Decheniana (Bonn) 152, 83–96 (1999)

Entwicklungsbilanz eines entwässerten Niedermoores am Beispiel des Naturschutzgebietes Kalkarer Moor-Arloffer Bruch

JULIA FORWICK, ILONA LEYER und BODO MARIA MÖSELER

(Manuskripteingang: 18. Dezember 1998)

Kurzfassung: Das NSG „Kalkarer Moor-Arloffer Bruch" (Nordeifel, Kreis Euskirchen) ist ein Kalk-Niedermoor, das seit den 50er Jahren infolge anthropogener Grundwasserabsenkung stark im Wandel begriffen ist. Durch den Vergleich des aktuellen Floren- und Vegetationsbestandes mit vorhandenem historischen Datenmaterial konnte diese Entwicklung vom intakten zum fast vollständig degenerierten Niedermoor teilweise rekonstruiert werden. Zudem dienten bodenkundliche Untersuchungen der Einschätzung des aktuellen ökologischen Zustandes des Moores. Die Ergebnisse belegen eine drastische Verschiebung des Artenspektrums und weisen auf Vegetationsveränderungen hin, welche als Folge der Grundwasserabsenkung und der damit einhergehenden Eutrophierung und Versauerung des Standortes zu interpretieren sind. Möglichkeiten der Restitution werden diskutiert.

Schlagworte: Niedermoor, Grundwasserabsenkung, Gefährdung, Bilanzierung, Restitution

Abstract: The nature preserve „Kalkarer Moor-Arloffer Bruch" (Northern Eifel mountains, south of Euskirchen, Germany) is a calciferous lowland moor which has been strongly endangered by an anthropogenously lowered subsoil water table and eutrophication since the fifties of this century. Based on historical and actual floristic and phytosociological dates, the decline from an intact lowland moor to the recent relicts of flora and vegetation has been partly reconstructed. Founded on edaphical researches, the recent ecological state was estimated. The results remark a tremendous shift in the inventory of species as well as the decline of vegetation due to eutrophication and acidification affected by the hydrological change. Restitution and landscape conservation are briefly discussed.

Keywords: lowland moor, subsoil water table, endangering, balance of decline, restitution

1. Einleitung

Hoch- und Niedermoore zählen zu den am stärksten gefährdeten und inzwischen selten gewordenen Biotoptypen. Häufigste Ursachen ihrer Verluste sind land- und forstwirschaftliche Flächennutzungen sowie Torfgewinnung. Voraussetzung für die Kultivierung von Mooren ist die Entwässerung, die zu meist irreversiblen Veränderungen der physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des Torfkörpers führt. Die durch Grundwasserabsenkung induzierten Prozesse spiegeln sich in unmittelbar einsetzenden Bestandsänderungen der charakteristischen Tier- und Pflanzenarten wider und führen schließlich häufig zu unwiederbringlichen Verlusten.

Trotz großer Bemühungen, den ursprünglichen Zustand des Kalkarer Moores zu erhalten, spiegeln sich seitdem die hydrologischen Veränderungen in einem Verlust in der Flora und einem Wandel der Vegetation wider.Neben einer Erfassung der biologischen Vielfalt und der ökologischen Besonderheiten der verbliebenen Reste naturnaher Moore ist die Frage nach Veränderungen durch anthropogene Eingriffe von besonderem wissenschaftlichen Interesse. Oft ist es allerdings schwierig, einen Vergleich der aktuellen Situation eines Gebietes mit einem früheren Zustand zu ziehen, da dieser in der Regel nur unzureichend dokumentiert ist.

Das NSG Kalkarer Moor ist ein Kalkniedermoor, das seit den 50er Jahren dieses Jahrhunderts durch Entwässerung stark gefährdet ist. Die Grundwasserabsenkung wurde allerdings nicht durch direkte Nutzung, sondern vermutlich durch Wassergewinnung in der unmittelbaren Umgebung des Moores verursacht.

Im Gegensatz zu vielen anderen Gebieten liegt vom Kalkarer Moor über einen Zeitraum von etwa 100 Jahren historisches und aktuelles Datenmaterial vor, da das Moor vor allem wegen seiner eigentümlichen Flora eine große Besonderheit in der nördlichen Eifel darstellte. Daher sind in floristischer Hinsicht Vergleiche des früheren mit dem heutigen Bestand des Moores möglich. Die Auswirkungen der Grundwasserabsenkung auf die Entwicklung der Flora über diesen Zeitraum ist gut nachvollziehbar. Vege-

tationskundliche und bodenökologische Daten aus historischen Dokumenten liegen jedoch nur vereinzelt vor, so daß der Vergleich mit aktuellen Vegetationsaufnahmen und Bodenmessungen nur in Einzelfällen möglich ist.

Im Rahmen zweier Diplomarbeiten (FORWICK 1995, LEYER 1995) wurde das Kalkarer Moor über zwei Vegetationsperioden floristisch, vegetationskundlich und bodenökologisch untersucht. Ziel der Untersuchungen war neben der Darstellung des Status quo der Vergleich des ursprünglich intakten Niedermoores mit dem aktuellen, entwässerten Gebiet. Anhand der Ergebnisse sollten der Einfluß der Grundwasserabsenkung auf Flora, Vegetation und Boden veranschaulicht und mögliche Maßnahmen zur Erhaltung des Moores aufgezeigt werden.

2. Das Untersuchungsgebiet

2.1. Lage und naturräumliche Einordnung

Das 11 ha große Naturschutzgebiet Kalkarer Moor-Arloffer Bruch liegt 6 km südlich der Kreisstadt Euskirchen und 30 km südwestlich von Bonn (TK 25, Bl. 5306/4 Euskirchen). Das Höhenniveau beträgt durchschnittlich 217 m ü.NN. Naturräumlich ist es Bestandteil des Antweiler Grabens innerhalb der Mechernicher Voreifel, welche dem Naturgroßraum Osteifel zuzurechnen ist (GLÄSSER 1978).

2.2. Klima

Das Untersuchungsgebiet gehört dem subatlantischen Klimabereich an. Bedingt durch die vorwiegend westliche bis südwestliche Windrichtung und die Lage am nordöstlichen Rand der Eifel - und damit im Regenschatten von Eifel und Hohem Venn - gehört der Raum Euskirchen mit stellenweise weniger als 600 mm Jahresniederschlag zu einer der niederschlagsärmsten Regionen in Westdeutschland. An der Wetterstation Arloff in direkter Nähe des NSG Kalkarer Moor liegt das langjährige Jahresmittel der Niederschläge bei 615 mm, die langjährige mittlere Jahrestemperatur bei 9,6 °C.

2.3. Geologie und Hydrogeologie

Der im Tertiär entstandene Antweiler Graben, in dessen tiefstem Teil sich das Untersuchungsgebiet befindet, verläuft in nordwestlich-südöstlicher Richtung und teilt die Sötenicher Kalkmulde in einen großen südwestlichen und einen kleineren nordöstlichen Bereich. Im Norden grenzt er an den Billiger Horst, der einen während der tertiären Störungen herausgehobenen Teil des unterdevonischen Grundgebirges darstellt.

