die gepflegten Grabentypen. Dies bedeutet, daß großflächiger Ausbau zur Vereinheitlichung der Systeme führt (vgl. KONOLD 1984 S.217 ff).

Tabelle 1: Differentialarten der Grabenvegetation (Stetigkeitstabelle)

Grabentyp	1	2	3	4	5	6	7	8
Aufnahmezahl	11	10	7	9	5	15	8	14
d1 Carex acutiformis	III	V	V	V	III	V	V	V
Phalaris arundinacea	IV	IV	IV	III	IV	V	V	IV
d2 Phragmites australis	IV	II	II	IV		II	III	I
d3 Elodea canadensis	II							
Callitriche palustris	III							
d4 Juncus articulatus		II	III	I	III	V	V	V
Mentha aquatica	I	IV	II			V	V	V
Tussilago farfara		I				IV	IV	V
Ranunculus repens			II			V	V	IV
Lycopus europaeus		II	I			III	II	II
Potentilla anserina			III			II	IV	III
Potentilla reptans		I	II			II	IV	III
d5 Berula erecta	II	III				IV	II	
Alisma plantago-aquat.	I	III	II			V	IV	I
Sparganium erectum	III					III	I	
d6 Glyceria fluitans		I			III	II	II	
Glyceria picata		II	II		II	II	III	
Lemna minor	I	I			II	II	I	
Nasturtium officinalis	I				I	II	I	
Veronica anag.-aquat.	III				I	II	II	
d7 Juncus subnodulosus		IV	IV	IV		V	III	II
d8 Carex disticha	I		III	I		IV	V	III
Epilobium parviflorum			III			IV	V	III
Ranunculus flammula		I	II		I	IV	IV	I
d9 Carex flacca			I			III	III	I
Carex oederi		I	I	II		II	II	II
Juncus inflexus		I		I		III	III	III
Senecio aquaticus			I			I	III	III
d10 Festuca rubra			II	I		I	IV	
Festuca arundinacea			II	I		II	IV	IV
Holcus lanatus			II			I	V	V
Alopecurus pratensis			II			III	III	I
Cirsium oleraceum			II	I		I	IV	I
Lysimachia nummularia			IV			II	III	III
d11 Arrhenatherum elatius			II			I	II	II
Dactylis glomerata			I				II	II
Anthoxanthum odoratum			I				II	II
Prunella vulgaris						I	IV	I
Piantago lanceolata			I			I	III	III
Galium mollugo			II				III	III
d12 Juncus effusus			II	II		I	II	III
Deschampsia caespitosa			I	II		I	II	III
Calamagrostis epigejos			IV	III		I	I	III
Solidago gigantea			III	III		I	I	I
Salix caprea cf			II	I		I	II	II
Salix alba cf						II	II	II

Tabelle 2: Zusammenfassende Darstellung der Vegetationstypen der Grabensohle

Grabentyp	Typ1 ständig wasser- führende Gräben	Typ2 gepflegte, kurzzeitig trockene Gräben	Typ3 kleine, gepflegte, länger trockene Gräben	Typ4 brachgefallene, temporär wasser- führende Gräben	Typ5 neugebaute ruhende Wasserflächen	Typ6 ausgebaute, kurzzeitig trockene Gräben	Typ7 ausgebaute, länger trockene Gräben	Typ8 ausgebaute, temporär wasser- führende Gräben
Wasserführung	nicht / kurz trocken fallend fließendes Wasser	<2 Monate trocken fließendes Wasser	3-4 Monate trocken	temporär	nicht / kurz trockenfallend stagnierendes Wasser	1-3 Monate trocken fließendes Wasser	3-4 Monate trocken	temporär
Ausbau/ Pflege	Sohle geräumt gemäht	Sohle geräumt gemäht	gemäht, alte Sohle	keine bzw. seltene Pflege	Neubau	beidseitig einseitig "naturnah", neu	beidseitig einseitig "naturnah"	beidseitig neu
Profil	Kasten	Kasten	Kasten	Kasten	Teichartig	Trapez	Trapez	Trapez
Ges.breite (m)	1,0 - 4,0	0,8 - 2,0	1,0	1,0 - 3,0	bis >7,5	2,0 - 5,0	2,5 - 5,0	1,8 - 5,0
Ges.tiefe (cm)	50 - 100	50 - 60	30 - 60	15 - 60	80 - 100	60 - 140	60 - 130	20 - 120
Sohlbreite	60 - 160	40 - 80	40 - 80	40 - 100	bis > 300	60 - 100	40 - 80	40 - 80
Substrat	verschiedene Substrate	vorwiegend Torf	Torf	vorwiegend Torf	Kies, Torf	verschiedene Substrate	verschiedene Substrate	verschiedene Substrate
Angrenzende Nutzung	Grünland, Brache Streuwiese Weidensaum Pappelforst	Grünland Brache Streuwiese	Grünland (Acker)	Brache, Acker Grünland Feldgehölz Pappelforst	Grünland einseitig bepflanzter Randstreifen	Grünland Acker, Brache Feldgehölz	Grünland (Acker, Brache)	Grünland Acker
Deckung (%): Krautschicht	2 - 100	80 - 95	40 - 90	20 - 100	20 - 100	20 - 95	60 - 100	60 - 100
Moosschicht	0 (1x20%)	0	0 - 5	0 - 10	0	0 - 10	0 - 50	0 - 50
Artenzahl	2 - 18	4 - 22	12 - 24 (alte Sohle 44)	3 - 26	8 - 10	11 - 38	14 - 40	12 - 48

Tabelle 3: Ergänzende Daten zu den Transekten I bis XII

Ausbau- und Pflgetypen: beid = beidseitig; nat = "naturnah"; ein = einseitig; a.S. = alte Sohle erhalten; Sohl = Sohle geräumt;
 Länge des Transekts ohne Grünlandflächen in Meter, Tiefe und Breite des Grabens in Meter

Transekt Typ	ausgebaut:								gepflegt:			
	I beid	V beid	XI nat	XII nat	II ein	III ein	IV a.S.	VI a.S.	VII Sohl	VIII Sohl	IX Mahd	X Mahd
Artenzahl o. Grünl.	50	50	58	53	50	53	46	53	35	35	31	35
Länge o. Grünl.	5,2	5,8	9,6	9,8	3,8	5,6	6,6	4,2	2,4	1,8	3,4	3,8
Tiefe	1,3	1,2	1,5	1,2	0,8	1,2	1,2	0,9	0,8	0,8	0,7	1,0
Breite	4,6	5,4	9,0	9,0	2,8	5,4	6,2	4,8	1,0	1,2	2,5	1,0

Tabelle 4: Ähnlichkeitsmatrix der Transekte (Jaccard-Index)

