

# Wie reagieren häufige Flachmoorarten auf Nutzungsänderungen?

## Eine Fallstudie aus den Schweizer Voralpen

von Matthias Diemer

Keywords: Brache, Habitatfragmentierung, Niedermoore, Populationsbiologie, Streuwiesen

Neben der Melioration werden bestehende Flachmoore primär durch die Nutzungsaufgabe und die Fragmentierung der verbleibenden (Rest-)Habitate bedroht. Im Rahmen eines 4-jährigen Forschungsprogramms wurde untersucht, welche Auswirkungen diese Nutzungsänderungen auf häufige und charakteristische Pflanzenarten von montanen Kalkflachmooren in den Schweizer Voralpen haben. Auf kleinen oder isolierten Streuwiesen waren Populationsstruktur, Wachstum sowie genetische Variabilität von *Carex davalliana* (Davalls Segge), *Succisa pratensis* (Teufelsabbiß) und von der ehemals häufigen *Swertia perennis* (Blauer Sumpfstern, Moorenzian) deutlich beeinträchtigt. Hingegen konnten auf bis zu vierzigjährigen unbewaldeten Brachen weder bei *Carex*, *Succisa*, noch bei *Tofieldia calyculata* (Gewöhnliche Simsenlilie) irreversible Veränderungen der Populationsstruktur und des Wachstums festgestellt werden. Auch die genetische Struktur der Populationen blieb gegenüber dauerhaft bewirtschafteten Flächen unverändert. Somit sind die Auswirkungen der Nutzungsaufgabe aufgrund der Anhäufung von Streu und der Etablierung von Holzpflanzen zwar optisch stark sichtbar, aber durchaus reversibel, während die Habitatfragmentierung auf der Fläche kaum wahrnehmbar ist, aber langfristig dramatische Auswirkungen für kleine, isolierte Flachmoore haben kann. Aus Sicht des Naturschutzes sollte daher der schleichenden Verinselung von Flachmooren besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

## Einleitung

In der Schweiz und in Mitteleuropa zählen Feuchtgebiete und insbesondere Flachmoore zu den artenreichsten aber auch am stärksten bedrohten Lebensräumen (LANDOLT 1991; ELLENBERG 1978). Diese ehemals landschaftsprägenden Habitate nehmen heute nur einen verschwindenden Flächenanteil ihrer ursprünglichen Ausdehnung ein. So wurden in der Schweiz zwischen 1850 und 1985 rund 90% der Hoch- und Flachmoore zerstört und/oder in Fettwiesen umgewandelt (BROGGI & SCHLEGEL 1989; für Deutschland siehe KAULE 1986; POSCHLOD & BLOCH 1998). Obwohl mittlerweile viele Feuchtgebiete unter Schutz stehen, so sind insbesondere kleinräumige Moore auch weiterhin akut von Melioration und Nutzungsänderungen bedroht (DIERSSEN & DIERSSEN 2001).

Zu den wichtigsten Nutzungsänderungen zählen die Nutzungsaufgabe (Verbrachung) und die Fragmentierung von Lebensräumen. Mittlerweile belegen eine Vielzahl von Untersuchungen, dass die Auswirkungen der Habitatfragmentierung, d.h. der Zerschneidung und Zerstückelung von Habita-

ten, zur Reduktion der Fitness und zum Aussterben kleiner oder isolierter Populationen führen kann (vgl. LIENERT 2004). Auch die Nutzungsaufgabe führt zu einer markanten Reduktion der Artenzahl, insbesondere bei kleinwüchsigen Rosettenpflanzen und Sauergräsern (PREISS 1982; BOSSHARD et al. 1988; DIEMER et al. 2001). BAKKER und BERENDSE (1999) haben darauf hingewiesen, dass die Renaturierung isolierter oder aufgelassener Bestände oft aufgrund dezimierter Samenbanken und eingeschränkter Samenverbreitung beeinträchtigt wird (vgl. auch SCHOPP-GUTH 1997). Deshalb sind der Schutz und die Beibehaltung bzw. die Wiederaufnahme traditioneller Nutzungsformen notwendig, um das Überleben typischer Moorpflanzen und somit die verbleibenden Moorgebiete langfristig zu sichern.