Der Antweiler Graben ist mit tertiären Sedimenten gefüllt, die in der mittleren Grabenzone eine Mächtigkeit von mindestens 60 m erreichen (W. MÜLLER 1949). Im Quartär wurden ferner pleistozäne Sedimente - Löß, Terrassenschotter von pleistozänen Erftläufen und Gehängeschutt - abgelagert. Zu den holozänen Bildungen zählen die Torfe im tiefsten Teil des Antweiler Grabens.

Die Herkunft des kalkreichen Grundwassers, das zur Moorbildung führte, erläutert SEMMLER (1931): Niederschlagswasser dringt in das klüftige Kalkgestein der Sötenicher Kalkmulde ein, löst dabei Kalk und fließt, dem Gefälle folgend, nach Nordosten in die tertiären Kiesschichten des Antweiler Grabens, die ihrerseits ein Gefälle nach Norden aufweisen. Am wasserundurchlässigen unterdevonischen Gestein des Billiger Horstes wird das Wasser gestaut und dringt an den Stellen im tiefsten Teil des Grabens artesisch an die Oberfläche, wo eine Unterbrechung der Tonschichten vorliegt. Ein solcher artesischer Brunnen war u.a. das „Mollpützchen" am Südrand des Moores (TEICHMANN 1961, s. Vegetationskarte Abb. 4). Seit der starken Grundwasserabsenkung in den 60er Jahren sind jedoch alle Quellen versiegt, natürlich überstaute Flächen sind nicht mehr vorhanden.

2.4. Böden

Neben Niedermoortorfen bis zu einer Mächtigkeit von mehr als einem Meter sowie Anmoorgley ist im nordöstlichen Teilbereich Gley vorhanden. Die Torfauflage der künstlich bewässerten Böden ist als stark zersetzt einzustufen, während der Torf der meisten nicht bewässerten Standorte vererdet ist. Unter den Torfschichten folgt ein toniger bis sandiger, mit Eisenkonkretionen durchsetzter Mineralboden.

2.5. Historische Entwicklung

Aus umfangreichen historischen Dokumenten lassen sich die Nutzungsgeschichte des Kalkarer Moores, die Entwicklung der Wasser- und Bodenverhältnisse sowie die Veränderungen der Flora über einen Zeitraum von über 150 Jahren relativ gut rekonstruieren (WIRTGEN 1857, THISQUEN 1876, HÖPPNER 1918, NIESSEN 1930, TEICHMANN 1959–1964, REINARTZ 1969).

Demnach wurde bis etwa zur Jahrhundertwende Torf gestochen und das Gebiet bis in die

60er Jahre dieses Jahrhunderts als Streuwiese oder Weide genutzt. Angaben über die Hydrologie liegen aus dieser Zeit nur lückenhaft vor, fest steht aber, daß die überstauten Flächen früher weitaus größere Ausmaße eingenommen haben als heute. Ende der 20er Jahre wurde erstmals ein Nachlassen der Vernässung beobachtet, das jedoch in den folgenden Jahrzehnten ohne bedeutende Auswirkungen auf die Flora des Gebietes blieb. Erst Anfang der 50er Jahre nahm die Schüttungsintensität des „Mollpützchens" so stark ab, daß der Bestand einiger charakteristischer Arten gefährdet schien. Ursache hierfür war vermutlich das zu dieser Zeit durchgeführte Flurbereinigungsverfahren, das zum einen die Drainierung der umliegenden Flächen, zum anderen eine Verlegung und Vertiefung des nahen Mersbaches zur Entwässerung jener Flächen umfaßte. Die Feuchtigkeitsverluste wurden im Jahre 1957 schließlich durch den Bau eines Grabens ausgeglichen, der die Quelle mit dem Kernbereich verband und so dessen Vernässung sicherstellte. 1959 jedoch versiegte die Quelle vollständig. Dieses Ereignis wurde zunächst mit der sehr trockenen Witterung erklärt, doch schüttete die Quelle auch in folgenden niederschlagsreicheren Jahren nie mehr so viel Wasser wie zuvor. Wahrscheinlicher ist deshalb die Annahme, daß die plötzliche Absenkung des Grundwasserspiegels auf den Bau eines etwa 650 m vom Naturschutzgebiet entfernten Tiefbrunnens zurückzuführen ist, der im Jahre 1959 zur Wasserversorgung der Stadt Euskirchen in Betrieb genommen wurde. Möglicherweise wurden dabei geologische Schichten perforiert, die in Verbindung mit den oberflächennahen wasserführenden Schichten stehen, über die auch das Kalkarer Moor mit Wasser versorgt wurde.

Als Anfang der 60er Jahre keine Besserung der Wasserverhältnisse eingetreten war, wurde im Bereich der ursprünglichen Quelle ein Brunnen angelegt, um eine kontinuierliche Bewässerung der gegen Austrocknung besonders empfindlichen Teilflächen zu gewährleisten. Diese Maßnahme wurde zunächst als Übergangslösung betrachtet, konnte jedoch bis heute nicht wieder durch die natürliche Wasserversorgung früherer Zeiten abgelöst werden.

1965 wurde das Kalkarer Moor als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Seitdem werden die Flächen je nach Wüchsigkeit und Vernässungsgrad jährlich ein- bis zweimal im Frühsommer bzw. Herbst gemäht und die vordringenden Gebüsche im mehrjährigen Rhythmus zurückgeschnitten. Mit Hilfe des Grundwasserbrunnens werden der Kernbereich und zwei weitere Teilflächen von März bis Oktober vernäßt.

3. Aktuelle Flora und Florenveränderung

Im Naturschutzgebiet konnten im Jahr 1994 insgesamt 267 Sippen der Farn- und Blütenpflanzen nachgewiesen werden, davon gelten 32 in Nordrhein-Westfalen als gefährdet (Tab. 1). Insgesamt betrachtet ist sowohl die Menge der aufgefundenen Arten als auch der Anteil der gefährdeten Blütenpflanzen im Vergleich zur Größe des Gebietes auffallend hoch. Auch 11 von 35 aufgefundenen Moossippen sind in NRW gefährdet (WOLFF-STRAUB 1988).

Ein anderes Bild ergibt sich bei der Betrachtung der Verbreitung und der Individuenzahl der gefährdeten Blütenpflanzen: 19 Arten können im Kalkarer Moor allein an den künstlich bewässerten Standorten aufgefunden werden. Diese machen jedoch lediglich 2 % der Gesamtfläche aus. Zudem sind *Liparis loeselii, Eriophorum latifolium, Schoenus nigricans, Gymnadenia conopsea* ssp. *densiflora* und *Triglochin palustre* nur noch mit wenigen Individuen vertreten.