Erläuterungen siehe Tab. 3

TR	beidseitig			einseitig				gepflegt				TR	
	beid I	beid V	nat XI	nat XII	ein II	ein III	a.S. IV	a.S. VI	Sohl VII	Sohl VIII	Mahd IX		Mahd X
I	-	42,9	47,9	45,8	51,5	60,9	53,0	56,1	49,1	34,9	44,6	20,5	I
V		-	42,1	40,0	38,9	43,1	43,3	41,1	34,9	23,2	32,8	16,4	V
XI			-	50,7	44,0	50,0	36,8	44,2	25,7	24,0	26,5	14,8	XI
XII				-	34,6	40,5	38,9	40,3	28,6	26,8	28,4	23,3	XII
II					-	51,5	52,4	51,5	41,7	44,1	30,7	26,9	II
III						-	54,7	49,3	44,3	33,3	40,0	22,2	III
IV							-	45,6	50,0	37,3	40,0	24,6	IV
VI								-	44,3	35,4	37,7	23,9	VI
VII									-	40,0	53,5	32,1	VII
VIII										-	37,5	29,6	VIII
IX											-	37,5	IX
X												-	X
TR I		V	XI	XII	II	III	IV	VI	VII	VIII	IX	X	TR

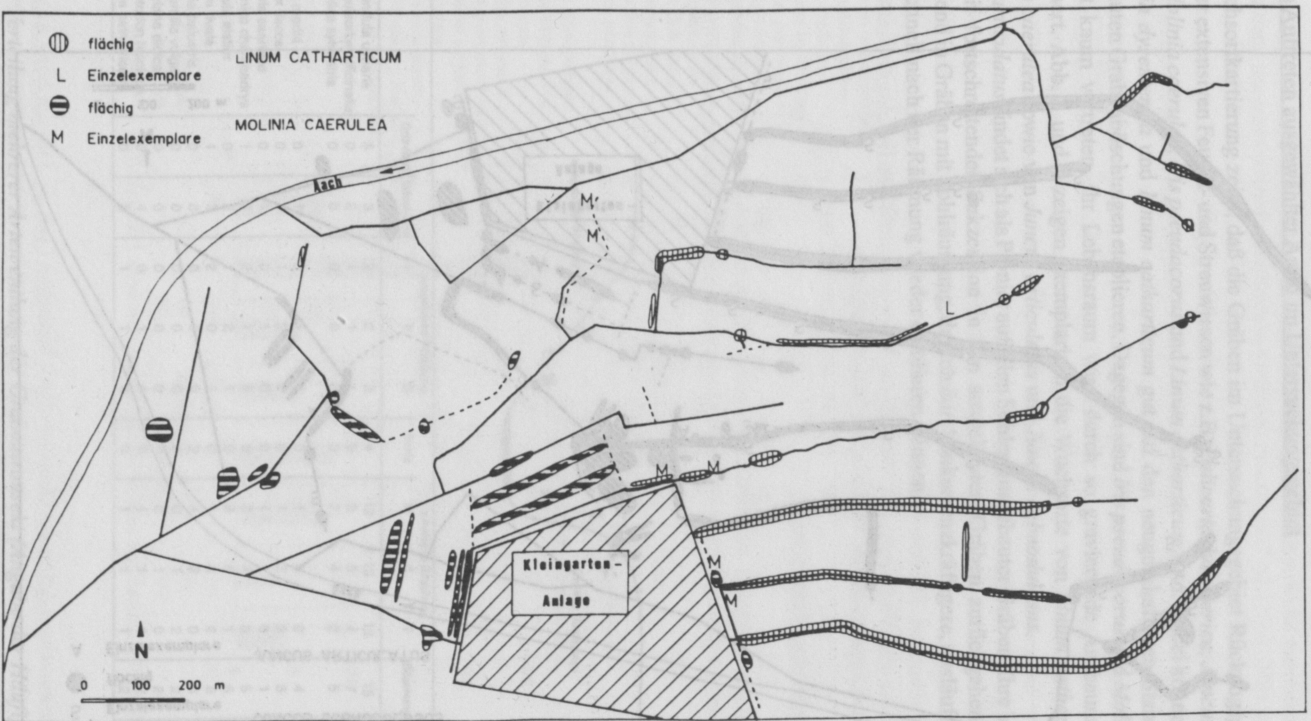


Abb. 3: Wuchsorte von *Linum catharticum* und *Molina caerulea*

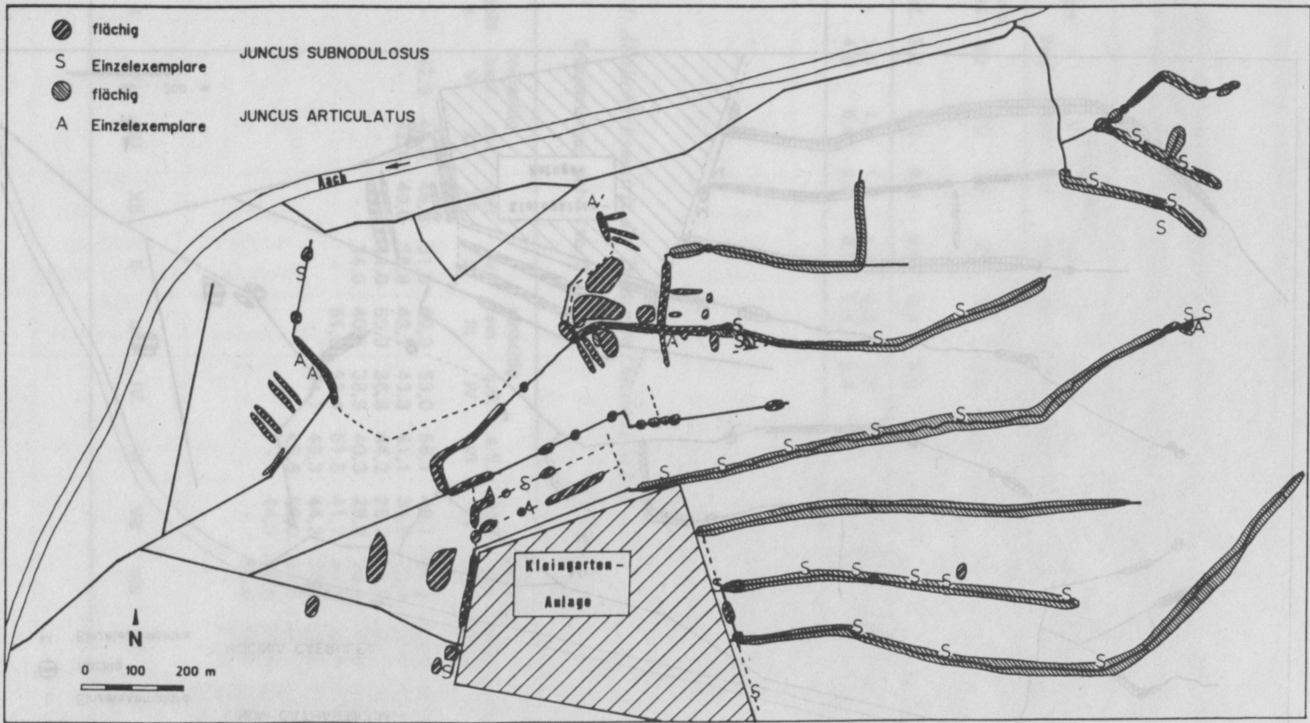
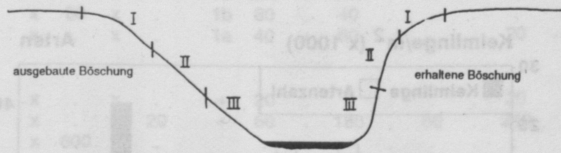


