© Ornithologische Gesellschaft Bayern, download unter www.biologiezentrum.at

Ornithol. Anz., 48: 36–42

Die Revitalisierung der Moore im Steinwald

Julia Laube

On the restoration of bogs in the Steinwald

In Germany, most of the actual bog-restoration is spent on areas with silvicultural use in the nearer past. This work adresses the question, which effects on vegetation cover is caused by such restoration treatments. The survey was realized in three different mountain bogs in Steinwald (NE-Bavaria). As information about initial conditions (which means about the state before restoration) was missing, space-for-time-substitution was choosen as evaluation method. Data on vegetation, hydrology, pedology and light availability was sampled for different levels of the artificial time series. We chose unchanged and cleared survey plots as well as restored plots (which were cleared and its ditches were closed in different years).

Vegetation cover shows a quick (2 years after restoration) response which is characterized by an increasing cover of bog-specific species (mainly peat mosses). This phase is interrupted (or even reversed) within the next few years (already 6 years after restoration). As an important driving factor for this undesirable development the shading of peat mosses by the rising shrub cover could be identified. The groundwater table influences the favored ilumination of *Sphagnum*-species: full sunlight is preffered at wet conditions, on dryer sites peat mosses only occur under shaded conditions. The groundwater table was elevated by restoration, but this effect clearly got superimposed by a strong, a priori existing inequality of water level. There's a correlation between groundwater level and slope of the bogs: groundwater table near the hilltop lies lower under ground than groundwater near the base. Further restoration programs should try to involve and use this natural heterogeneity.

Dipl.-Geoök. Julia Laube, Büro für ökologische Studien, Oberkonnersreuther Str. 6a, 95448 Bayreuth
Internet: www.bfoes.de

Einleitung

Die große Mehrheit der derzeit durchgeführten Maßnahmen zur Moorrenaturierung findet in Forsten statt (Pfadenhauer 1997). In Bayern existieren noch etwa 126000 ha Moorflächen (Schuch 1986), etwa ein Zehntel davon liegt im Staatsforst. Bis 2003 wurden auf etwa 20 % dieser Moorflächen Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt (Zollner 2003).

Die forstliche Nutzung von Mooren führt zu einer Vielzahl von direkten und indirekten Wirkungen, deren Darstellung den Rahmen der Arbeit sprengen würde. Als wichtigste Punkte seien die Absenkung des Grundwasserspiegels und die damit einhergehende Zersetzung der obersten Torfhorizonte genannt. Über zahlreiche Rückkopplungseffekte stabilisiert sich schließlich ein Forst-Moor-System. Es unterscheidet sich standörtlich so stark von naturnahen Mooren, dass es auch bei Nutzungsaufgabe oder Kahlschlag nicht mehr in den ursprünglichen Zustand zurückfinden kann. Beschreibungen der hierfür verantwortlichen Prozesse finden sich etwa in Succow 1988, Laiho & Laine 1992, Anderson et al. 1995 oder Silvan et al. 2000.

Die Renaturierungschance derart stark veränderter Moore ist umstritten, Langzeitstudien zur Vegetationsentwicklung auf ehemals forstlich genutzten Mooren fehlen weitgehend. Nur ein Bruchteil der Flächen wird überhaupt wissenschaftlich beobachtet, vor allem aber bleiben Zustandserhebungen vor dem Eingriff die seltene Ausnahme (Pfadenhauer 1997). Ebenso existieren nur wenige Untersuchungen zur Effizienz der derzeit empfohlenen und auch mehrheitlich angewendeten Renaturierungsmethode, dem Rückstau von Dränagegräben durch Stauwehre (Anderson et al. 1995, Charman 2002).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1. Untersuchte Parameter der 405 Einzelflächen bzw. 45 Gesamt-Transekte. – *Parameters examined at the 405 individual sites / along the 45 transects.*