Historischen Angaben zufolge hat die Absenkung des Grundwassers Ende der 50er Jahre zu deutlichen standortökologischen Veränderungen und in der Folge zu erheblichen Verlusten im Florenbestand des Kalkarer Moores geführt. Die Entwicklung der Flora durch einen Vergleich der historischen mit den aktuellen Daten (vor 1959, nach 1959 bis heute) zu dokumentieren ist, das Ziel der folgenden Bilanzierung.

3.1. Methoden

In der Florenbilanzierung wurden drei Florenlisten miteinander verglichen:

(1) Eine aus verschiedenen Quellen zusammengestellte Liste, die einen Zeitabschnitt von etwa 100 Jahren bei mehr oder weniger konstanten Wasserverhältnissen umfaßt (von THISQUEN 1876 bis MÜLLER, TH. 1962);
(2) eine Florenliste von SCHUMACHER (1974), aus der auch historische Vorkommen hervorgehen;
(3) eine 1993 und 1994 von den Autorinnen im Rahmen ihrer Diplomarbeiten erstellte Florenliste (FORWICK 1995, LEYER 1995).

Tabelle 1. Liste der in Nordrhein-Westfalen aktuell gefährdeten Sippen des Untersuchungsgebietes (1: vom Aussterben bedroht; 2: stark gefährdet; 3: gefährdet; *: nicht gefährdet; NRW bzw. Ei/Sg: Rote Liste Nordrhein-Westfalen bzw. Eifel/Siebengebirge)

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Gefährdungsgrad NRW	Ei/Sg
Liparis loeselii (L.) Rich.	Glanzstendel	1	1
Schoenus nigricans L.	Schwarzes Kopfried	1	1
Carex flava L. s. str.	Gelbe Segge	2	1
Bromus commutatus Schrad.	Wiesen-Trespe	2	2
Carex hostiana DC.	Saum-Segge	2	2
Carex lepidocarpa Tausch	Schuppen-Segge	2	2
Dactylorhiza praetermissa (Druce) Soo	Übersehenes Knabenkraut	2	2
Eleocharis quinqueflora (F. X. Hartm.) O. Schwarz	Armblütige Sumpfsimse	2	2
Eriophorum latifolium Hoppe	Breitblättriges Wollgras	2	2
Juncus subnodulosus Schrank	Stumpfblütige Binse	2	2
Triglochin palustre L.	Sumpf-Dreizack	2	2
Parnassia palustris L.	Herzblatt	2	3
Epipactis palustris (L.) Crantz	Sumpf-Stendelwurz	2	3
Carex pulicaris L.	Floh-Segge	2	3
Serratula tinctoria L.	Färber-Scharte	2	*
Bromus racemosus L.	Traubige Trespe	3	2
Cirsium tuberosum (L.) All.	Knollige Kratzdistel	3	3
Gymnadenia conopsea (L.) R. Bl. ssp. densiflora (Wahlenb.) Richt.	Mücken-Händelwurz	3	3
Menyanthes trifoliata L.	Fieberklee	3	3
Pedicularis sylvatica L.	Wald-Läusekraut	3	3
Polygala vulgaris L.	Gewöhnliche Kreuzblume	3	3
Silaum silaus (L.) Sch. et Thell.	Wiesensilge	3	3
Briza media L.	Zittergras	3	*
Campanula glomerata L.	Büschel-Glockenblume	3	*
Carex panicea	Hirsen-Segge	3	*
Colchicum autumnale L.	Herbst-Zeitlose	3	*
Dactylorhiza maculata agg.	Geflecktes Knabenkraut	3	*
Genista tinctoria L.	Färber-Ginster	3	*
Geum rivale L.	Bach-Nelkenwurz	3	*
Polygala amarella Crantz	Bitterliche Kreuzblume	3	*
Selinum carvifolia L.	Kümmel-Silge	3	*
Stachys officinalis (L.) Trev.	Heil-Ziest	3	*

Vor dem Vergleich wurde zunächst das historische Datenmaterial hinsichtlich zweifelhaft erscheinender Angaben kritisch ausgewertet. Ferner wurden solche Pflanzen in der Bilanz nicht berücksichtigt, die nicht zum ursprünglichen Arteninventar des Kalkarer Moores gehören, sondern nachweislich eingeschleppt oder gar angepflanzt worden sind. Hierzu zählen *Schoenus nigricans*, *Carex appropinquata* sowie *Dactylorhiza praetermissa* und *Drosera intermedia*, die aus anderen Kalkflachmooren der Eifel stammen. Zahlreiche Arten, die dem ursprünglichen Florenbestand des Moores zugerechnet werden können, wurden nachgepflanzt bzw. über Samen vermehrt und wieder eingebracht, nachdem ihre Populationsgröße nach dem Trockenfallen des Gebietes kritisch wurde. Dazu zählen beispielsweise *Dactylorhiza majalis*, *Carex davalliana*, *Triglochin palustre* sowie *Liparis loeselii* (BUCHMANN 1975).

Die historischen Quellen über die Flora des Kalkarer Moores sind meist nur bedingt aussagekräftig, da sie oftmals lediglich die „botanischen Kostbarkeiten" auflisten, dagegen Arten, die auch möglicherweise damals schon häufig, aber weniger außergewöhnlich waren, unerwähnt lassen. Eine Bilanz kann deshalb zunächst nur Verluste aufzeigen und erst dann Aussagen

über die Veränderung des gesamten Artenspektrums, d.h. auch über ein Hinzukommen neuer Arten erlauben, wenn umfassende Angaben vorliegen. Dies ermöglicht erstmals die Arbeit von SCHUMACHER (1974).

Um den Artenbestand früher und heute miteinander vergleichen und die ökologische Bedeutung der Veränderungen bewerten zu können, erschien es sinnvoll, die Sippen nach ihren Vorkommen in den nach SUKOPP et al. (1978) definierten Vegetationstypen zusammenzustellen. Synonym wird hier der Begriff „Biotoptyp" verwendet. Jede Art wird ihrem Verbreitungsschwerpunkt entsprechend einem oder mehreren Vegetationstypen zugeordnet.Nebenvorkommen wurden in der vorliegenden Bilanz nicht berücksichtigt. Arten mit weiter ökologischer Amplitude weisen in der Regel mehrere Hauptvorkommen auf (und werden in der Bilanz mehrfach gezählt), während stark spezialisierte Sippen wie die meisten Arten der Moore und oligotrophen Gewässer nur einen Verbreitungsschwerpunkt haben. Dies ist bei der Auswertung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

3.2. Ergebnisse

Die Flora des Kalkarer Moores läßt sich überwiegend sechs verschiedenen Vegetationstypen zuordnen:

(1) Oligotrophe Moore, Moorwälder und Gewässer
(2) Vegetation eutropher Gewässer
(3) Feuchtwiesen
(4) Frischwiesen und -weiden
(5) Langlebige Ruderal- und Schlaggesellschaften, nitrophile Säume
(6) Ackerwildkraut-Gesellschaften und kurzlebige Ruderalvegetation