Abb. 4: Wuchsorte von *Juncus subnodulosus* und *Molinia coerulea*

4.3. Das Auftreten ausgewählter Arten im Untersuchungsgebiet

Die Wuchsortkartierung zeigt, daß die Gräben im Untersuchungsgebiet Rückzugsgebiete für Arten der extensiven Feucht- und Streuwiesen wie z.B. *Pulicaria dysenterica*, *Juncus subnodulosus*, *Molinia caerulea*, *Iris pseudacorus* und *Linum catharticum* sind. Dabei können sich z.B. *Pulicaria dysenterica* und *Linum catharticum* gut auf den neugeschaffenen Standorten der ausgebauten Grabenböschungen etablieren. Dagegen sind *Iris pseudacorus* und *Molinia caerulea* dort kaum vertreten, ihr Lebensraum wird durch so gravierende Ausbaumaßnahmen verkleinert. Abb. 3 und 4 zeigen exemplarisch die Wuchsorte von *Linum catharticum* und *Molinia caerulea* sowie von *Juncus articulatus* und *Juncus subnodulosus*.

Juncus articulatus findet sich als Pionier auf allen Sohlen ausgebauter Gräben. Ihre Verbreitung wird mit fortschreitender Sukzession in den ausgebauten Gräben zurückgehen. Sie fehlt weitgehend in Gräben mit Sohlräumung, da sich dort konkurrenzkräftigere, ausläufertreibende Arten schnell nach der Räumung wieder etablieren können.



Art	Grünland	Böschung	ausgebauete Böschung			Sohle	erhaltene Böschung			Böschung	Grünland
			I	II	III		III	II	I		
<i>Filipendula ulmaria</i>	5	3	2	2	3	4	12	13	12	15	11
<i>Sanguisorba officinalis</i>	0	2	1	1	1	0	3	5	4	7	9
<i>Angelica sylvestris</i>	0	0	0	0	0	0	2	4	2	5	4
<i>Briza media</i>	0	1	0	1	0	0	1	3	2	4	0
<i>Carex flacca</i>	0	3	1	2	2	0	1	2	2	3	0
<i>Molinia caerulea</i>	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	2	2	1	0	0	2	4	5	5	0
<i>Primula elatior</i>	0	2	1	2	1	0	2	5	1	5	1
<i>Geum rivale</i>	1	3	2	0	1	0	1	6	6	8	3
<i>Caltha palustris</i>	0	0	0	0	0	2	4	2	0	5	0
<i>Alchemilla vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0
<i>Valeriana dioica</i>	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0
<i>Leontodon hispidus</i>	0	4	0	1	4	0	1	1	1	2	0
<i>Linum catharticum</i>	0	3	1	1	3	0	1	1	1	2	0

Abb. 5: Verteilung mehrerer Arten entlang der Grabentransekt (Angabe der Häufigkeit)

Summe der aufgenommenen Böschungen und anschließenden Grünländereien: 14

Summe der aufgenommenen erhaltenen Böschungen und anschließenden Grünländereien: 16

Juncus subnodulosus ist im westlichen Bodenseegebiet typisch für quellige, nasse, extensive Wiesen (LANG 1990, S.85). Im Untersuchungsgebiet ist die Stumpfbinsenswiese nur noch auf ein paar Parzellen vertreten, auf anderen wurde *Juncus subnodulosus* in die Grenzgräben zurückgedrängt. Ansonsten kommt *Juncus subnodulosus* in allen gepflegten Gräben vor, wenn die Strömung nicht zu stark ist. Sie vermag auch bei Sohlenräumung die Grabensohle von der Böschung aus durch Rhizomausläufer schnell wieder zu besiedeln. In den ausgebauten Gräben kommen selten größere Horste vor, aber regelmäßige Einzelpflanzen mit wenigen Halmen. Dies führt zu der Vermutung, daß *Juncus subnodulosus* sich ausschließlich vegetativ vermehrt. Wenn beim Grabenausbau Rhizomstücke im Boden blieben, konnten sie wieder austreiben. Mit Hilfe der Transektkartierung kann die Verteilung bestimmter Arten entlang des Grabenprofils dargestellt werden. Der Augenmerk soll hier auf Arten der Hochstaudenfluren und der Streu- und Feuchtwiesen gelegt werden. In Abb. 5 wird deutlich, daß diese Arten den Schwerpunkt ihrer Verbreitung auf den Grabenböschungen haben, dort vor allem auf den erhaltenen Böschungen. Die Arten der Hochstaudenfluren tauchen oft noch in den angrenzenden Grünländern oder Wegrainen auf, während die Arten des extensiven Feuchtgrünlandes und der Streuwiesen kaum mehr im Wirtschaftsgrünland auftreten.

4.4 Die Diasporenbankbestimmung

Die weitaus höchste Anzahl aufgelaufener Keimlinge findet sich in der alten Grabensohle (Standort 7, Abb. 6). Die höchsten Artenzahlen hingegen weisen die Böschungsstandorte auf (1 - 4, Abb. 6).

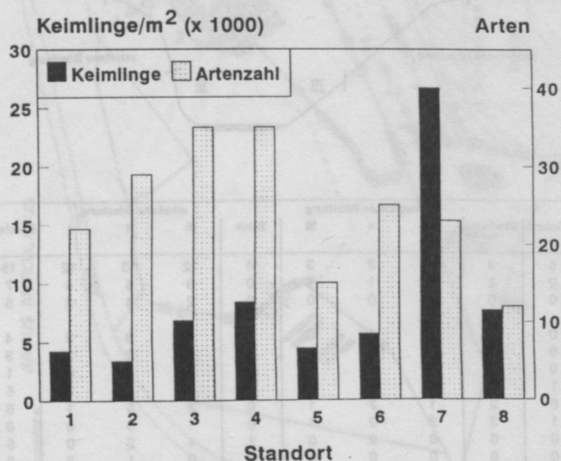


Abb. 6: Aufgelaufene Keimlinge und Artenzahlen an den acht Probestellen

Wenn man die einzelnen Arten der Diasporenbank betrachtet (Tab. 5), fällt der hohe Anteil an Pionierarten auf. *Juncus articulatus* macht an den Standorten 7 und 8 bereits 48% bzw. 89% der Diasporen aus. Dies entspricht Beobachtungen von LECK (1989, S.288), daß Arten, die hohe Diasporenmengen produzieren, in Diasporenbanken überrepräsentiert sein können. Weiter