Inwiefern dies in einer vom Menschen stark fragmentierten Landschaft möglich ist, untersuchten wir an insgesamt mehr als 40 Moorstandorten in den Voralpen der Ost- und Zentralschweiz.<sup>1</sup> Dabei beschränkten wir uns auf Davallseggenrieder (*Caricetum davallianae*, ELLENBERG 1978) in Höhenlagen zwischen 900 und 1300 m ü.M., die zur Streugewinnung gemäht werden, oder vor der Nutzungsaufgabe regelmäßig gemäht wurden. Das Hauptaugenmerk unserer Untersuchungen lag auf der Reaktion häufiger Flachmoorarten auf Nutzungsänderungen. Diese bislang wenig untersuchten Arten – wie die Davallsegge (*Carex davalliana* SM<sup>2</sup>) oder der Teufelsabbiß (*Succisa pratensis* Moench) – sind insofern wichtig, als dass sie die Grundstruktur oder Matrix dieser Pflanzengesellschaft bilden. Dadurch prägen sie auch die Standortsvoraussetzungen für seltene und bedrohte Arten. Nachweise für eine Beeinträchtigung häufiger Arten infolge von Nutzungsänderungen können zudem als erste Indizien für die langfristige Bedrohung dieser artenreichen Lebensgemeinschaften dienen; sie haben eine Indikatorwirkung.

Neben den Untersuchungen an *Carex* und *Succisa* erfolgten weitere Messungen am Moorenzian (*Swertia perennis* L.- nur Habitatfragmentierung), einer ehemals häufigen Charakterart schweizerischer Flachmoore, und an der Gewöhnlichen Simsenlilie (*Tofieldia calyculata* (L.) Wahlenb. – nur Verbrachung). Dieser Beitrag stellt die wichtigsten Resultate einer von mir geleiteten Forschungsgruppe bestehend aus Regula Billeter, Danny Hooftman, Judit Lienert und Karin Oetiker vor. Ein umfassender Bericht wurde in *Natur & Landschaft* publiziert (DIEMER, et al 2005).

## Nutzungsaufgabe

Die Aufgabe traditioneller Nutzung von Flachmooren, einerseits Mahd zur Streugewinnung oder andererseits extensive Beweidung, bewirkt drastische Veränderungen der Artenzusammensetzung und Bestandesstruktur (BOSSHARD et al. 1988; DIEMER et al. 2001). Einhergehend mit der Akkumulation von Streu (Abb. 1) verringern sich die Artenzahlen von kleinwüchsigen höheren Pflanzen und von Moosen. Die wichtigsten Veränderungen in der Artenzusammensetzung finden in den ersten Jahren nach der Nutzungsaufgabe statt. In den darauffolgenden Jahrzehnten verändert sich die Vegetation auf baumfreien Flachmooren nur unwesentlich (vgl. auch TOUZARD et al. 2002). Im Zuge einer Sekundärsukzession

<sup>1</sup>Die größeren Flächen sind im Schweizer Inventar der lokalen, regionalen und nationalen Flachmoore erfasst und geschützt. Allerdings liegen Abgrenzung, Schutz und gesetzlicher Vollzug in der Verantwortung der Kantone. Die Pflege von Flachmooren wird im Rahmen des ökologischen Ausgleichs mittels Direktzahlungen subventioniert.

<sup>2</sup>Im Folgenden werden die Arten ausschliesslich mit dem Gattungsnamen erwähnt.

kommt es jedoch langfristig zur Wiederbewaldung vieler ehemaliger Flachmoore (Abb. 2). Im Rahmen dieses Teilprojektes wurden die Auswirkungen der Nutzungsaufgabe auf häufige Flachmoorarten sowie die Möglichkeit einer Revitalisierung dieser Bestände mittels experimenteller Mahd untersucht.

Die Untersuchungen wurden auf insgesamt 27 Versuchsflächen in der Ost- und Zentralschweiz durchgeführt. Rund 20 Flächen waren ehemalige Kalkflachmoore die seit zwei bis 40 Jahren nicht mehr genutzt wurden, aber noch nicht bewaldet waren. Die restlichen sieben Flächen waren intakte Kalkflachmoore in unmittelbarer Nähe der Brachen, die als Kontrollflächen dienten. Untersuchungen auf Bestandesebene zeigten, dass die Nutzungsaufgabe zu einem Artenrückgang (-18%) und einer massiven Anreicherung von Streu führt (DIEMER et al. 2001). Die aufgelassenen Bestände waren rund 50% höher als die gemähten Flachmoore. Insbesondere Gräser profitieren von diesen Veränderungen, während der Anteil von Sauergräsern (*Cyperaceae* & *Juncaceae*) um rund 30% zurückging. Wie bereits erwähnt, konnte kein Zusammenhang zwischen den beobachteten Veränderungen und dem Alter der Brache festgestellt werden (DIEMER et al. 2001). Die Sekundärsukzession auf aufgelassenen Flachmooren im schweizerischen Alpenraum folgt daher keinen klar abgrenzbaren Entwicklungsstadien, sondern wird vielmehr stark von lokalen Gegebenheiten wie der Floristik, der Hydrologie oder dem Lokalklima geprägt.