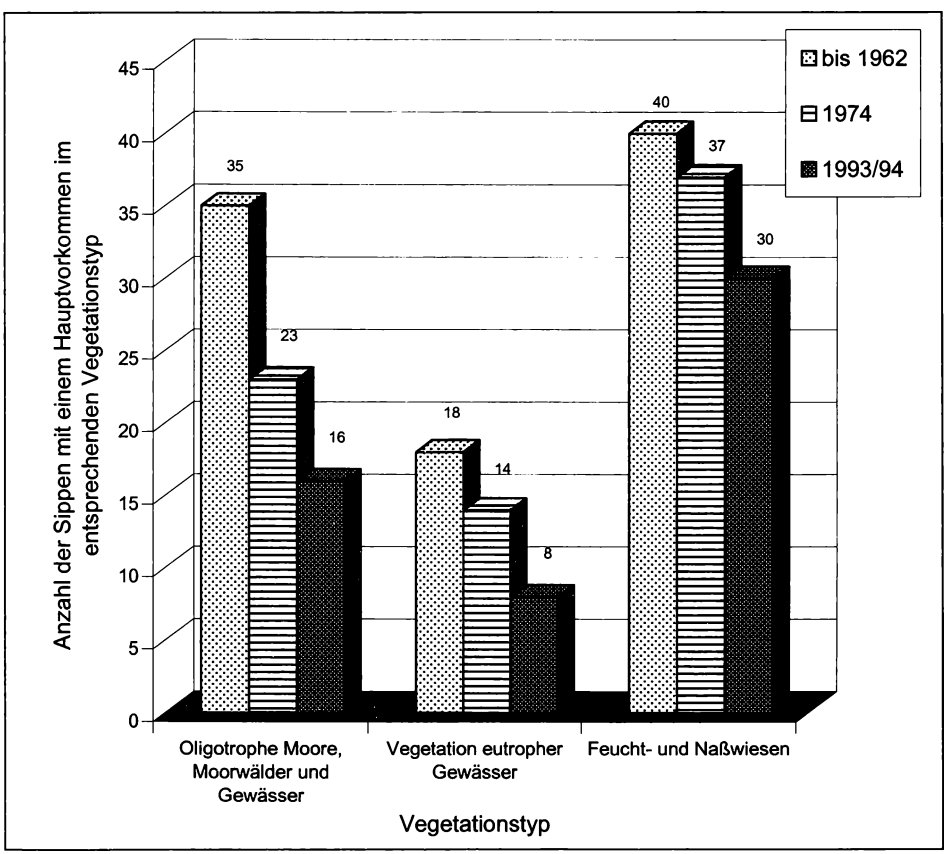

Abbildung 1. Verlustbilanz von Arten ausgewählter Vegetationstypen. In der Bilanz sind Arten mit mindestens einem Hauptvorkommen im entsprechenden Vegetationstyp aufgenommen.

Die erste Florenliste (bis 1962) umfaßt nach der kritischen Überarbeitung 112 Sippen, deren überwiegende Zahl (58 Sippen) den oligotrophen Mooren, Moorwäldern und Gewässern zuzuordnen ist. 35 Sippen haben mindestens ein Hauptvorkommen in diesem Vegtationstyp, 28 von ihnen weisen dort ihren einzigen Schwerpunkt auf. Die meisten weiteren Sippen kommen im Bereich der eutrophen Gewässer (Großseggenbestände) oder in Feucht- und Naßwiesen vor (zu beachten bleibt die Unvollständigkeit der Listen!). Die Bilanz zeigt, daß nach 1962 ein beträchtlicher Artenrückgang einsetzt: Fast ein Viertel der bis 1962 erwähnten Arten konnte acht Jahre später nicht mehr nachgewiesen werden (Abb. 1). In erster Linie handelt es sich hierbei um charakteristische Moorarten wie *Hammarbya paludosa*, *Utricularia minor*, *Drosera rotundifolia* sowie *Carex diandra* und *C. dioica*. 1974 waren von den 35 genannten Sippen der Moore, Moorwälder und Gewässer nur noch 23 zu finden, 1993/94 lediglich 16. Die Arten der weiteren genannten Biotoptypen sind in diesem Zeitraum dagegen weniger stark betroffen, nehmen in ihrer Zahl jedoch ebenfalls ab. In den folgenden 20 Jahren hielt die Tendenz des Artenrückgangs in allen drei Vegetationstypen an: weitere 22 Sippen konnten 1994 nicht mehr gefunden werden, z. B. *Carex davalliana*, *Carex lasiocarpa, Eriophorum angustifolium* und *Pinguicula vulgaris*, d. h. Arten aus dem Vegetationstyp Moor. Aus den Vegetationstypen der eu-

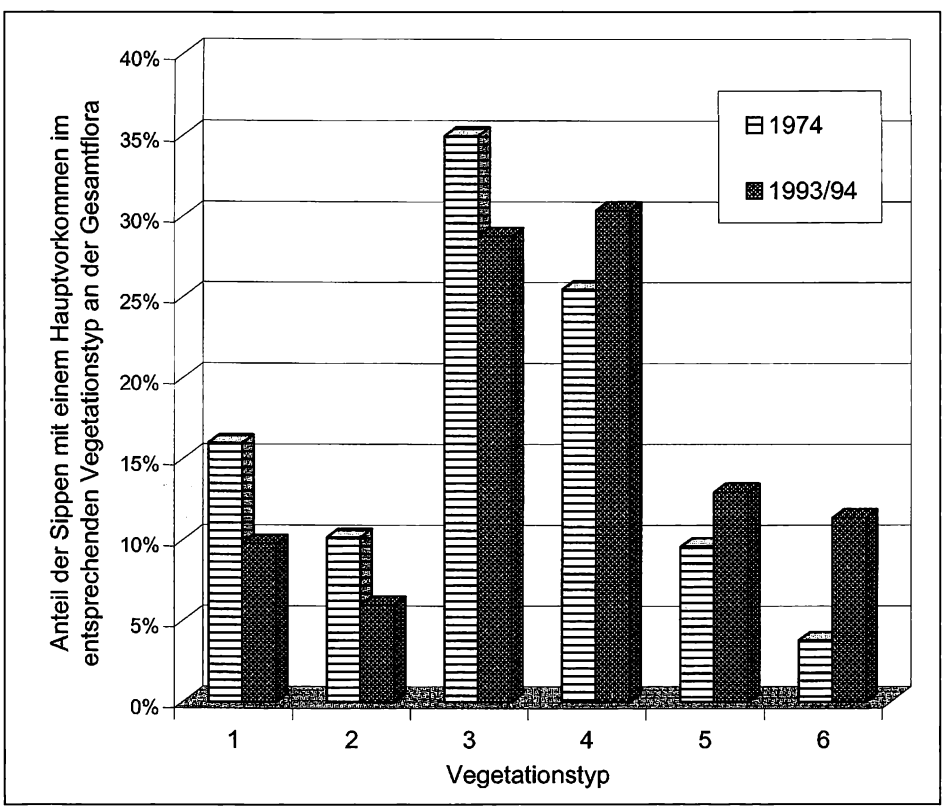

Abbildung 2. Zusammensetzung des Arteninventars 1974 und 1993/94 durch Zuordnung der Sippen zu ausgewählten Vegetationstypen. In dem Vergleich sind Sippen aufgenommen, die mindestens ein Hauptvorkommen im entsprechenden Vegetationstyp aufweisen, Doppelzählungen sind daher möglich.
Vegetationstypen: 1: oligotrophe Moore, Moorwälder und Gewässer, 2: Vegetation eutropher Gewässer, 3: Feuchtwiesen, 4: Frischwiesen und -weiden, 5: langlebige Ruderal- und Schlaggesellschaften, nitrophile Säume, 6: Ackerwildkraut-Gesellschaften und kurzlebige Ruderalvegetation