Bezug	Untersuchte Parameter	Methode
Gesamt-Transekt	Grundwasserstand	Pegelmessung mit Lichtlot an 5 Terminen
	Zersetzungsgrad Torf	Mischprobe aus 0-10 cm Tiefe;
	pH-Wert	Mischprobe aus 0-10 cm Tiefe; gemessen in H_2O
	Nitratgehalt	Mischprobe aus 0-10 cm Tiefe; gelöst in KCl; HPLC-Säule
	Räumliche Lage im Moor	Zuordnung in je fünf Hangbereiche mittels GIS Größe der umgebenden Schlagfläche mittels GIS
Einzelfläche (9 pro Transekt)	Vegetationsaufnahme	Höhere Pflanzen und Moose in %-Schätzung (ohne Baumschicht)
	Vegetationsstruktur	Messung der mittleren Strauchhöhen
	Lichtverhältnisse	LAI-Messung (LAI: leaf area index)
	Nivellierung	Relative Nivellierung zum Grabenmittelpunkt
	Grundwasserstand	Schätzer aus Nivellierung und Pegelmessung

Die vorliegende Arbeit stellt die Frage, wie sich Renaturierungsmaßnahmen auf drei Hangmoore im Steinwald (NO-Bayern) auswirken beziehungsweise ob etwaige Auswirkungen schon wenige Jahre nach der Maßnahme und trotz des Fehlens einer Voruntersuchung nachweisbar sind.

Untersuchungsmethoden

Im Jahr 2004 wurden drei auf 800–830 m ü. NN liegende, leicht geneigte Moore untersucht. Sie sind von einem Mosaik aus (künstlichen) Moortümpeln, Grauseggenrieden, Heideflächen, offenen Moorflächen und Fichtenforst bestanden. Für eine Beschreibung des Untersuchungsgebietes und der durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen sei auf den Beitrag von Herrn Reger in diesem Band verwiesen. Da für die Moore im Steinwald keine beziehungsweise kaum Aussagen über den Zustand der Flächen vor dem Eingriff vorliegen, kam eine klassische Vorher-Nachher-Analyse nicht infrage. Die Anordnung der Untersuchungsflächen in eine unechte Zeitreihe (space-for-time-substitution) wird in unterschiedlichen Disziplinen zur Untersuchung von zeitlichen Veränderungen angewandt (z. B. Huggett 1998, Michener 1997, Morgan & Short 2002, Sparling et al. 2003). Sie schien die geeignete Methode für die Untersuchung im Steinwald zu sein, vor allem, weil auch die Renaturierungsmaßnahmen nicht zeitgleich, sondern über mehrere Jahre gestaffelt in unterschiedlichen Teilflächen durchgeführt worden waren. Die Untersuchung von unechten Zeitreihen ist eine indirekte Methode, bei der ein zeitliches Nacheinander aus einem räumlichen Nebeneinander abgeleitet wird.

Als unechte Zeitschritte wurden Forstflächen ohne Behandlung (KFO; Null-Aufnahme), Kahlschlagsflächen ohne Grabeneinstau (KFR; eigentliche Kontrollflächen) und renaturierte Flächen (Kahlschlag und Einstau der Gräben) in den Jahren 1998 (sechs Jahre vor Untersuchung), 2000 (vier Jahre vor Untersuchung) und 2002 (zwei Jahre vor Untersuchung) gewählt. Für die einzelnen Zeitschritte wurden quer zu den Entwässerungsgräben verlaufende Transekte mit jeweils neun aneinanderliegenden, quadratischen Untersuchungsflächen von 0,25 m^2 gelegt. Pro Zeitschritt und Moorkörper wurden drei dieser Transekte untersucht. Die Anordnung der Untersuchungsflächen direkt an den Entwässerungsgräben wurde trotz einiger Nachteile gewählt, da nur so die Grundbedingungen für die Interpretation der unechten Zeitreihe erfüllt werden konnten (bekannter Maßnahmenzeitpunkt, vergleichbare Standortbedingungen, vergleichbare Behandlung bei der Renaturierung).