### Populationsstruktur

Auf aufgelassenen Moorflächen waren die Sämlingsdichten von *Carex* und der kleinwüchsigen *Tofieldia* gegenüber gemähten Mooren markant reduziert (*Carex*: -72%). Zudem nahm auf Brachen die Bildung von Tochtertrieben von *Tofieldia* im Vergleich zu gemähten Flächen, um rund ein 1/4 zu, während *Carex* vermehrt längere vegetative Sprosse ausbildete. Die hochwüchsige und spät blühende *Succisa pratensis* konnte von den veränderten Bedingungen auf Brachen eindeutig profitieren: so kam es zu einer deutlichen Erhöhung des vegetativen Wachstums (+300%), der Samenproduktion (+20%) und der Sämlingsdichten (+225%, BILLETER et al. 2003). Die Auswirkungen der Verbrachung auf die Populationsstruktur der einzelnen Arten waren also uneinheitlich und scheinen von der jeweiligen Wuchsform, Architektur und Schattentoleranz, nicht jedoch vom Alter der Brache abzuhängen.

Die im Freiland gemessenen Unterschiede im vegetativen Wachstum von *Carex* (Sprossanzahl +51% und -höhe +47% auf Brachen) und *Succisa* (Tochter sprosse sowie Blattlänge +80%) konnten in einem Kulturversuch im Versuchsgarten in Zürich, bis auf ein Merkmal, nicht bestätigt werden (BILLETER et al. 2003). Wachstum und Architektur von Pflanzen aus Samen, die in Brachen gesammelt wurden, unterschieden sich nicht von jenen aus gemähten Mooren. Dies zeigt, dass die auf Brachen dokumentierten Veränderungen des Wachstums und des Reproduktionsverhaltens phänotypisch sind und somit mit großer Wahrscheinlichkeit reversible Reaktionen auf die veränderten Bestandeseigenschaften aufgelassener Flachmoore darstellen.

### Genetische Eigenschaften

Bei den untersuchten genetischen Merkmalen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Populationen aufgelassener und gemähter Flachmoore nachgewiesen werden (BILLETER et al. 2002). Möglicherweise war die Zeitdauer seit der Nutzungsaufgabe (2-40 Jahre) jedoch zu kurz, um bei diesen langlebigen Arten Veränderungen in der genetischen Vielfalt innerhalb und zwischen den Populationen hervorgerufen zu werden. Da der Genpool von *Carex* und *Succisa* auf aufgelassenen Mooren im Vergleich zu bewirt-

schafteten Streuwiesen weitgehend unverändert blieb und Wachstumsunterschiede primär phänotypisch sind, scheint eine Wiederherstellung des status quo mittels einer Wiederaufnahme der Nutzung aufgelassener Streuwiesen vielversprechend.

### **Revitalisierung von Brachen durch Mahd**

Die experimentelle Wiederaufnahme der Mahd auf 15 brachgefallenen Flachmooren bewirkte bei *Carex* eine dreifache Zunahme der Sämlingsdichten und eine tendenziell erhöhte Blühhäufigkeit innerhalb der Versuchsparzellen. Gleichzeitig nahm bei *Succisa* die Sämlingsdichte markant (-50%) ab. Auch die Anzahl der Blütenstände von *Succisa* pro Flächeneinheit ging auf gemähten Brachen tendenziell zurück. Nach nur zwei Jahren der experimentiellen Wiederaufnahme der Bewirtschaftung entwickelten sich Wachstum und Populationsstruktur von *Carex* und *Succisa* also ähnlich, wie auf ständig gemähten Flachmooren. Weiter nahm die pflanzliche Artenvielfalt auf den gemähten Brachen um 11% zu (BILLETER et al 2007), während die Streumenge (-47%) ebenso wie Produktivität und Bestandeshöhe um rund 15% abnahmen. Das heißt, dass sich die gemähten Brachen innerhalb zweier Jahre auch auf Bestandesebene dauerhaft gemähten Streuwiesen angleichen, und zwar unabhängig vom Alter der Brachen. Daher stellt, insbesondere in moorarmen Regionen, die Wiederbewirtschaftung baumfreier aufgelassener Moore aus naturschützerischer Sicht eine Erfolg versprechende Renaturierungsmethode dar (vgl. auch THORN 2000).