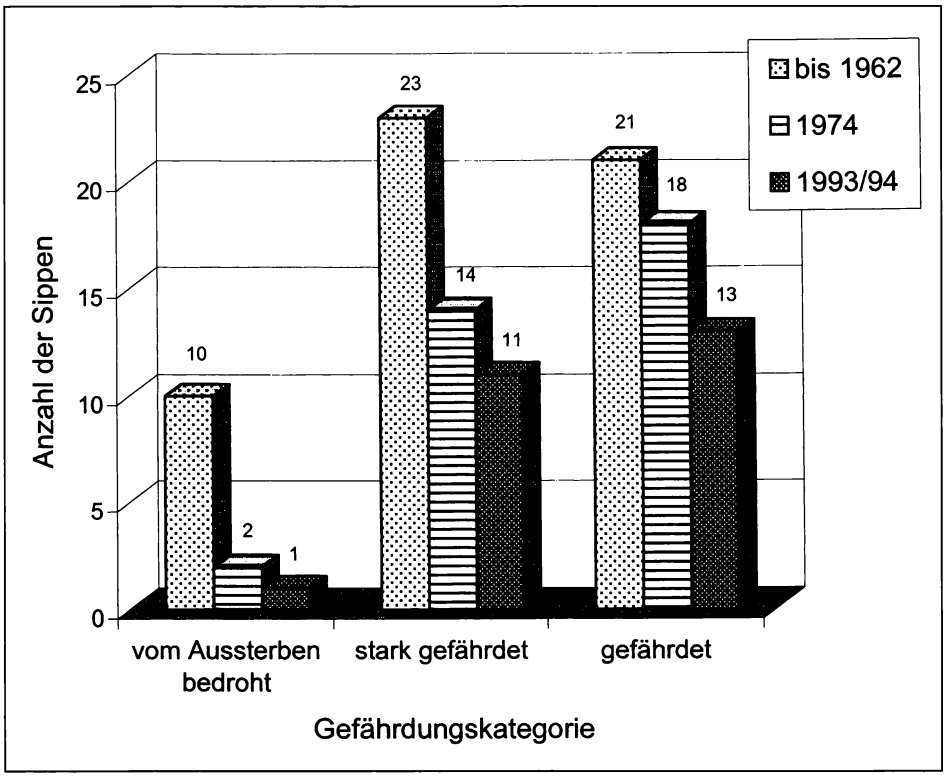

Abbildung 3. Verlustbilanz der in Nordrhein-Westfalen aktuell gefährdeten Sippen des Untersuchungsgebietes. Aufteilung der Sippen nach Gefährdungskategorien (nach WOLFF-STRAUB 1988).

trophen Gewässer und der Feuchtwiesen sind beispielsweise *Dactylorhiza majalis*, *Eleocharis palustris* oder *Carex tomentosa* zu erwähnen. Damit ist bis heute fast die Hälfte des vor 1962 angegebenen Florenbestandes verschollen.

Vergleicht man die Florenlisten von 1974 und 1994 miteinander, so läßt sich neben den weiterhin anhaltenden Artenverlusten aus der Moor- und Feuchtwiesenvegetation eine Zunahme solcher Arten erkennen, deren Verbreitungsschwerpunkte in standörtlich weniger spezifischen Biotoptypen liegen, so vor allem Gräser und Kräuter der Frischwiesen und -weiden sowie der Ruderal- und Ackerwildkrautgesellschaften. Sie zeichnen sich in der Regel durch breite ökologische Amplituden aus und sind in ihren standortökologischen Ansprüchen weniger spezialisiert. Abb. 2 verdeutlicht die Verschiebung in der Zusammensetzung des Artbestandes im Zeitraum von 1974 bis 1994.

Die meisten der bis heute verschollenen Arten des Kalkarer Moores sind in Nordrhein-Westfalen bzw. in der Bundesrepublik aktuell gefährdet oder vom Aussterben bedroht (Abb. 3).

4. Vegetation

4.1. Methoden

Die Nomenklatur der Farn- und Blütenpflanzen richtet sich nach OBERDORFER (1994), die der Moose nach FRAHM & FREY (1992).

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten nach BRAUN-BLANQUET (1964). Auf die Wiedergabe der Vegetationsaufnahmen wurde im Rahmen des vorliegenden Artikels verzichtet. Interessenten haben jedoch die Möglichkeit, die Diplomarbeiten mit den Vegetationstabellen am Institut für Landwirtschaftliche Botanik, Universität Bonn, einzusehen. Syntaxonomische Klassifizierung und Nomenklatur richten sich in der Regel nach OBERDORFER (1992, 1993), in Ein-

zelfällen nach BRAUN (1968) und DIERSSEN (1982).

4.2. Ergebnisse

Der künstlich bewässerte Kernbereich des Kalkarer Moores (vgl. Abb. 4) wird von einem kleinflächigen Gesellschaftsmosaik besiedelt. Als typische Niedermoorgesellschaften des Caricion davallianae sind das **Caricetum paniceo-lepidocarpae** BRAUN 68 und das **Eleocharitetum quinqueflorae** LÜDI 21 vertreten, die sich neben einer Anzahl von Scheuchzerio-Caricitea fuscae-Sippen (z.B. *Triglochin palustre, Epipactis palustris, Parnassia palustris, Dactylorhiza praetermissa*) durch die Dominanz der jeweiligen namengebenden Arten auszeichnen. Auf etwas höher gelegenen Standorten gehen diese in eine basiphile Pfeifengras-Wiese, das **Molinietum caeruleae** KOCH 26 über. Die **Subassoziation von *Carex hostiana***, die feuchte Standorte in unmittelbarer Nähe zu den Caricion davallianae-Gesellschaften besiedelt, weist dabei noch einige Niedermoor-Arten auf, während die **Subassoziation von *Bromus erectus*** trockenere, nicht bewässerte Standorte bevorzugt und schon einige zum Mesobromion überleitende Sippen (z. B. *Brachypodium pinnatum, Galium verum, Viola hirta*) besitzt. Zum Calthion zählt das **Angelico-Cirsietum oleracei** TX. 37, das sich u. a. durch das Fehlen der Frischwiesen-Arten und Hinzutreten von Calthion-Arten *(Caltha palustris, Crepis paludosa, Lotus uliginosus, Juncus subnodulosus*) vom Arrhenatheretum elatioris, Subassoziation von *Lychnis flos-cuculi*, Variante von *Cirsium oleraceum* (s. u.), unterscheidet. Ferner ist das **Juncetum subnodulosi** KOCH 26 zu nennen, dessen namengebende Art dichte Polykormone bildet, in denen konkurrierende Arten mit nur geringer Deckung auftreten.