Der Fokus der Arbeit lag auf möglichen Änderungen der Vegetationszusammensetzung. Zudem wurden auch unterschiedliche abiotische Parameter untersucht, nicht zuletzt weil eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Interpretation unechter Zeitreihen die standörtliche Ver-

 © Ornithologische Gesellschaft Bayern, download unter www.biologiezentrum.at

gleichbarkeit aller Teilflächen ist (Huggett 1998). Flächen, die bezüglich ihrer standörtlichen Gegebenheiten stark differieren, können nur sehr bedingt oder überhaupt nicht in Form einer unechten Zeitreihe verglichen werden, da andere Parameter den Faktor Zeit überlagern oder verfälschen (Fastie 1995, Walker & Del Moral 2003).

Ergebnisse und Diskussion

Die abiotischen Gegebenheiten der Untersuchungsflächen wurden anhand von Mittelwertsbildung verglichen. Dabei unterschieden sich die einzelnen Zeitschritte signifikant in Bezug auf die Lichtverhältnisse. Die Blattflächenindizes nehmen mit der Zeit seit der Renaturierung erwartungsgemäß zu, die höchsten LAI-Werte (also der höchste Beschattungsgrad) werden in den unveränderten Forst-Transekten (KFO) erreicht.

Die Mittelwertsvergleiche für alle anderen abiotischen Parameter ergaben bis auf zwei Ausnahmen (einzig die Zeitschritte 2000 und 1998 unterscheiden sich signifikant bezogen auf Grabentiefe und Grundwasserstände) keinerlei signifikante Unterschiede. Da weitere, statistisch relevante Standortunterschiede zwischen den Zeitschritten völlig fehlen (vergleichbarer pH-Wert, mittlerer Grundwasserstand, Zersetzungsgrad des Torfes usw.), ist die Grundvoraussetzung für eine Interpretation der unechten Zeitreihe erfüllt.

Für einen ersten Überblick über die floristischen Unterschiede und die zeitliche Entwicklung der Flächen wurde eine multivariate Ordinationstechnik angewandt, die DCA (Enttrendete Korrespondenzanalyse). Die DCA ist unter allen multivariaten Ordinationsmethoden am besten für die Analyse zeitlicher Entwicklungen geeignet, weil sie allgemein die β-Diversität wiedergibt, bezogen auf die Zeitreihe also den „β-turnover" abbildet (Morgan & Short 2002, Walker & Del Moral 2003). Die DCA berechnet einen mehrdimensionalen Raum, der die Varianz des Datensatzes auf möglichst we-