### **Habitatfragmentierung**

Die Zerstörung, die Melioration oder die Entwässerung von Feuchtgebieten führen zu einer Fragmentierung (Zerstückelung) dieser ehemals landschaftsbestimmenden Lebensräume. Diese Habitatfragmentierung hat zwei Hauptkonsequenzen: Sie führt einerseits zu einer Verkleinerung von Populationen auf reduzierten Resthabitaten und andererseits zur räumlichen Isolation der Populationen (vgl. Abb. 3). Für seltene und bedrohte Pflanzenarten konnte gezeigt werden, dass beide Konsequenzen markante Veränderungen der Populationsstruktur und einen Rückgang der genetischen Vielfalt bewirken, und so das langfristige Überleben dieser Arten gefährden können (YOUNG, et al. 2000; LIENERT 2004). Einen ersten Hinweis für mögliche Auswirkungen der Habitatfragmentierung auf schweizerische Flachmoore erbrachte die von PEINTINGER et al. (2003) gefundene positive Korrelation zwischen der Artenzahl und der Moorgröße. Diese und weitere Studien zeigten, dass kleinere Flachmoore tendenziell artenärmer sind, sowohl hinsichtlich der Diversität von höheren Pflanzen als auch Moosen und Tagfaltern (PAULI 2000). Ob dieser Artenrückgang jedoch primär seltene Arten betrifft und in wiefern das Überleben häufiger Arten durch die Habitatfragmentierung beeinträchtigt wird, war bislang weitgehend unbekannt.

Am einst in der Schweiz häufigen Moorenzian (*Swertia*) wurde 1998 der aktuelle Status auf 63 Standorten erfasst, welche mittels Herbarbelegen in der Zentraltal- und Ostschweiz nachgewiesen und somit historisch verbürgt sind (Lienert et al. 2002b). Im letzten Jahrhundert sind rund ein Viertel der Populationen ausgestorben, davon 19% auf intakten Flachmooren. Die Aussterbewahrscheinlichkeit war insbesondere in tiefen Lagen, mit deren immanent höheren Nutzungsansprüchen, und auf kleinen Habitaten deutlich erhöht. Zudem bestanden 40% der noch vorhandenen Populationen von *Swertia* aus weniger als 250 blühenden Pflanzen, und sind daher wahrscheinlich langfristig vom Aussterben bedroht (LIENERT et al. 2002b). Mit dieser Studie konnte für diese ehemals häufige Flachmoorart ein Zu-

sammenhang zwischen der Auslöschung von Populationen und Nutzungsänderungen, wie z.B. der Habitatfragmentierung nachgewiesen werden.

### **Fragmente in der Moorlandschaft**

Um jedoch unmittelbare Auswirkungen der Habitatfragmentierung statistisch nachzuweisen, ist es notwendig eine Versuchsanordnung in der Landschaft zu "definieren", die es ermöglicht zwischen den beiden Fragmentierungseffekten, nämlich geringer Habitatgröße und räumlicher Isolation, zu unterscheiden. In sechs Regionen wurden in der Landschaft ein großes Moorgebiet ("main",  $\geq 4$  ha) und zwei unterschiedlich weit entfernte, und somit unterschiedlich isolierte, kleinere Flachmoore ("near", respektive "distant", jeweils  $< 1$  ha) ausgewählt (Abb. 4). Die Untersuchungen wurden auf insgesamt 18 Flachmooren in der Ost- und Zentralschweiz durchgeführt. Aufgrund von historischen Luftbildaufnahmen (Bundesamt für Landestopographie, Wabern, Schweiz) kann davon ausgegangen werden, dass ein Großteil der Fragmentierung der kleinen und isolierten Flachmoore bereits vor rund 75 Jahren stattfand. Auf jedem Flachmoor wurden auf zufällig verteilten Dauerparzellen die Populationsstruktur, das Wachstum und die genetische Variabilität von *Carex*, *Succisa* und *Swertia* untersucht.

### **Populationsstruktur**

Die Reaktionen einzelner Arten waren uneinheitlich. Allerdings konnten für verschiedene Merkmale Auswirkungen der Habitatfragmentierung nachgewiesen werden: So bewirkte die räumliche Isolation kleiner Populationen bei *Carex* eine Abnahme der relativen Häufigkeit von Sämlingen (-39%). Auf kleinen isolierten Habitaten, war der relative Anteil reproduktiver Sprosse 42% kleiner als in großen, zusammenhängenden Moorflächen. Bei *Succisa* wurde die Populationsstruktur vorrangig durch die Habitatgröße geprägt: So waren die relativen Sämlingsdichten auf kleinen Habitaten tiefer (-80%) und die Dichten vegetativer Sprosse  $3/4$  höher als auf großen Flächen, nachdem für Unterschiede in der Populationsgröße korrigiert wurde (HOOFTMAN & DIEMER 2003). Die statistischen Analysen zeigten jedoch keine Veränderungen im Anteil reproduktiver Sprosse von *Succisa*. Der relative Anteil blühender Pflanzen wurde bei dieser Art – im Gegensatz zu *Carex* – durch Habitatgröße und Isolation nicht maßgeblich beeinflusst. Bei *Swertia* waren die mittleren Dichten vegetativer und reproduktiver Individuen auf kleinen, isolierten Mooren um 60%, bzw. 78% niedriger als auf kleinen, aber nicht isolierten Mooren (LIENERT et al. 2002a).