Die größten Teile des Kalkarer Moores werden jedoch von verschiedenen Ausbildungen des Arrhenatheretum elatioris SCHERR. 25 eingenommen. Das **Arrhenatheretum elatioris typicum** besiedelt einen stark vererdeten Niedermoorboden mit sehr guter Nährstoff- und Basenversorgung. Es fehlen Differentialarten der feuchten Subassoziation, hinzu treten jedoch die auf eutrophe Verhältnisse hindeutenden Arten *Urtica dioica*, *Rumex obtusifolius* und *Galium aparine*. Diese Fläche erfuhr vor Jahren eine gewisse Düngung, da dort Aufwuchsmaterial verbrannt wurde. Das **Arrhenatheretum elatioris, Subassoziation von *Lychnis flos-cuculi***, zeichnet sich durch Differentialarten aus der Ordnung Molinietalia aus. Zwei Varianten sind im Untersuchungsgebiet aufgrund unterschiedlicher abiotischer Verhältnisse zu unterscheiden: die **Variante von *Cirsium oleraceum*** bevorzugt Standorte mit mäßig zersetzter Torfauflage, guter Nährstoff- und Basenversorgung sowie mit recht gleichmäßigem Wasserstand. Bestimmendes Merkmal des Standortes der **Variante von *Silaum silaus***, die tonigen Lehmboden besiedelt, sind die starken Schwankungen des Wasserangebotes. So steht im Winter und Frühjahr das Wasser oberflächennah, während der Boden im Sommer stark austrocknet. Dieser Faktor erklärt das gemeinsame Vorkommen von Wechselfeuchtezeigern (*Serratula tinctoria, Bromus racemosus*) und Trockenheitszeigern (z.B. *Ranunculus bulbosus, Galium verum*). Zusätzlich sind eine Reihe Magerkeitszeiger (z.B. *Rhinanthus minor*, *Anthoxanthum odoratum*) vorhanden.

Neben den durch Kenn- und Trennarten recht gut zu differenzierenden Gesellschaften treten im Westteil des Moores Feuchtwiesen auf, die mangels kennzeichnender Arten als **Molinietalia-Fragmentbestände** bezeichnet werden. Neben Feuchtwiesen-Arten treten hier verschiedene Gräser (*Calamagrostis canescens, Calamagrostis epigeios, Molinia caerulea*) faziesbildend auf.

Die nicht durch Mahd offengehaltenen Teile des Moores setzen sich aus einem Mosaik aus *Salix cinerea*-Gebüschen, *Phragmites australis*-Beständen sowie ruderalisierten, bachbegleitenden Hochstaudenfluren zusammen.

Die Entwicklung der Vegetationsbestände ist aufgrund der lückenhaften Dokumentation lediglich tendenziell rekonstruierbar. Anhaltspunkte für einen historischen Vergleich liefert eine Vegetationskartierung aus dem Jahre 1951 (SCHWICKERATH et al. 1951, n.p.), die allerdings ohne Text- oder Tabellenmaterial vorliegt, so daß qualitative Vergleiche der damals und heute ausgewiesenen Vegetationseinheiten und den jeweiligen Artmächtigkeiten nicht gezogen werden können. Dennoch läßt die Karte die folgenden Rückschlüsse zu:

Die heute als Kernbereich bezeichnete stark vernässte Fläche stellt im Vergleich zum historischen Bild einen nur kleinen Rest der ehemaligen, natürlicherweise vernässten Fläche dar. Die Zusammensetzung der Gesellschaften des Kernbereichs geht aus dem historischen Daten-

material nicht hervor. Erwähnt wird lediglich das Eleocharitetum quinqueflorae, dessen Bestand über etwa 20 Jahre in seiner Flächenausdehnung relativ konstant geblieben zu sein scheint. Andere damals genannte Gesellschaften wie das Caricetum davallianae können heute überhaupt nicht mehr nachgewiesen werden.

Vorkommen von Gesellschaften feuchter Standorte erstreckten sich der historischen Vegetationskarte zufolge bis weit in den Ostteil des Moores, in dem heute *Salix cinerea*-Bestände vorherrschen und *Phragmites australis* flächendeckend dominiert. Keine der damals aufgeführten Gesellschaften, z. B. das Juncetum acutiflori, das Juncetum obtusiflori (heute Juncetum subnodulosi) sowie verschiedene Ausprägungen des Molinietum caeruleae sind inzwischen mehr erkennbar.

Die Bestände des Molinietum caeruleae nahmen 1951 außerdem etwa ein Drittel der gesamten Fläche des Westteils ein, jene Flächen, die heute ebenfalls von Reinbeständen von *Phragmites australis* sowie *Salix cinerea*-Gebüschen beherrscht werden.

In weiten Teilen des Westteils des Kalkarer Moores wurden schon vor 1951 Glatthaferwiesen beschrieben, in erster Linie die wechselfeuchte Ausprägung *mit Silaum silaus*. Die Flächen der heute als Arrhenatheretum elatioris typicum bezeichneten Bestände werden dagegen auf der Karte von 1951 als Übergangsgesellschaften zwischen Pfeifengras- und Glatthafer-