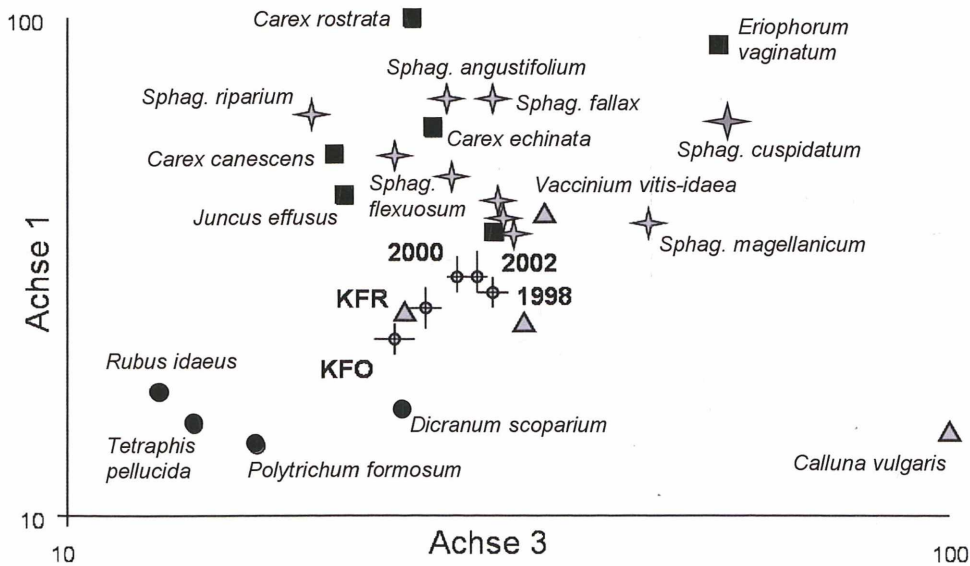

Abb. 1. Ergebnisse der DCA (3. gegen 1. Achse). Abgebildet sind die Scores einiger Moorpflanzenarten (Kreise: Waldarten, Dreiecke: Heidearten, Kreuze: Sphagnen, Quadrate: Sauergräser) und die Mittelwerte der Zeitschritte inklusive 95%-Konfidenzintervalle. Es ist KFO: unveränderte Forst-Flächen; KFR: nur freigestellte Flächen; 1998, 2000 und 2002: in den genannten Jahren renaturierte (also freigestellte und rückgestaute) Flächen. – *Results of the detrended correspondence analysis (3rd against 1st axis). The scores for particular bog plant species are shown (circles: forest species, triangles: heath species, crosses: sphagnum, quadrats: cyperaceae) and the mean values for the various time periods with 95% confidence intervals. KFO: unaltered forest stands; KFR: stands cleared of trees; 1998, 2000 and 2002: year in which sites were restored (cleared and rewetted).*

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at Bayern, download unter www.biologiezentrum.at

nigen Achsen maximiert. Die Vegetationsaufnahmen erhalten ebenso wie die einzelnen Pflanzenarten bestimmte Werte (Scores) für jede Achse dieses Raumes, und können somit auch grafisch dargestellt werden. Da die Standortansprüche der einzelnen Pflanzenarten großteils bekannt sind, kann anhand der Arten-Scores auch eine ökologische Interpretation des Raumes vorgenommen werden.

Die Berechnung der DCA erfolgte auf Basis der Vegetationsaufnahme pro Einzelfläche. Die für die Einzelflächen erzielten Werte (Scores) wurden daraufhin zu Mittelwerten der einzelnen Zeitschritte aggregiert.

Die renaturierten Transekte (1998, 2000 und 2002) liegen in der oben stehenden Grafik deutlich von den Kontrollflächen (KFO und KFR) getrennt, demnach findet durch den Einbau der Stauwehre eine relativ schnelle Entwicklung der Vegetation von den eher typischen Waldbodenarten (*Rubus idaeus, Tetraphis pellucida* und *Polytrichum formosum*, links unten im Gesamtraum) hin zu eher feuchtezeigenden Arten (Arten der Gattung *Sphagnum* und *Carex canescens, C. echinata* beziehungsweise *Eriophorum vaginatum*, alle in der oberen Hälfte des Diagramms) statt. Eine klare Entwicklungsrichtung der renaturierten Zeitschritte (also ein klarer Trend von 1998 zu 2000 und 2002), wie eigentlich erwartet war, kann dagegen nicht ausgemacht werden. Bei den sechs Jahre vor Untersuchung renaturierten Flächen (1998) scheint die Vegetationszusammensetzung sich im Gegenteil eher wieder dem unrenaturierten Zustand anzunähern (bezogen auf die 1. Achse werden niedrigere Werte erreicht als bei den

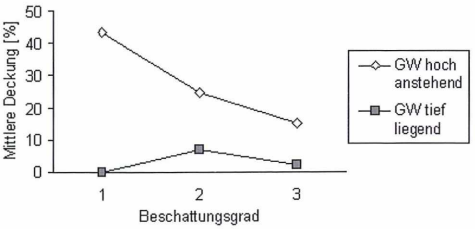

Abb. 2. Mittlere Deckung der moortypischen Torfmoose bei verschiedenen Licht- und Grundwasserverhältnissen. Es sind Grundwasser (GW) hoch anstehend: <15 cm unter Geländeoberkante tief liegend: >25 cm unter Geländeoberkante; Beschattungsgrad 1: LAI-Wert <1,8 (sonnigste Standorte); 2: LAI 1,9-2,8; 3: LAI>2,9 (stark beschattet). – *Mean cover of bog-mosses under varying light and ground-water (GW) conditions. GW high: up to 15cm beneath the surface; GW low: more than 25cm below surface; 1: Leaf Area Index-value <1.8 (sunniest stations); 2: LAI 1.9 – 2.8; 3: LAI > 2.9 (strongly shaded).*

Typen 2002 und 2000, die feuchtezeigenden Arten nehmen also offenbar wieder ab).