Zusammenfassend scheint es, dass trotz artspezifischer Unterschiede, auf kleineren, stärker isolierten Mooren (Abb. 5) ein tendenzieller Rückgang der Sämlingsdichten und eine Zunahme der Häufigkeit vegetativer Sprosse, gegenüber großen, ausgedehnten Moorflächen stattfindet. Weiter erwähnenswert ist die Tatsache, dass sich die Populationsstruktur zwischen den sechs Moorgebieten, aber auch zwischen den einzelnen Mooren, signifikant unterscheidet. Somit sind neben der Fragmentierung auch regionale und lokale Unterschiede wichtige Einflussfaktoren – nicht nur für die Populationsstruktur, sondern auch für Wachstum und genetische Variabilität (siehe unten).

### **Wachstum**

Neben der Populationsstruktur scheint auch das Wachstumsverhalten einzelner Individuen von der Habitatfragmentierung betroffen zu sein. In einem Kulturversuch im Versuchsgarten in Zürich bildeten Samen von *Carex*, die von kleinen Habitaten ( $< 1$  ha) stammten, kleinere Pflanzen aus, welche allgemein weniger Sprosse (-30%) sowie einen kleineren Anteil reproduktiver Sprosse (-45%) ausbilde-

ten (HOOFTMAN et al. 2003). Das kann zwei mögliche Ursachen haben: Einerseits könnten die Pflanzen in kleineren Habitaten genetisch verarmt sein, andererseits könnten die Umweltbedingungen schlechter sein, so dass in beiden Fällen die Samenqualität beeinträchtigt wurde. Im Gegensatz dazu nahmen die Biomasse sowie die Anzahl von Blüentrieben und Einzelblüten von *Succisa* aus Samen von kleinen Habitaten signifikant zu (+14-35%). Zudem bildete *Succisa* aus Samen von kleinen und zusätzlich isolierten Habitaten im Versuchsgarten rund 1/3 mehr Tochterrosetten aus. Insgesamt konnte daher bei *Succisa* wider Erwarten eine Zunahme des Wachstums und der Anzahl Blüten von Individuen, die aus kleinen oder isolierten Habitaten stammten, festgestellt werden. Weder die Keimfähigkeit der Samen beider Arten, noch deren Etablierung in Versuchspartzen auf den einzelnen Flachmooren wurden durch eine Herkunft aus kleinen und/oder isolierten geringe Habitaten beeinträchtigt (HOOFTMAN et al. 2003). Bei *Swertia* konnte ebenfalls kein Unterschied in der Keimfähigkeit der Samen zwischen unterschiedlich fragmentierten Mooren festgestellt werden. Im Gegensatz dazu nahm jedoch das Überleben von Keimlingen von *Swertia* von großen – über kleine, nicht isolierte – zu kleinen und zusätzlich isolierten Mooren signifikant ab (LIENERT et al. 2002a). Zudem hatten vegetative Individuen von *Swertia* auf kleinen, isolierten Mooren 7% weniger Blätter, und reproduktive Individuen 20-25% kürzere Blätter sowie um 16% kürzere Stängel als die entsprechenden Pflanzen auf großen oder kleinen, nicht isolierten Streuwiesen. Fraßschäden durch Herbivoren an *Swertia* waren auf den kleinen, nicht isolierten Flachmooren am höchsten, was zu einer Beeinträchtigung der Vitalität einzelner Individuen führen könnte.