Tabelle 5: Zusammensetzung der Vegetation und Diasporenbank

Art	Standort 1		Standort 2		Standort 3		Standort 4		Standort 5		Standort 6		Standort 7		Standort 8	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Arten des Grünlandes und der Böschungen :																
<i>Alopecurus pratensis</i>	x	40	.	.	+	.	+	20	.	.	.	20	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	x	.	x	.	+	60	+	40	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Arrhenaterum elatius</i>	x	.	x	.	+	.	+	20	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	40	.
<i>Festuca rubra</i>	x	180	x	120	1a	200	2a	180	1a	.	.	120	1a	180	.	.
<i>Holcus lanatus</i>	x	.	x	60	2a	.	1b	.	.	.	.	.	.	1b	.	.
<i>Poa pratensis</i>	.	.	x	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	.
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	+	80	.	.	.	40	.	.	.	.	.	.
<i>Carex disticha</i>	.	.	.	20	2a	120	1b	120	.	.	.	80	+	220	.	40
<i>Achillea millefolia</i>	x	.	x	.	+	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ajuga reptans</i>	x	.	x	.	.	.	+	20	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex panicea</i>	.	.	x	.	+	40	.	20	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea jacea</i>	x	20	.	.	+	20	.	40	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium holosteoides</i>	x	.	x	20	1a	200	.	20	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Cirsium oleraceum</i>	x	.	x	20	+	.	+	60	.	.	.	+	40	.	20	.
<i>Galium mollugo</i>	x	100	x	60	1a	200	+	140	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Glechoma hederacea</i>	x	.	.	.	+	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	.	x	.	1a	.	+	20	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	x	100	x	40	+	40	+	40	.	.	.	20	.	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	x	120	x	140	1b	1960	+	1680	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunella vulgaris</i>	x	20	x	60	+	120	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus acris</i>	x	.	x	.	+	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	x	40	x	140	+	260	+	180	.	.	.	20	1a	.	1b	.
<i>Senecio aquatica</i>	.	.	x	.	1b	200	+	540	.	20	.	20	.	+	.	.
<i>Taraxacum officinalis</i>	x	80	x	.	1b	80	.	40	.	.	.	.	.	.	20	.
<i>Trifolium pratense</i>	x	.	x	.	1a	40	+	60	.	.	.	20	.	.	.	.
Arten der Böschungen :																
<i>Avenula pubescens</i>	x	.	x	.	+	20	.	.	.	.	.	20	.	.	60	.
<i>Carex flacca</i>	x	.	x	20	+	60	.	180	.	60	.	240	.	.	.	.
<i>Anagallis arvensis</i>	x	600	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaureum pulchellum</i>	x	720	.	120	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Filipendula ulmaria</i>	.	.	x	.	+	.	2a	.	2a	.	.	.	.	+	20	.
<i>Geum rivale</i>	.	.	x	.	+	20	+	20	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Linum catharticum</i>	x	140	x	480	+	60	.	160	.	.	.	20	.	.	.	.
<i>Leucanthemum vulgare</i>	x	40	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	x	20	+	60	+	240	.	.	.	.	1a	60	+	.
<i>Plantago major</i>	.	20	.	.	.	20	.	.	.	20	.	.	.	.	.	60
<i>Primula elatior</i>	x	.	x	20	+	20	+	20	.	20	.	.	.	.	.	.
<i>Sonchus asper</i>	.	100	x	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Valeriana dioica</i>	.	.	.	.	.	.	1a	20	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i>	x	.	x	20	.	.	+	60	.	.	.	.	.	.	.	.
ubiquitäre Arten :																
<i>Carex acutiformis</i>	x	.	x	20	2a	80	+	180	+	100	.	720	2b	1160	2b	40
<i>Agrostis stolonifera</i>	x	100	x	80	.	.	.	20	.	20	.	160	.	.	.	.
<i>Epilobium hirsutum</i>	.	.	.	20	.	100	.	380	+	380	.	2100	2a	220	1b	.
<i>Lythrum salicaria</i>	x	80	x	.	.	40	+	100	.	.	.	80	+	120	+	20

A = Vegetation; Standort 1 und 2 nur Artenpräsenz, Standort 3 - 8 Deckungsgrade:

+ = <1%; 1a = 1-3%; 1b = 3-5%; 2a = 5-12,5%; 2b = 12,5-25%; 3 = 25-50%; 4 = 50-75%; 5 = 75-100%

B = Diasporenbank (Keimlinge pro m²)

Tabelle 5: Fortsetzung

Art	Standort 1		2		3		4		5		6		7		8	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Arten der Sohle und Wasserwechselzone :																
Juncus articulatus	x	460	x	820	+	1300	.	360	.	600	.	400	1a	12660	2a	6780
Alisma plantago-aquatica	.	20	.	80	.	.	.	.	.	220	.	220	+	1380	1a	180
Berula erecta	x	.	.	60	.	500	.	2260	+	760	1a	60	.	780	2a	.
Caltha palustris	x	.	x	40	.	20	+	.	1b	20	.	20	.	20	.	.
Equisetum arvense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40	.	.	.	.
Galium palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1a	40	+	.
Hypericum tetrapterum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40	.	80	.	.	.	.
Mentha aquatica	x	960	x	360	.	500	.	520	+	1320	.	660	1a	5360	1b	100
Ranunculus flammula	x	260	x	60	.	20	.	20	.	.	.	.	.	80	1b	.
Sparganium erectum	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	20	.	.	.	.
Tussilago farfara	x	.	.	60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Thypha latifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1a	100	+	.
Nur Diasporenbank :																
Cyperus fuscus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	.	.	.	60
Juncus bufonius	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	.	40
Campanula patula	.	.	.	.	.	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Veronica anagallis-aquati	.	.	.	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	60
Veronica beccabunga (cf)	.	.	.	320	.	.	.	40	.	.	.	.	.	.	.	.
Veronica catenata	.	.	.	.	.	260	.	540	.	820	.	420	.	4000	.	100
Veronica scutellata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	80	.	.
Chara vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	.	100	.	1000	.	1400
Nur aktuelle Vegetation :																
Briza media	.	.	x	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dactylis glomerata	x	.	x	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Festuca arundinacea	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1b	.	.
Festuca pratensis	.	.	.	.	.	1a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phalaris arundinacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Trisetum flavescens	x	.	x	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex flava ssp. vulgaris	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juncus effusus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1a	.	.	.
Juncus subnodulosus	.	.	.	.	.	.	+	.	3	.	4	.	.	.	.	.
Achemilla vulgaris	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Angelica sylvestris	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bellis perennis	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calystegium sepium	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.
Cardamine pratensis	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chenopodium album	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crepis biennis	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Daucus carota	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Epilobium parviflorum	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1b	.	+
Equisetum fluviatile	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Equisetum palustre	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Heracleum sphondyleum	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lychnis flos-cuculi	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myosotis palustris	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pimpinella major	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla anserina	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1a	.	+	.
Potentilla reptans	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Rumex acetosa	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sanguisorba officinalis	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Silene dioica	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trifolium repens	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

zeigt sie auf, daß in Feuchtgebieten oft eine Art 15-90% der Diasporenbank ausmacht. Dies sind gewöhnlich Monocotyle, zumeist Grasartige (LECK 1989, S.292).