Wie eine genauere Analyse der Vegetationsaufnahmen zeigt, sind die Positionen der Zeitschritte in der DCA tatsächlich auch auf wichtige Unterschiede in der Vegetationszusammensetzung zurückzuführen. In der folgenden Tabelle werden die mittleren kumulativen Deckungsgrade der Torfmoose und Beersträucher wiedergegeben.

Ist zwischen den nur freigestellten (KFR) und den zusätzlich rückgestauten Flächen (2002) noch eine signifikante Zunahme der kumulativen Torfmoosdeckung zu erkennen, so nimmt die Deckung von 2002 über 2000 zu 1998

Tab. 2. Mittlere kumulative Deckung (in %) von Torfmoosen und Sträuchern für die einzelnen Zeitschritte. Gleiche Buchstaben über den Zahlen kennzeichnen signifikante Unterschiede (zweiseitiger t-Test).
Es ist KFO: unveränderte Forstflächen; KFR: nur freigestellte Flächen; 1998, 2000 und 2002: in den genannten Jahren renaturierte (also freigestellte und rückgestaute) Flächen. – *Mean cumulative cover (%) of bog-mosses and shrubs for the individual time-periods. Letters above the numbers indicate significant differences (double-sided t-test). KFO: unaltered forest stands; KFR: stands cleared of trees; 1998, 2000 and 2002: year in which sites were restored (cleared and rewetted).*

Zeitschritt	KFO	KFR	2002	2000	1998
Torfmoose	$13{,}1^{A}$	$15{,}1^{C}$	$26{,}6^{A,C,E}$	20,4	$13{,}3^{E}$
Sträucher	$10{,}3^{A}$	$30{,}4^{B}$	37,1	37,8	$49{,}6^{B}$

 © Ornithologische Gesellschaft Bayern, download unter www.biologiezentrum.at

wieder ab, die Deckungsgrade sind bei den 1998er Flächen signifikant niedriger bei den 2002er Flächen. Die Deckungsgrade der Strauchschicht nehmen hingegen mit der Zeit seit Renaturierung, also von KFR über 2002 und 2000 zu 1998, schrittweise zu. Es handelt sich dabei um einen hochsignifikanten Trend ($p<0{,}001$, Wilcoxon-Test). Die Torfmoose können sich offenbar zunächst relativ schnell nach der Renaturierungsmaßnahme ansiedeln, auf Dauer aber nicht an den Standorten etablieren.

Torfmoose sind Schlüsselarten für die Torfbildung und das Moorwachstum. Es wurde daher detailliert nach Zusammenhängen zwischen den abiotischen Parametern und dem Auftreten der Torfmoose gesucht. Es lässt sich ein schwach signifikanter Zusammenhang zwischen der kumulativen Torfmoosdeckung und der Grundwasserstandshöhe nachweisen (einseitiger t-Test), wobei ab einer Grundwassertiefe von mehr als 27 cm unter Geländeoberkante deutlich weniger Torfmoose zu finden sind als bei höheren Wasserständen. Als zweiter relevanter Faktor sind die Lichtverhältnisse zu nennen. Die Torfmoosdeckung nimmt schwach signifikant mit zunehmender Beschattung ab (Spearman's Rangkorrelation). Diese Ergebnisse decken sich mit der Lehrmeinung (Succow 1998).

Nimmt man als aggregiertes Maß für den Strauchbestand das Produkt aus Höhe und Deckungsgrad der Sträucher, dann ergibt sich ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen Strauchbestand und Lichtverhältnissen ($p<0{,}001$, Spearman's Rangkorrelation). Die Torfmoosdeckung geht mit steigendem Strauchbestand hochsignifikant zurück ($p<0{,}001$, Spearman's Rangkorrelation). Es lässt sich also folgern, dass der Rückgang der moortypischen Torfmoose einige Zeit nach der Renaturierungsmaßnahme Ausdruck einer Konkurrenzsituation mit der durch den Kahlschlag geförderten Strauchschicht ist.