### Genetische Eigenschaften

Inwiefern die veränderte Populationsstruktur sowie das Wachstumsverhalten Ausdruck von Einschränkungen in der genetischen Variabilität fragmentierter Populationen war und ist, wurde mittels Isoenzym-Analysen untersucht. Die Resultate für alle drei untersuchten Arten deuten darauf hin, dass es in isolierten und kleinen Habitaten bereits zu einem Verlust der genetischen Vielfalt gekommen ist (HOOFTMAN et al 2004; LIENERT et al. 2002c). So war bei *Carex* die Anzahl von Allelen per Locus in kleinen, isolierten Flächen um 9% kleiner als auf großen. Zudem war auf kleinen, nicht isolierten Streuwiesen die erwartete Heterozygotität um 10% tiefer. Auch bei *Succisa* war die beobachtete Heterozygotität auf kleinen Habitaten 13% geringer als in großflächigen Flachmooren, während bei den restlichen untersuchten Merkmalen keine Fragmentierungseffekte nachweisbar waren (HOOFTMAN et al 2004). Bei *Swertia* waren die Anzahl der Allele und die beobachtete Heterozygotität auf isolierten, kleinen Mooren signifikant reduziert (= Isolationseffekt, LIENERT et al. 2002c). Während die bei *Swertia* festgestellten Reduktionen der genetischen Vielfalt vermutlich auf Inzucht zurückzuführen sind, scheint bei *Carex* und *Succisa* genetische Drift der maßgebliche Mechanismus zu sein, der zur Reduktion der genetischen Variabilität der Population in fragmentierten Flachmooren führte.

Insgesamt ist also die genetische Vielfalt häufiger Pflanzenarten auf kleineren ("near") und isolierten Mooren ("distant" in Abb.4) reduziert. Eine mögliche Konsequenz davon könnten die beobachteten Veränderungen in der Populationsstruktur, in der Ausbildung von Blüten und in dem Pflanzenwachstum sein. Ob solche Fragmentierungseffekte langfristig zu einem Rückgang der Populationen führen werden, ist unklar, da die untersuchten Pflanzenarten langlebig sind und bislang selbst in isolierten Habitaten über eine ausreichende Rekrutierung von Sämlingen verfügen. Andererseits sind insbesondere kleine, isolierte Populationen anfällig auf stochastische Ereignisse (z.B. Dürre, starker Schädlingsbefall) und deshalb langfristig bedroht, zumal viele dieser "Mini"-Flachmoore über keinerlei Schutzstatus verfügen.

## Fazit

Im Hinblick auf die untersuchten Nutzungsänderungen ergeben sich folgende Konsequenzen für den Moorschutz: Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, dass die Nutzungsaufgabe zwar optisch sichtbare Veränderungen in Flachmooren bewirkt (Abb. 2); diese sind jedoch durch Wiederaufnahme der Mahd weitgehend reversibel – zumindest auf bis zu vierzigjährigen, weitgehend baumfreien Brachen. Unsere Schlussfolgerungen werden im Wesentlichen auch von anderen Studien in der Schweiz und Deutschland untermauert (GÜSEWELL et al. 1998; THORN 2000). Durch Mahd und Streunutzung können brachgefallene und dadurch in ihrer Artenzahl verarmte baumfreie Flachmoore nach nur wenigen Jahren Bewirtschaftung in ihren ursprünglichen Zustand zurückversetzt werden. Unsere Untersuchungen lassen sich vermutlich jedoch nur bedingt auf bewaldete oder seit mehr als 50 Jahren aufgelassene Flachmoore übertragen. So ist es durchaus möglich, dass die Langzeitfolgen der Nutzungsaufgabe (>50 Jahre), insbesondere auf isolierten Flächen, durchaus vergleichbar mit den Auswirkungen der Habitatfragmentierung sind, da sich mögliche genetische Effekte meist erst nach mehreren Generationen manifestieren.

In Gebieten, in denen großräumig noch intakte Flachmoore vorhanden sind, empfiehlt es sich einzelne Flachmoorbrachen als zusätzliches Landschaftselement zu erhalten, einerseits als Refugien vor menschlicher Nutzung und als Habitate für spezialisierte Tierarten (GIGON & BORCHERENS 1985), und andererseits als langfristige Monitoring-Flächen der Sekundärsukzession.

Im Vergleich zur Nutzungsaufgabe sind die Auswirkungen der Habitatfragmentierung insbesondere auf der Fläche weniger offensichtlich, aber dafür umso drastischer – bis hin zum nachgewiesenen Aussterben von *Swertia*-Populationen. Die Tatsache, dass auch häufige Pflanzenarten insbesondere auf kleinflächigen, isolierten Rest-Habitaten in ihrer Populationsstruktur, ihrem Wachstum und ihrer genetischen Vielfalt beeinträchtigt sind, kann als mögliches Indiz für eine beginnende Destabilisierung dieser artenreichen Streuwiesen hindeuten. (Dass die vorgestellten Resultate kein Einzelfänomen darstellen, das auf Flachmoore beschränkt ist, zeigten vergleichbare Untersuchungen auf Halbtrockenrasen im Schweizer Jura (FISCHER & STÖCKLIN 1997)). Aus ökologischer und naturschützerischer Sicht müssen daher unbedingt Anstrengungen unternommen werden, um der schleichenden Fragmentierung dieser artenreichen und einst landschaftsprägenden Lebensräume entgegenzuwirken. Als langfristige Strategie erscheinen dabei naturschutzrechtliche Unterschutzstellungen von Flachmooren, möglichst im Biotopverbund, in Verbindung mit langfristig gesicherten Kulturlandschaftspflegeförderungen am zielführendsten zu sein.