Es ist erstaunlich, daß *Juncus subnodulosus* nicht in der Diasporenbank auftaucht, obwohl es in der Sohlenvegetation des Transekts mit einer hohen Deckung auftritt, da *Juncus* - Arten ansonsten eine hohe Diasporenproduktion und eine dauerhafte Diasporenbank besitzen (HARPER 1977). Es wurde aber auch am Standort beobachtet, daß *Juncus subnodulosus* zwar zum Blühen und Fruchten kommt, aber scheinbar nur taube Diasporen ausbildet. Dies würde die Annahme von LECK (1989, S.300) bestätigen, daß es möglich ist, daß sich manche Arten, wenn sie sich erst einmal etabliert haben, in erster Linie vegetativ vermehren. Dem entsprechen auch die Beobachtungen bei der Einzelartenkartierung.

Cyperus fuscus findet sich in den Diasporenbanken der geräumten und der neugebauten Sohle, nicht jedoch in der aktuellen Vegetation. Ähnlich verhalten sich *Chara vulgaris* und *Juncus bufonius*, die aber auch in der Diasporenbank der alten Grabensohle auftreten. Dies zeigt, daß die Sukzession schon so weit fortgeschritten ist, daß diese Erstbesiedler bereits wieder verdrängt sind.

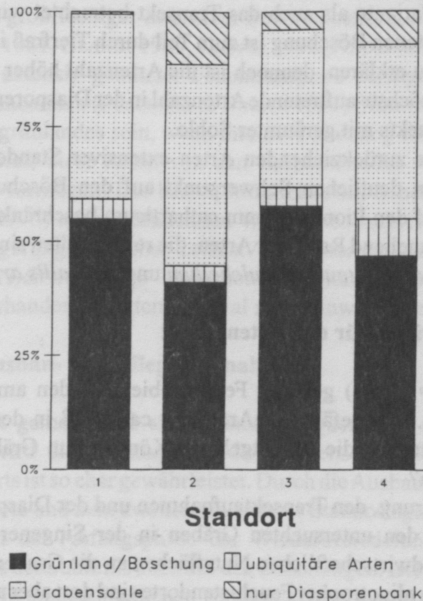


Abb. 7: Zusammensetzung der Diasporenbank der Böschungsstandorte

Es ist auffällig, daß in der Diasporenbank der Böschungsstandorte (Abb. 7) die Arten der Wasserwechselzone und der Sohle fast so stark vertreten sind wie die Grünland- und Böschungsarten. Dafür gibt es mehrere Erklärungsmöglichkeiten. Zum einen ragen die Fruchtstände der im Wasser stehenden Pflanzen weit über die Wasserlinie hinaus und streuen ihre Diasporen auch auf die Böschungen aus. Zum zweiten werden mit dem Mähgut noch an den Pflanzen hängende Diasporen am Grabenrand abgelegt. Drittens wurde im Gebiet eine rege

Tätigkeit grabender Tiere (Maulwurf, Wühlmaus, Maulwurfsgrille u.a.) beobachtet, die eine räumliche Ausbreitung der Diasporen verursachen. Viertens kann sich eine Diasporenbank aufbauen, da Diasporen von Samenpflanzen im Boden wesentlich länger überdauern, wenn dieser feucht oder nass ist (POSCHLOD 1991a, S.23). Es ist auch bekannt, daß *Berula erecta*, *Juncus articulatus*, *Mentha aquatica*, *Alisma plantago-aquatica* und andere eine dauerhafte Diasporenbank besitzen (GRIME ET AL. 1988). Gerade in häufig gestörten Lebensräumen, wie es gepflegte Gräben sind, findet man viele Arten, die über eine dauerhafte Diasporenbank verfügen (POSCHLOD 1991a, S.29). Letzteres macht auch die hohe Keimlingszahl in der alten Grabensohle verständlich, zumal Pionierarten über eine hohe Diasporenproduktion verfügen. Es ist aber fraglich, zu welchem Prozentsatz sie erst nach Brachfallen der alten Sohle und Ausbreitung dieser Arten auf der neuen Sohle eingetragen wurden. Dies ließe sich bei Untersuchung einer Grabensohle eines nur gemähten Grabenabschnitts nachweisen. Der hohe Prozentsatz der Pionierarten in der Diasporenbank der geräumten Sohle, die jetzt aber kaum mehr in der Vegetation zu finden sind, sind sicher auch zu einem großen Teil aus der oberhalb liegenden neuen Grabensohle eingeschwemmt.

Deutlich ist der Verlust von Diasporenpotential durch Abtrag der Böschung, wenn dabei sowohl die einseitig ausgebaute Variante als auch das Transekt betrachtet wird. Die relativ geringe Keimlingszahl in der erhaltenen Böschung ist zum Teil durch Tierfraß in der Pflanzschale und schlechte Bodenstruktur zu erklären, dennoch ist die Artenzahl höher als in der ausgebauten Böschung. Die insgesamt höchste auftretende Artenzahl in der Diasporenbank findet sich an der Böschung des Grabentransekts mit geräumter Sohle.

Die sich an Grabenränder zurückziehenden Arten extensiver Standorte zeigen wie in der aktuellen Vegetation einen deutlichen Schwerpunkt auf den Böschungen und sind in der ausgebauten Böschung auf den Pionier *Linum catharticum* beschränkt. Allerdings bietet der Rohbodenstandort vorübergehend Raum für Arten, die relativ selten sind und nur an ausgebauten Gräben vorkommen, wie *Centaureum pulchellum* und *Anagallis arvensis*.

5. Die Bedeutung der Gräben für den Artenschutz

Nach KORNECK & SUKOPP (1988) gehören Feuchtgebiete zu den am stärksten gefährdeten Einheiten in Deutschland. 229 gefährdete Arten der ca. 2.728 in der alten Bundesrepublik vorkommenden Arten betreffen die Feuchtgebiete. Können nun Gräben einen Beitrag zum Erhalt dieser Arten liefern?