Es zeigt sich, dass die Grundwasserstandshöhe das Lichtbedürfnis der Torfmoose stark beeinflusst. Betrachtet man nur die für die offenen Moorflächen typischen Arten (Einteilung folgt Frahm & Frey 2004), dann sind diese Torfmoose auf Teilflächen mit hohen Grundwasserständen unter maximaler Besonnung am häufigsten. Auf Teilflächen mit niedrigen Grundwasserständen kommen Torfmoose nur an den stärker beschatteten Standorten vor. Dieser Zusammenhang ist autökologisch gut nachvollziehbar (maximale Fotosyntheseraten bei hohen Grundwasserständen auf der einen Seite, geminderter Trockenstress durch verminderte Einstrahlung beziehungsweise mikroklimatische Gunst auf der anderen Seite), konnte im Rahmen der Arbeit aber nicht statistisch abgesichert werden.

Wie bereits beschrieben ließen sich nur wenige signifikante standörtliche Unterschiede zwischen den Zeitschritten nachweisen. Auch die mittleren Grundwasserstandshöhen unterschieden sich meist nicht signifikant voneinander. Da die Renaturierungsmaßnahme auf eine Anhebung der Grundwasserstände zielte, ist dieses Ergebnis unerwartet. Zunächst wurde als Grund hierfür eine Disfunktionalität der Stauwehre vermutet, was anhand einer genaueren Betrachtung der Grundwassermesswerte widerlegt werden konnte: Die letzte Pegelmessung fand nach einer ersten frühen Schneeperiode kurz nach der Schneeschmelze statt, weshalb auch die Grundwasserstandserhöhung durch die Schneeschmelze als Messwert für die einzelnen Transekte vorliegt.

Die Erhöhung des Wasserstandes ist in den renaturierten Bereichen statistisch hochsignifikant höher als in den nicht-renaturierten Bereichen ($p<0{,}001$; t-Test). Daher muss also von der Funktionsfähigkeit der Stauwehre ausgegangen und eine andere Ursache für die unerwarteten Grundwasserstandshöhen der Zeitschritte gefunden werden. Hierzu wurde die räumliche Verteilung der Untersuchungsflächen entlang der Hangneigung der Moore genauer untersucht. Die Moore wurden in fünf höhenlinienparallele Bereiche von Lage 1 (am

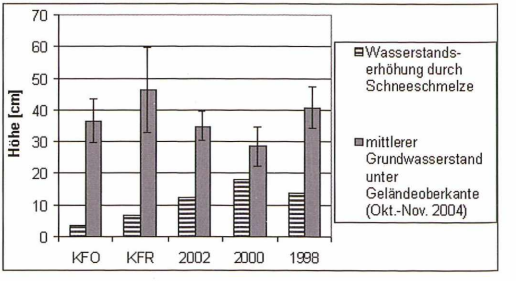

Abb. 3. Mittlere Grundwasserstände und mittlere Wasserstandserhöhung durch Schneeschmelze für die einzelnen Zeitschritte. Abkürzungen wie in Abb. 1. – *Mean ground-water levels and mean rise in water-level through snow-melt during each time-period. Key as in Fig. 1.*

 ©Bayern, download unter www.biologiezentrum.at

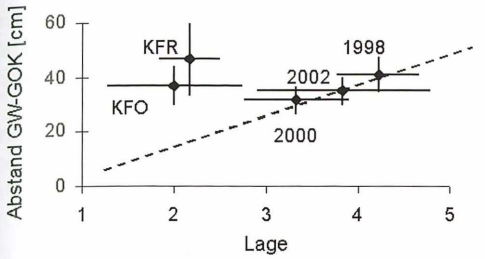

Abb. 4. Mittlere Lage der Zeitschritte entlang der Hangneigung (x-Achse) und mittlere Grundwasserstände (y-Achse). Die gestrichelte Linie deutet die Korrelation zwischen Höhenlage und Grundwasserstand bei den renaturierten Flächen an. Die Tiefe des Grundwasserstands sinkt hang aufwärts bei den nicht-renaturierten Flächen wesentlich schneller als bei den renaturierten Flächen. Abkürzungen wie in Abb. 1. - *Mean values of the time-periods along the angle of slope (x-axis) and mean ground-water level (y-axis). The broken line shows the correlation between altitude and ground-water level in restored sites. Moving upslope, the ground-water level sinks appreciably faster in non-restored than in restored sites. Key as in Fig. 1.*