## Schrifttum

- BAKKER, J. P. & F. BERENDSE (1999): Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathland communities. *Trends in Ecology & Evolution* 14: 63-68.
- BILLETER R., J. SCHNELLER & M. DIEMER (2002): Genetic diversity of *Carex davalliana* and *Succisa pratensis* in mown and abandoned fen meadows. *Bulletin of the Geobotanical Institute ETH* 68: 45-54.
- BILLETER R., D.A.P. HOOFTMAN & M. DIEMER (2003): Differential and reversible responses of common wetland species to abandonment. *Applied Vegetation Science* 6: 3-12.

- BILLETER R., M. PEINTINGER & M. DIEMER (2007): Restoration of montane fen meadows by mowing remains possible after 4-35 years of abandonment. *Botanica Helvetica* 117: 1-13. .
- BOSSHARD, A., F. ANDRES, S. STROHMEYER & T. WOHLGEMUTH (1988): Wirkung einer kurzfristigen Brache auf das Ökosystem eines anthropogenen Kleinseggenriedes – Folgerungen für den Naturschutz. *Berichte des Geobotanischen Institutes ETH* 54: 181-220.
- BROGGI, M.E. & H. SCHLEGEL (1989): Mindestbedarf an naturnahen Flächen in der Kulturlandschaft. Nationales Forschungsprogramm "Nutzung des Bodens in der Schweiz", Bericht 31. Liebefeld-Bern.
- DIEMER M., K. OETIKER & R. BILLETER (2001): Abandonment alters community composition and canopy structure of calcareous fens – a survey of wetlands in NE Switzerland. *Applied Vegetation Science* 4: 237-246.
- DIEMER M., R. BILLETER, D.A.P. HOOFTMAN, K. OETIKER & J. LIENERT (2005): Die langfristigen Auswirkungen von Nutzungsänderungen auf häufige Pflanzenarten montaner Kalkflachmoore in der Schweiz. *Natur und Landschaft* 80: 63-68.
- DIERSSEN, K. & B. DIERSSEN (2001): Moore. Ulmer, Stuttgart. 230S.
- ELLENBERG, H. (1978): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Ulmer, Stuttgart. 982S.
- FISCHER, M. & J. STÖCKLIN (1997): Local extinction of plants in remnants of extensively used calcareous grasslands. *Conservation Biology* 11: 727-737.
- GIGON, A. & Y. BOCHERENS (1985): Wie rasch verändert sich ein nicht mehr gemähtes Ried im Schweizer Mittelland? *Berichte des Geobotanischen Instituts ETH, Stiftung Rübél* 52: 53-65.
- GÜSEWELL, S., A. BUTTLER & F. KLÖTZLI (1998): Short-term and long-term effects of mowing on the vegetation of two calcareous fens. *Journal of Vegetation Science* 9: 861-872.
- HOOFTMAN, D.A.P. & M. DIEMER (2003): Effects of small habitat size and isolation on the population structure of common wetland species. *Plant Biology* 4: 720-728.
- HOOFTMAN, D.A.P., M. VAN KLEUNEN & M. DIEMER (2003): Effects of habitat fragmentation on the fitness of two common species. *Oecologia* 134: 350-359.
- HOOFTMAN, D.A.P., R. BILLETER, B. SCHMID & M. DIEMER (2004): Genetic effects of habitat fragmentation on common species of Swiss fen meadows. *Conservation Biology* 18: 1043-1051.
- KAULE, G. (1986): *Arten- und Biotopschutz*. Ulmer, Stuttgart. 461 S.
- LANDOLT, E. (1991): Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz mit gesamtschweizerischen und regionalen Roten Listen. BUWAL, Bern.
- LIENERT, J. (2004): Habitat fragmentation effects on fitness of plant populations – a review. *Journal for Nature Conservation* 12: 53-72.
- LIENERT, J., M. DIEMER & B. SCHMID (2002a): Effects of isolation distance and habitat area on population structure and fitness of a common fen species, *Swertia perennis* L. (Gentianaceae). *Basic and Applied Ecology* 3: 101-114.
- LIENERT, J., M. FISCHER, & M. DIEMER (2002b): Local extinctions of the wetland specialist *Swertia perennis* L. (Gentianaceae): a revisitation study based on herbarium records. *Biological Conservation* 103: 65-76.
- LIENERT, J., M. FISCHER, J. SCHNELLER & M. DIEMER (2002c): Isozyme variability of the wetland specialist *Swertia perennis* L. (Gentianaceae) in relation to size and isolation of populations, and to plant fitness. *American Journal of Botany* 89: 801-811.
- PAULI, D. (2000): Flachmoore im Fokus der Wissenschaft. *Flora und Vegetation der Iberger Klippenlandschaft*. *Berichte der schwyzerischen naturforschenden Gesellschaft* 12: 83-95.
- PEINTINGER, M., A. BERGAMINI & B. SCHMID (2003): Species-area relationships and nestedness of