Aus der Einzelartenkartierung, den Transektaufnahmen und der Diasporenbankuntersuchung wurde deutlich, daß bei den untersuchten Gräben in der Singener Niederung bestimmte Pflanzenarten aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen an die Grabenränder zurückgedrängt wurden. Viele dieser Arten oligotropher Feuchtstandorte sind dort aber auch relativ selten. Noch seltener sind sie an den ausgebauten Böschungen. Einige Arten fehlen dort ganz, wie zum Beispiel *Valeriana dioica* und *Alchemilla vulgaris*. Zu ähnlichen Befunden kam RUTHSATZ (1983) in einer Untersuchung der Grabenvegetation im Donaumoos. Sie fand heraus, daß in den Uferfluren noch viele Arten vorhanden sind, die jetzt selten geworden sind, aber Mitte des vergangenen Jahrhunderts noch allgemein verbreitet waren. Die Bedeutung der Grabenfluren als Lebensraum für selten gewordene Arten sollte deshalb nicht unterschätzt werden. RUTHSATZ (1983) weist aber darauf hin, daß das Überleben dieser Arten auch an den Gräben gefährdet ist, da sie an den Gräben auch selten sind und vor allem auf oligotrophe Standorte angewiesen sind. Ebenso zeigt KLEYER (1991, S.176) in seiner Arbeit auf, daß in intensiv genutzten Agrarland-

schaften Linienbiotope für manche Pflanzengesellschaften die Hälfte des Lebensraumangebotes liefern können.

Die Arten der extensiven Feuchtwiesenstandorte und Hochstaudenfluren sind in der Diasporenbank nur spärlich vertreten. Dieses, wenn auch nur kleine, Diasporenpotential wurde beim Ausbau der Böschungen abgetragen. Ein Teil des abgetragenen Materials wurde 3 Jahre neben einem Graben deponiert und diente nach Umlegen der Flächen im Rahmen des Flurbereinigungsverfahrens im Herbst 1991 zur Auffüllung kleiner Parzellengräben. So wird die noch aktuell vorhandene Feuchtwiesenvegetation, die sich in den kleinen Gräben halten konnte, vernichtet, und das in der Erde schlummernde Diasporenpotential hat keine Chance sich zu entfalten. Denn erstens bewirkt das Tieferlegen der Entwässerungsgräben eine Absenkung des Grundwasserstandes und damit trockenere Standorte. Zweitens führt das Verfüllen der Parzellengräben zu größeren Schlägen, beides zusammen zu intensiver nutzbaren Flächen.

Ein wichtiger Beitrag zum Erhalt der typischen Feuchtwiesenflora ist das von der Stadt Singen finanzierte Extensivierungsprogramm. So wird in zahlreichen Veröffentlichungen darauf hingewiesen, daß nicht nur der Erhalt von Kleinstrukturen wichtig ist, sondern daß ein großes Artenpotential nur bei großflächiger extensiver Bewirtschaftung erhalten werden kann (BRUNS ET AL. 1988, BORCHERT 1981, GLANDT 1989, KLEYER 1991, PFADENHAUER 1976, RINGLER 1983 und andere). Viele Arten extensiv genutzter Feuchtstandorte verfügen aber nur über kurz- bis mittelfristige Diasporenbanken (POSCHLOD & BINDER 1991). Können Gräben ein Pool für Arten des extensiven Feuchtgrünlandes sein, wenn intensive Nutzung extensiviert wird?

Es ist fraglich, inwieweit diese Arten von den Grabenrändern wieder in extensiv genutzte Flächen einzudringen vermögen. Die besten Möglichkeiten haben sicher ausläufertreibende Arten, wie SCHÄFER (1975) an brachfallenden Wiesen beobachtete. KAPFER (1988) hingegen zeigte, daß bei Aushagerungsversuchen intensiv genutzter ehemaliger Streuwiesenstandorte nach einer bestimmten Zeit trotz oligo- bis mesotropher Standortbedingungen Streuwiesenarten aus benachbart vorhandenem Artenpotential nicht einwanderten.

6. Beurteilung der Ausbau- und Pflegemaßnahmen

Allen Ausbautypen ist gemein, daß sie ein anderes Querprofil als die gepflegten Gräben aufweisen. Dadurch wird die Nutzung von der Grabensohle abgerückt. Der Erhalt eines oligotropheren Standorts ist so eher gewährleistet. Durch die Ausbaumaßnahmen entstehen zum einen Rohbodenstandorte und zum zweiten ein anderer Standortgradient als in den gepflegten Gräben. Dies führt in der Anfangsphase der Wiederbesiedlung zu einer Erhöhung der Artenvielfalt, sowohl in der Sohle als auch auf den Böschungen. Die Besiedlung erfolgt an den verschiedenen Gräben in unterschiedlichen Umfang. Die Artengarnitur spiegelt zum einen die angrenzende Nutzung wieder, zum anderen beinhaltet sie viele Pionierarten. Die Besiedlung der Sohle erfolgt meist schneller als die der Böschung, da auf dem Wasserweg Samen verbreitet werden und die Sohle gegenüber der Böschung ein besseres Nährstoff- und Wasserangebot bietet. Die Höhe des Deckungsgrades ist vom Nährstoffangebot abhängig.

Mit dem "naturmah" ausgebauten Graben entstand durch den gewundenen Verlauf, den stark wechselnden Querschnitt und das Einfügen größerflächiger stagnierender Bereiche ein gänzlich neuer, nicht mehr grabentypischer Biotop. Er trägt aber wenig zur Bereicherung der Flora bei. Er wurde jedoch für vorerst zehn Jahre aus der Pflege genommen und wird sich wahrscheinlich anders entwickeln als die gemähten Böschungen der ausgebauten Gräben.

Der einseitige Ausbau schafft zum einen neue Standorte, zum anderen wird ein Teil der bestehenden Flora erhalten. Die einseitig ausgebauten Grabenabschnitte sind daher artenreich und vielfältig in der Artengarnitur.

Der Erhalt der alten Sohle ist in der so durchgeführten Form nicht sinnvoll. Da die neuerbaute Sohle tiefer liegt als die alte, zieht das Wasser aus der alten Sohle ab. Der ursprüngliche nasse Standort wird wechsellass, zeitweise steht noch Wasser in der Sohle. Da die alte Sohle nicht ausgemäht wurde und Grasschnitt in ihr liegen blieb, war sie im Frühjahr mehr oder weniger stark mit Streu bedeckt, durch die vor allem *Carex acutiformis* durchwachsen konnten. Das ohnehin geringe Diasporenpotential wird aber unter solchen Umständen nicht aktiviert. Die danebenliegenden neuen Sohlen weisen weder eine höhere Bedeckung noch eine artenreichere Vegetation auf als andere neugebaute Sohlen.

Auf die Gefahr des Auslöschens bestimmter Arten durch den Böschungsausbau und durch die Veränderung des Standorts Grabenböschung zum Trockeneren hin wurde bereits hingewiesen. Diese Befunde unterstützen die Forderung nach mosaikartiger Verteilung der Unterhaltungsmaßnahmen, um eine möglichst hohe Vielfalt an Lebensgemeinschaften zu erhalten (KONOLD 1984, S.217ff; MEYER 1992).