Hangfuß liegend) bis Lage 5 (am Oberhang liegend) eingeteilt. Bei der Berechnung der mittleren Lage-Werte der einzelnen Zeitschritte zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Kategorien: Die sechs Jahre vor Untersuchung renaturierten Flächen (1998) liegen im Schnitt eher im oberen Bereich der Hangmoore, die vier und zwei Jahre vor Untersuchung behandelten Flächen (2000 und 2002) im mittleren und die Kontrollflächen (KFO und KFR) im unteren Hangbereich. Die Mittelwertsdifferenzen des Parameters Lage sind mehrheitlich auch statistisch nachweisbar (t-Test). Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, beeinflusst die Hangneigung beziehungsweise die Lage der Flächen die Höhe ihrer Grundwasserstände. Teilflächen im oberen Hangbereich der Moore besitzen niedrigere Grundwasserstände als Teilflächen im unteren Hangbereich der Moore.

Der Grundwasserstand selbst wird durch den Rückstau der Gräben also zwar angehoben, der Betrag der Erhöhung wird aber von den a priori vorhandenen Grundwasserstandsdifferenzen innerhalb der Moore überwogen.

Ausblick

Es bleibt festzuhalten, dass sich die Moorstandorte des Steinwalds nach jahrzehntelanger Entwässerung und forstlicher Nutzung so stark verändert haben, dass eine Revitalisierung durch Grabenrückstau und Freistellung der Flächen allein nicht erreichbar scheint. Flankierende Maßnahmen (permanente Gehölzentfernung, vor allem aber auch ein Rückdrängen der Sträucher) sind zumindest derzeit erforderlich. Für künftige Renaturierungsmaßnahmen ist es ratsam, die bestehende standörtliche Heterogenität der Moore in die Planung einzubeziehen und zu nutzen. So könnten in den unteren, feuchten Hangbereichen Kahlschläge auch ohne flankierenden Rückstau der Gräben die moortypische Vegetation fördern. Von größeren Freistellungen in den oberen, trockenen Moorbereichen ist hingegen auch bei einem Rückstau der Gräben abzuraten.

Zusammenfassung

Aktuell werden in zahlreichen ehemals forstlich genutzten Mooren Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, wie sich der Rückstau von Dränagegräben auf drei im Steinwald (NO-Bayern) liegende Hangmoore auswirkt. Aufgrund von fehlenden Null-Aufnahmen wurde die Untersuchung in Form einer unechten Zeitreihe angelegt. Es wurden Daten zu Vegetation und Standort (hydrologische und bodenkundliche Kennwerte, Kennwerte der Lichtverhältnisse) erhoben.

Schon kurz (2 Jahre) nach der Renaturierungsmaßnahme ist eine sprunghafte Artverschiebung hin zu höheren Anteilen an moortypischen Arten (vor allem Torfmoose) zu erkennen. Bald darauf (bereits 6 Jahre nach Maßnahme) folgt eine Phase, in der die Entwicklung stagniert beziehungsweise ein Rückgang der moortypischen Vegetation zu verzeichnen ist. Als wichtigster Grund für diese unerwünschte Entwicklung konnte die zunehmende Beschattung der Torfmoose mit der sich entwickelnden Strauchschicht identifiziert werden. Es zeigt sich, dass die Grundwasserstandshöhe das Lichtbedürfnis der Torfmoose beeinflusst. Auf Teilflächen mit hohen Grundwasserständen sind die Torfmoose unter maximaler Besonnung am häufigsten, auf Teilflächen mit niedrigen Grundwasserständen kommen Torfmoose vermehrt an schattigen Stellen vor.