- four taxonomic groups in fragmented wetlands. *Basic and Applied Ecology* 4: 385-394.
- POSCHLOD, P. & D. BLOCH (1998): Verbreitung, Nutzungsgeschichte und heutige Situation der Moore in Baden-Württemberg. In: Weisser, H. & Renner, F. (Hrsg.): *Zehn Jahre Projekt Wurzacher Ried*. Margraf-Verlag, Weikersheim. S. 173-188.
- PREISS, H. (1982): *Vegetation und Nährstoffumsatz von Flachmoorbiotopen im Raum von Bad Tölz unter Berücksichtigung der Auswirkung von Nutzungsveränderungen*. Dissertation, TU München. 111 S.
- SCHOPP-GUTH, A. (1997): Diasporenpotential intensiv genutzter Niedermoorböden Nordostdeutschlands – Chancen für die Renaturierung? *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 6: 97-109.
- THORN, M. (2000): Auswirkungen von Landschaftspflegemaßnahmen auf die Vegetation von Streuwiesen. *Natur & Landschaft* 75: 64-73.
- TOUZARD B., B. CLEMENT & S. LAVOREL (2002): Successional patterns in a eutrophic alluvial wetland of Western France. *Wetlands* 22: 111-125.
- YOUNG, A., T. BOYLE & T. BROWN (1996): The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 413-418.

**Anschrift des Autors:**

PD Dr. Matthias Diemer  
Institut für Umweltwissenschaften  
Universität Zürich  
Winterthurerstr. 190  
CH-8057 Zürich  
Schweiz  
Email: matthias@swissonline.ch



Abbildung 1: Streuakkumulation auf einer seit 25 Jahren aufgelassenen Streuwiese im Alpthal / Kanton Schwyz, Zentralschweiz.



Abbildung 2: Ein seit rund 30 Jahren brachgefallenes Flachmoor in der Nähe von Hemberg / Kanton St. Gallen, Ostschweiz. Im Vordergrund eine intakte Streuwiese.



Abbildung 3: Einzelne Flachmoorfragmente (braune Flächen) inmitten von Dauergrünland bei Hemberg / Kanton St. Gallen, Ostschweiz.

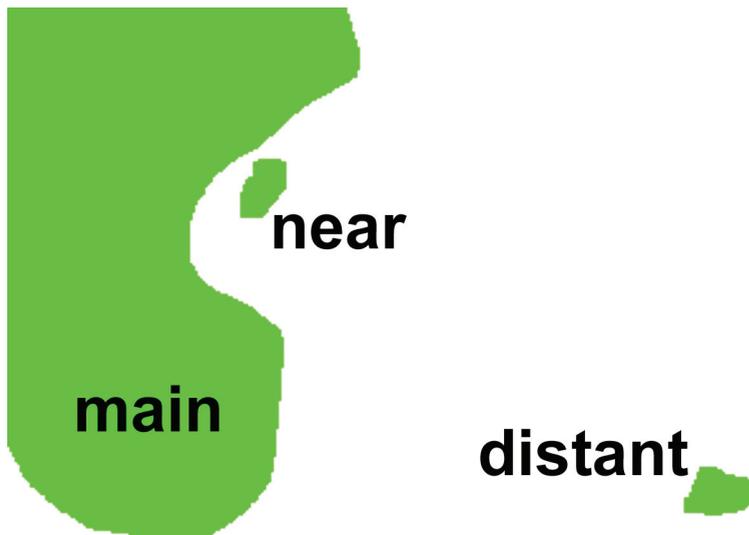


Abbildung 4: Schema der Versuchsanordnung von Flachmooren (grün) in der Landschaft zum statistischen Nachweis von Fragmentierungseffekten.



Abbildung 5: Nahaufnahme eines Flachmoorfragments (ungemähte Fläche, "near"-Typus in Abb. 4) im Alpthal / Kanton Schwyz, Zentralschweiz.