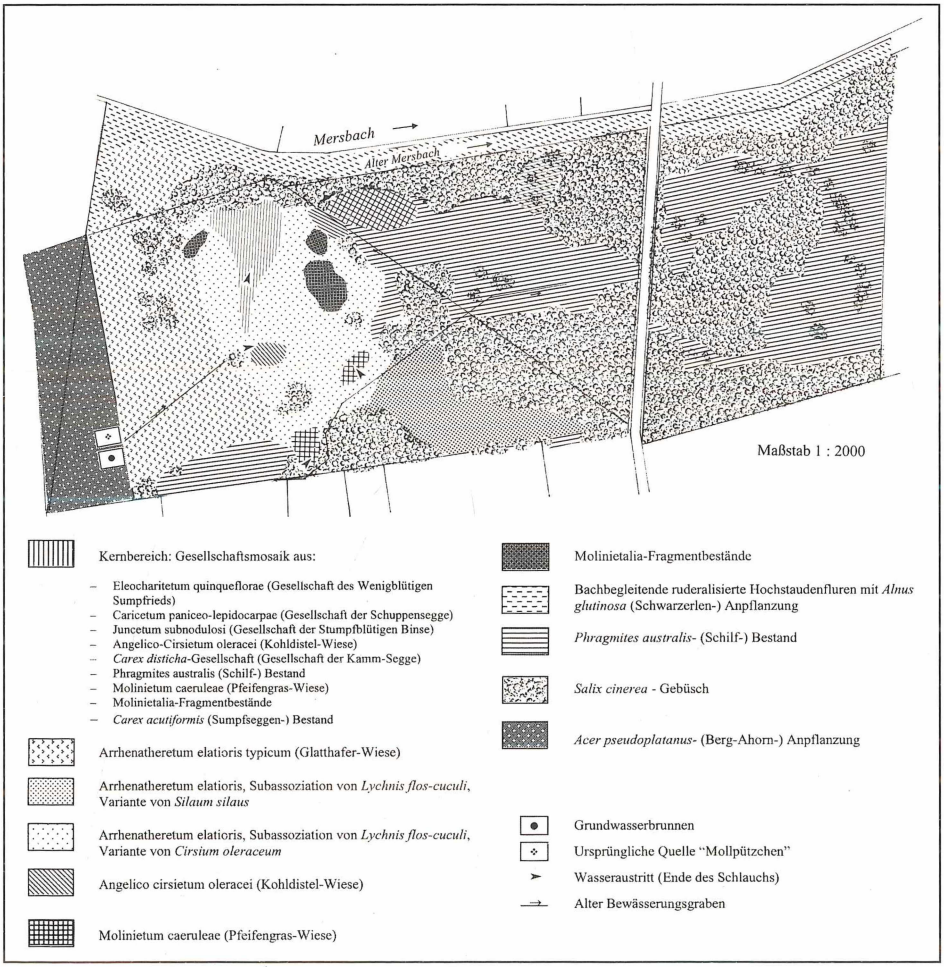

Abbildung 4. Karte der realen Vegetation des NSG Kalkarer Moor-Arloffer Bruch. 1994

wiesen beschrieben. Diese Entwicklung läßt auf zunehmende Trockenheit und Nährstoffverfügbarkeit schließen.

Auffällig ist schließlich die Zunahme der Weidenbestände, die heute im Ostteil des Moores dominieren und auch im Westteil inzwischen weite Flächen einnehmen.

5. Bodenuntersuchungen

5.1. Methoden

Für die einmalig durchgeführten Untersuchungen wurden im Mai 1994 in 12 Aufnahmeflächen Mischproben aus dem Oberboden (0-20 cm) entnommen. Ferner erfolgte eine Bodenentnahme für die regelmäßig während der Vegetationsperiode durchgeführten Analysen (pH-Wert und Mineralstickstoff) im 14tägigen Rhythmus.

Der Gehalt an Kohlenstoff wurde gravimetrisch nach der Methode der trockenen Veraschung ermittelt (SCHLICHTING & BLUME 1966). Diese für karbonatfreie Böden entwickelte Methode konnte hier aufgrund des sehr geringen Kalkgehaltes des untersuchten Materials eingesetzt werden. Der Fehler, der bei der Veraschung durch den Zerfall des Kalkes auftritt, ist bei den ermittelten hohen Gehalten an organischer Substanz zu vernachlässigen.

Der für die C/N-Bestimmung notwendige organisch gebundene Stickstoff (N^{org}) wurde nach KJELDAHL bestimmt. Die Ermittlung des pH-Wertes erfolgte potentiometrisch in einer 0,02 N $CaCl^2$-Lösung. Die Kalkbestimmung wurde mit der Apparatur nach SCHEIBLER-FINKENER durchgeführt (KRETZSCHMAR 1989).

Der Gehalt an den austauschbaren Kationen Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+ wurde nach der Methode von TRÜBY & ALDINGER (1989) ermittelt. Die Bestimmung von Magnesium erfolgte mittels Atomabsorptionsspektroskopie (AAS), die der übrigen Kationen flammenphotometrisch.

Der Gehalt an austauschbarem Phosphor wurde durch CAL-Extraktion nach SCHÜLLER (1969) und anschließende photometrische Bestimmung nach MURPHY & RILEY (1962) ermittelt.

Mineralstickstoff wurde durch einstündiges Ausschütteln mit 100 ml einer 0,02 N $CaCl^2$-Lösung extrahiert und mit einem Autoanalyzer photometrisch bestimmt.

5.2. Ergebnisse (s. Tab. 2)

Die organische Substanz der Böden weist mit einer Ausnahme Werte über 30 Gew% auf, so daß diese Böden als Torf klassifiziert werden können (Arbeitsgruppe Bodenkunde 1982). Allein der Standort des Arrhenatheretum, Subassoziation von *Lychnis flos-cuculi*, Variante *von Silaum silaus* ist durch einen stark humosen Mineralboden gekennzeichnet und nimmt somit innerhalb der untersuchten Böden eine Sonderstellung ein. Die C/N-Verhältnisse der Torfe liegen zwischen 15 und 21, so daß die Standorte entsprechend der Trophiestufenskala nach SUCCOW

Tabelle 2. Ergebnisse der vegetationsökologischen Untersuchungen an Standorten von verschiedenen Pflanzengesellschaften im NSG Kalkarer Moor-Arloffer Bruch. Die pH- und Mineralstickstoff (N^{min})- Werte stellen Medianwerte aus 14tägig während der Vegetationsperiode gemessenen Einzelwerten dar. Grau unterlegt: künstlich bewässerte Standorte.

	organische Substanz (Gew%)	C/N	pH ($CaCl_2$)	$CaCO_3$ (Gew%)	Na (mg/100g)	Ca (mg/100g)	Mg (mg/100g)	K (mg/100g)	P (mg/100g)	N_{min} (mg/100g)
Caricetum paniceo-lepidocarpae	76,7	16	6,7	1,9	5,0	1470	202	107,3	4,2	18,9
Eleocharitetum quinqueflorae	77,7	20	6,8	2,2	13,0	1450	180	84,1	2,5	19,6
Molinietum caeruleae, Subass. v. Carex hostiana	41,3	15	6,9	0,4	4,3	890	110	40,0	2,4	11,6
Molinietum caeruleae, Subass. v. Bromus erectus	49,8	15	6,0	0,0	0,3	1040	142	51,5	0,3	9,8
Angelico-Cirsietum oleracei	50,3	15	6,5	0,6	13,3	980	148	59,3	2,4	11,3
Juncetum subnodulosi	74,5	19	6,5	0,6	9,0	1160	192	102,3	2,4	14,0
Arrhenatheretum elatioris typicum	53,9	15	6,2	0,0	0,8	1170	132	64,8	6,1	9,1
Arrhenatheretum elatioris, Subass. v. Lychnis flos-cuculi, Var. v. Cirsium oleraceum	57,1	17	5,8	0,0	0,8	950	134	75,8	1,7	9,3
Arrhenatheretum elatioris, Subass. v. Lychnis flos-cuculi, Var. v. Silaum silaus	7,8	11	5,4	0,0	0,8	308	27	9,5	2,9	1,7
Molinietalia-Fragmentbestand, Fazies v. Calamagrostis canescens	83,7	21	3,8	0,0	1,0	384	32	53,0	2,8	5,9
Phragmites australis - Bestand	68,0	16	3,7	0,0	0,3	346	22	70,5	2,5	10,4

(1982) als eutrophe Moorstandorte bezeichnet werden können. Eine Ausnahme stellt lediglich die Fläche des Molinietalia-Fragmentbestandes dar, dessen C/N-Verhältnis einen eher mesotrophen Zustand widerspiegelt.