Sohlenräumung und Mahd sind die traditionellen Grabenpflgemeasuresnahmen. Sie führen zu Gräben mit Kastenprofil, die weitgehend im Torfkörper verlaufen. Die Vegetation wird von klonbildenden Arten dominiert. Die in den Gräben lebenden Biozönosen haben sich an die Pflege angepaßt. Es ist sogar erkannt worden, daß der Bestand sowohl vieler Pflanzen- als auch Tierarten auf Pflegemaasuresnahmen angewiesen ist (MEYER 1992, RUTHSATZ 1983, WEISS ET AL. 1992).

Es sollte allerdings darauf geachtet werden, daß das Mäh- und Räumgut wegen der eutrophierenden Wirkung nicht an den Grabenrändern verbleibt. Es ist auch zu überlegen, ob eine Pflege im Abstand von zwei Jahren gerade im Bereich der extensiv genutzten Wiesen notwendig ist.

KONOLD (1984, S.216 ff) fordert Unterhaltungsmaßnahmen an kleinen Fließgewässern entgegen der Fließrichtung durchzuführen und Oberläufe nicht auszubauen, um den Artenpool zu erhalten. Denn sehr viele semiterrestrische und aquatische Arten werden auf dem Wasserweg verbreitet und besitzen eine gute Schwimmfähigkeit (POSCHLOD 1990, S.196 und 1991b). POSCHLOD (1991b) betont, daß wasserbauliche Maßnahmen die Dynamik der Ausbreitung von Diasporen in der Landschaft stark herabsetzen, wenn nicht gar vernichten.

Im Untersuchungsgebiet wurde nur in einem Graben der Grabenanfang nicht ausgebaut. Die an den erhaltenen Grabenanfang anschließenden Abschnitte des Grabens gehören jedoch nicht zu der artenreicheren Ausprägung kurzzeitig trockenfallender, ausgebauter Gräben. Auch weist der Grabenanfang keine besondere Flora auf, die mit der Fließrichtung ausgebreitet werden könnte. Es gibt im Gebiet nur eine einzige Art, *Eriophorum angustifolium*, die ausschließlich in Sohlen der gepflegten Gräben vorkommt und da lediglich an 2 Standorten. Es ist allerdings nicht bekannt, ob Arten durch die Ausbaumaasuresnahmen verloren gingen. Die Diasporenbankuntersuchung gibt darauf kaum Hinweise.

SCHLUMPRECHT & VÖLKL (1992) weisen nach, daß die botanische und zoologische Bedeutung eines Lebensraums in der Mehrzahl der Fälle nicht übereinstimmt. Um die Ausbautypen entgeltlich zu bewerten, muß deshalb auf jeden Fall noch die Fauna berücksichtigt werden.

Wie sich die verschiedenen Grabentypen weiterentwickeln, soll durch weitere Bestandsaufnahmen der dauerhaft angelegten Transekte aufgezeigt werden. Es ist zu erwarten, daß auf den langen neugeschaffenen Böschungen, besonders wenn die ausgewiesenen Randstreifen

eingehalten werden, oligotrophe allerdings wechsellrockene Standorte bestehen bleiben. Werden sie nicht gepflegt, werden sich die bereits vereinzelt vorhandenen Verbrachungszeiger und Weidenbüsche durchsetzen. Bei Mahd wird die Entwicklung eher in Richtung wechselfeuchte bis wechsellrockene Magerwiese gehen (vgl. BOSTELMANN & MENZE 1987, S.228). Eine Pflege, zumindest der meisten Böschungen, erscheint demnach als sinnvoll. In den neugebauten Grabensohlen werden voraussichtlich wie in den gepflegten *Carex acutiformis* und *Phalaris arundinacea* zur Vorherrschaft kommen. Fraglich ist nur, wie lange es dauert und welche Rolle *Juncus subnodulosus* spielt.

7. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Vegetationsentwicklung und die Diasporenbank in Entwässerungsgräben nach verschiedenen Ausbau- und Pflegemaßnahmen in der Singener Aach-Niederung untersucht. Ein besonderes Augenmerk wurde zusätzlich darauf gelegt, ob Gräben Überlebensräume für selten werdende Arten der Streu- und Feuchtwiesen und Hochstaudenfluren sein können. Die Kartierung der Grabensohlenvegetation ergab eine deutliche Abhängigkeit der Vegetationsausprägung von der Wasserführung und ob der Graben ausgebaut, gepflegt oder brachgefallen war, wobei es aber unerheblich war, welche Ausbau- bzw. Pflegeart durchgeführt wurde. Die Diasporenbank wird - besonders in Grabensohlen - von Pionierarten bestimmt. Die Böschungsstandorte zeichnen sich durch eine artenreiche Diasporenbank aus. Verschiedene Untersuchungen zeigen auf, daß die Vegetation der ausgebauten Gräben als ein anfängliches Sukzessionsstadium artenreicher ist als die der gepflegten Gräben. Es wird aber auch deutlich, daß durch den stark in die Morphologie eingreifenden Grabenausbau der Standort so verändert wird, daß bestimmte Artengruppen gefährdet sind. Durch den Bodenabtrag bei der Böschungsabflachung geht wichtiges Diasporenpotential verloren. Der Artenbestand an Arten der extensiven Feuchtwiesen und der Hochstaudenfluren ist an ausgebauten Gräben deutlich geringer. Insgesamt zeigt sich eine große Bedeutung der Gräben als Überlebensraum für diese Arten. Mit den vorliegenden Ergebnissen konnte eine vorläufige Beurteilung der verschiedenen Ausbau- und Pflegetypen durchgeführt werden.

Danksagung

Unser Dank gilt allen Mitgliedern des Instituts für Landschaftsökologie und Naturschutz in Singen, die bei Durchführung dieser Arbeit zur Seite standen. Bei den Mitarbeitern des Amtes für Flurneuordnung und Landschaftsentwicklung Radolfzell bedanken wir uns für die Bereitstellung von Kartenmaterial und Informationen zum Flurbereinigungsverfahren.

Adresse der Autoren:

Ursula Krause und Dr. Peter Poschlod
Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie
Fachgebiet Landschaftsökologie und Vegetationskunde
Universität Hohenheim
70593 Stuttgart

Dr. Alois Kupfer
Institut für Landschaftsökologie und
Naturschutz im NABU Deutschland
Mühlenstr. 19
78224 Singen (Hohentwiel)