Der Grundwasserstand selbst wird durch den Rückstau der Gräben angehoben, der Betrag dieser Erhöhung ist aber geringer, als die

 © Ornithologische Gesellschaft Bayern, download unter www.biologiezentrum.at

a priori vorhandenen Grundwasserstandsdifferenzen. Im Oberhang der Moore steht vor und auch nach Grabenrückstau das Grundwasser niedriger an als im Unterhang. Bei künftigen Renaturierungsmaßnahmen ist es ratsam, die bestehende standörtliche Heterogenität der Moore stärker in die Planung einzubeziehen und zu nutzen.

Dank. Für die motivierende und unterstützende Betreuung der Diplomarbeit danke ich Herrn Dr. P. Gerstberger, für die engagierte Beratung in konzeptionellen Fragen Frau Dr. A. Weigel. Ganz besonderer Dank geht auch an Herrn Prof. Dr. E. Hertel für die geduldige Durchsicht und Bestimmungshilfe bei den vielen Moosbelegen. Herrn Prof. J. Tenhunen, Direktor des Lehrstuhls für Pflanzenökologie der Universität Bayreuth, bin ich für die Überlassung des interessanten Themas zu Dank verpflichtet. Zuletzt möchte ich dem Forstamt Kemnath und insbesondere Herrn Norbert Reger, Pullenreuth, für die gute Zusammenarbeit danken.

Literatur

Anderson, A.R., D.G. Pyatt & I.M.S. White (1995): Impacts of Conifer Plantations on Blanket Bog and Prospects of Restoration. In: Wheeler, B.D., S.C. Shaw, W.J. Fojt & R.A. Robertson (Eds.): Restoration of Temperate Wetlands. S. 533-548, Chichester.

Charman, D. (2002): Peatlands and Environmental Change. Chichester.

Fastie, C.L. (1995): Causes and ecosystem consequences of multiple pathways on primary succession at Glacier Bay, Alaska. Ecology 76: 1899-1916.

Frahm, J.-P. & W. Frey (2004): Moosflora (4. Aufl.). Stuttgart.

Hugett, R.J. (1998): Soil chronosequences, soil development, and soil evolution: a critical review. Catena 32: 155-172.

Laiho, R. & J. Laine (1992): Effect of forest drainage on soil frost conditions. – In: Bragg, O.M., P.D. Hume, H.A.P. Ingram & R.A. Robertson (Eds.): Peatland Ecosystems and Man: An Impact Assessment. S. 149-152, Dundee.

Michener, W.K. (1997): Quantitatively Evaluating Restoration Experiments: Research Design, Statistical Analysis, and Data Management Considerations. Restoration Ecology Vol. 5 (4): 324-337.

Morgan, P.A. & F.T. Short (2002): Using Functional Trajectories to Track Constructed Salt Marsh Development in the Great Bay Estuary, Maine/New Hampshire, U.S.A.. Restoration Ecology Vol. 10 (3): 461-473.

Pfadenhauer, J. (1997): Vegetationsökologie – ein Skriptum (2. Aufl.). Eching bei München.

Schuch, M. (1986): Die Moorvorkommen Bayerns und ihr derzeitiger Zustand. TELMA 16: 11-22.

Silvan, N., R. Laiho & H. Vasander (2000): Changes in mesofauma abundance in peat soils drained for forestry. Forest Ecology and Management 133: 127-133.

Sparling, G., D. Ross, N. Trustrum, G. Arnold, A. West, T. Speir & L. Schipper (2003): Recovery of topsoil characteristics after landslip erosion in dry hill country of New Zealand, and a test of the space-for-time hypothesis. Soil Biology & Biochemistry 35: 1575-1568.

Succow, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. Jena.

Walker, L.R. & R. Del Moral (2003): Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation. Cambridge.

Zollner, A. (2003): Das Abflussgeschehen von unterschiedlich genutzten Hochmooreinzugsgebieten – untersucht bei Erfolgskontrollen im Rahmen der Moorrenaturierung der Bayerischen Staatsforstverwaltung. In: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.): Laufener Seminarbeiträge 1/03: Moorrenaturierung – Praxis und Erfolgskontrolle. S. 111-119, Laufen, Salzach.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Ornithologischer Anzeiger

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: 48_1

Autor(en)/Author(s): Laube Julia

Artikel/Article: Die Revitalisierung der Moore im Steinwald 36-42