Literatur

- BAUER, KAPFER, SÄNGER, V. REKOWSKI (1990): Entwicklungs- und Pflegekonzept für die Radolfzeller Aach einschließlich des Talraumes; Land Baden-Württemberg, Wasserwirtschaftsverwaltung und Naturschutzverwaltung
- BECK, P. ET AL. (1988): Faunistische Untersuchungen zur Feststellung der ökologischen Auswirkungen von Maschinen zur Grabenräumung (Grabenfräseprojekt); unveröff. Abschlußbericht, Ökologische Bildungstätte Oberfranken, Naturschutzzentrum Wasserschloß Milwitz.
- BORCHERT, J. (1981): Umfang von naturnahen Landschaftsbestandteilen in intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaften; *Natur und Landschaft*, 56.Jg. Heft 5, S.180-182.
- BOSTELMANN, R., MENZE, R. (1987): Auswirkungen von Massnahmen der Gewässerunterhaltung auf Gewässerlebensgemeinschaften; in: DVWK Schriften Heft 79: Erfahrungen bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern, Parey, Hamburg, Berlin S.67-276.
- BRIEMLE, G. (1978): Zur Verarmung der Kulturlandschaft durch Flurbereinigung; *Leben und Umwelt*, 15.Jg., S.36-37.
- BRUNS, D., KAULE, G., LUZ, F. (1988): Die Rolle der Landschaftsplanung in der Agrarlandschaft; *Garten und Landschaft* 11, S.15-20.
- CASPERS, H., HECKMAN, C.W. (1981): Ecology of orchard drainage ditches along the freshwater section of the Elbe estuary; *Arch.Hydrobiol. Suppl.* 43, S.347-486.
- GÖTTLICH, K., KLÖTZLI, F. (1975): Erläuterungen zu Blatt Singen (Htwl.) L 8318 der Moorkarte von Baden-Württemberg; Landesvermessungsamt Ba-Wü, Stuttgart.
- GLANDT, D. (1989): Bedeutung, Gefährdung und Schutz von Kleingewässern; *Natur und Landschaft*, 64.Jg. Heft 1, S.9-12.
- GRIME, J. P., HODGSON, J. G., HUNT, R. (1988): *Comparative Plant Ecology*; Unwin Hyman, London.
- HARPER, J.L. (1977): *Population biology of plants*; Academic press, London, New York, San Francisco.
- KAPFER, A. (1988): *Versuche zur Renaturierung gedüngten Feuchtgrünlandes. Aushagerung und Vegetationsentwicklung*; Diss. Bot. 120, Bornträger, Stuttgart.
- KAULE, G. (1986): *Arten- und Biotopschutz*; Ulmer, Stuttgart.
- KLEYER, M. (1991): *Die Vegetation linienförmiger Kleinstrukturen in Beziehung zur landwirtschaftlichen Produktionsintensität*; Diss. Bot. Bd 169, J. Cramer, Berlin Stuttgart.
- KONOLD, W. (1984): *Zur Ökologie kleiner Fließgewässer. Verschiedene Ausbaumarten und ihre Bewertung*; *Agrar- und Umweltforschung* Bd. 6, Ulmer, Stuttgart.
- KONOLD, W., KOHLER, A. (1986): *Vegetationstransekte in Feuchtgebieten und Möglichkeiten ihrer Interpretation*; *Landschaft und Stadt* 18 (3), S.133-143.
- KORNECK, D, SUKOPP, H. (1988): *Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz*; *Schr. Reihe Vegetationskde.* 19, Bonn-Bad Godesberg.
- LANG, G. (1990): *Die Vegetation des westlichen Bodenseeraumes*; Fischer, Stuttgart.
- LECK, M.A. (1989): *Wetland Seed Banks*; in: Leck, M.A.,Parker; V.T., Simpson, R.L.: *Ecology of Soil Seed Banks*; Academic Press, San Diego, S.283-305.
- NITSCHKE, E. (1985): *Untersuchungsergebnisse zur Alterung und Instandsetzung von Gräben*; *Rostocker Agrarwissenschaftliche Beiträge*, Heft 15, S.42-46.
- LEIDERS, R. (1991): *Limnologische Untersuchungen an Entwässerungsgräben in der Niederung der Radolfzeller Aach*; unveröff. Diplomarbeit, Univ. Freiburg.
- MEYER, N. (1992): *Arten- und Biotopschutz, dargestellt am Beispiel von Pflegemaßnahmen an einem Ent- und Bewässerungssystem der Elbmarsch*; *Natur und Landschaft*, 67.Jg., Heft 2, S.56-60.
- PFADENHAUER, J. (1976): *Arten- und Biotopschutz für Pflanzen - ein landeskulturelles Problem*; *Landschaft und Stadt* 1, S.37-44.
- PFADENHAUER, J., POSCHLOD, P., BUCHWALD, R. (1986): *Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil 1: Methodik der Anlage und Aufnahme*; *Ber. ANL* 10, S.41-60.

- POSCHLOD, P. (1990): Vegetationsentwicklung in abgetorften Hochmooren des bayrischen Alpenvorlandes unter Berücksichtigung standortkundlicher und populationsbiologischer Faktoren; Diss. Bot. Bd. 152; J. Cramer, Berlin, Stuttgart.
- POSCHLOD, P. (1991a): Diasporenbanken in Böden - Grundlagen und Bedeutung; in: Schmidt, B., STÖCKLIN, J. (Hrsg): Populationsbiologie der Pflanzen; Birkhäuser, Basel, S.15-35.
- POSCHLOD, P. (1991b): Anpassungsfähigkeit von Pflanzen an zeitliche und räumliche Isolationseffekte in unserer Landschaft als zusätzliche Kriterien für die Einstufung ihrer Gefährdung; Hohenheimer Umwelttagung, 23, S. 91-108.
- POSCHLOD, P., BINDER, G. (1991): Die Bedeutung der Diasporenbank in Böden für den botanischen Arten- und Biotopschutz - Literaturobwertung und Forschungsdefizite; in: HENLE, K., KAULE, G. (Hrsg): Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland; Ber. a. d. ökolog. Forsch. (KFA Jülich) 4, S.180-192.
- RINGLER, A. (1983): Die Bedeutung von Streuwiesen und Kleingewässern für den Artenschutz im Alpenvorland; Laufener Seminarbeiträge 7, ANL, S.66-89.
- RUTHSATZ, B. (1983): Kleinstrukturen im Raum Ingolstadt: Schutz- und Zeigerwert. Teil 1: Hochstaudenfluren an Entwässerungsgräben; Tüxenia 3, S.365-388.
- SCHÄFER, K. (1975): Über die Entwicklung der Pflanzenbestände von ehemaligen Grünland auf grundwassernahen und grundwasserfernen Standorten; in: TÜXEN, R. (Hrsg): Sukzessionsforschung; Ber. d. Int. Symp. d. Int. Ver. f. Veget.kunde, J. Cramer, Vaduz.
- SCHLUMPRECHT, H., VÖLKL, W. (1992): Der Erfassungsgrad zoologisch wertvoller Lebensräume bei vegetationskundlichen Kartierungen; Natur und Landschaft, 67.Jg. Heft 1, S.3-7.
- STAATLICHE ARCHIVVERWALTUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1984): Amtliche Kreisbeschreibung. Der Landkreis Konstanz Band I und IV; Thorbecke, Konstanz.
- WEISS, G., POSCHLOD, P., KOHLER, A. (1992): Die Vegetation der Gräben im Wurzacher Ried und ihre Abhängigkeit von Grabenräumung, Wasserchemismus und Vegetation und Nutzung der Kontaktflächen; Naturschutzforum 5/6, im Druck.