Auffällig sind die pH-Werte der Böden des Molinietalia-Fragmentbestandes und der Schilf-Fläche: Während diese mit pH-Werten von 3,8 und 3,7 ein sehr stark saures Milieu aufweisen, liegen die pH-Werte der übrigen Böden im mäßig bis schwach saurem Bereich. Die höchsten Werte sind an den bewässerten Standorten zu verzeichnen. Diese weisen zudem als einzige einen geringen Kalkgehalt sowie höhere Gehalte an Na^{+}-Ionen auf.

Die meisten der untersuchten Böden lassen einen sehr hohen Gehalt an Ca^{2+} und Mg^{2+} erkennen. Lediglich der vergleichsweise humusarme Standort der *Silaum*-Variante der Glatthafer-Wiese sowie insbesondere die sehr stark sauren Böden der Molinietalia-Fragmentgesellschaft und des Schilf-Bestandes sind durch geringere Gehalte gekennzeichnet.

Kalium ist bei allen Standorten abgesehen vom Mineralboden der *Silaum*-Variante der Glatthafer-Wiese in sehr hohem Maße verfügbar. SUCCOW (1982) gibt für landwirtschaftlich genutzte Niedermoore Kaliumgehalte bis 32,6 mg/100 g an. KORSCH (1994) nennt für verschiedene Gesellschaften von Kalkquellmooren Werte bis 55 mg/100 g. Berücksichtigt man, daß die Flächen mit Ausnahme der des Arrhenatheretum elatioris typicum über Jahrzehnte nicht gedüngt wurden, sind die ermittelten Kalium-Werte z. T. als extrem hoch zu bezeichnen. Dagegen ist die Phosphorversorgung an allen Standorten als gering bzw. mittel (Arrhenatheretum typicum) einzustufen (s. Phosphatgehaltsklassen von FINCK 1992).

Die Mineralstickstoffgehalte (N^{min}) weisen eine weite Spanne zwischen 1,7 und 19,6 mg/100 g auf. Während sich die Standorte der Silgenwiese und des Molinietalia-Fragmentbestandes durch geringe Gehalte auszeichnen, lassen in erster Linie die bewässerten Flächen hohe Gehalte erkennen. So liegen die auf kg N/ha/J umgerechneten N_{min}-Werte der bewässerten Flächen (angenommene Rohdichte 0,3 g/cm^3) zwischen 67,3 und 117,6.

ELLENBERG (1968) ermittelt für intakte Kalk-Kleinseggenriede und kalkreiche Molinieten dagegen Mineralstickstoffangebote zwischen 0 und 40 kg/ha/J.

6. Diskussion

6.1. Flora und Vegetation

Die Florenbilanz des Kalkarer Moores veranschaulicht für einen Zeitraum von über 100 Jahren eine Verschiebung des Artenspektrums, die Anfang der 60er Jahre dieses Jahrhunderts einsetzte und bis in die Gegenwart anhält. Der Verlust zahlreicher Sippen aus dem Bestand der „oligotrophen Moore, Moorwälder und Gewässer" sowie die rücklaufigen Artenzahlen der Vegetationstypen „Vegetation eutropher Gewässer" sowie „Feucht- und Naßwiesen" spiegeln dabei die Auswirkungen der standörtlichen Veränderungen nach der starken Grundwasserabsenkung im Jahre 1959 wider. Soweit historische Angaben vorliegen, fällt der stärkste Artenverlust in den Zeitraum von 1959 bis 1964, setzt sich in den folgenden Jahren immer noch deutlich fort und hält kontinuierlich bis in die Gegenwart an.

Von zahlreichen auch heute noch im Gebiet vorkommenden aktuell gefährdeten Arten sind die Individuenzahlen stark rückläufig, so beispielsweise von *Liparis loeselii*, *Triglochin palustre* oder *Eriophorum latifolium*, von denen 1994 jeweils lediglich 3 Exemplare gefunden werden konnten. Diese und die Mehrheit der weiteren gegenwärtig im Kalkarer Moor nachgewiesenen Arten der Flachmoore sind derzeit nur noch im sog. Kernbereich, der künstlich vernäßten, etwa 0,15 ha großen Fläche im Westteil des Moores, zu finden.

Eine Zunahme der Arten aus den Frischwiesen und -weiden ist vorwiegend im Bereich des Arrhenatheretum elatioris, Variante von *Silaum silaus,* sowie in der inzwischen großflächig ausgeprägten Glatthaferwiese zu verzeichnen. Auch Arten ruderaler Standorte sowie Ackerwildkräuter sind in den vergangenen 20 Jahren vor allem in den trockeneren Randbereichen sowie an gestörten Stellen enthalten. Sie alle weisen in der Regel eine weite ökologische Amplitude auf und deuten auf zunehmende Trockenheit im Gebiet hin.

Die Florenbilanz veranschaulicht somit, daß die Absenkung des Grundwasserspiegels im Kalkarer Moor zu bedeutenden Arten- und Flächenverlusten geführt hat, welche sich trotz der künstlichen Bewässerung bis in die Gegenwart fortsetzen. Die Verluste scheinen dabei irreversibel zu sein.

6.2. Boden

Obwohl wenige historische Angaben zum Standort der Pflanzengesellschaften des Kalkarer

Moores vorliegen, können die aktuellen Daten Hinweise auf stattgefundene Veränderungen geben.

TEICHMANN (1960) berichtet, daß die pH-Werte des Bodens im Zentralbereich des Moores vor der Grundwasserabsenkung zumeist über 7 lagen, während in den Randbereichen niedrigere Werte - jedoch nicht unter 5 - zu verzeichnen waren. Die Bodenoberfläche schäumte an einigen Stellen bei Beträufelung mit verdünnter Salzsäure auf, ein Zeichen für den Kalkreichtum dieser Flächen.

Im ersten Jahr des Trockenfallens, 1959, wurden jedoch im Kernbereich pH-Werte des Bodens unter 3 gemessen. Gleichzeitig wies die Gesamthärte des in den Schlenken stehenden Wassers über 92 °dH(!) auf, der Wert der Karbonathärte lag bei 0. Die aktuellen Messungen der Bodenazidität zeigen, daß auch heute einige Standorte stark versauert sind. Die Ursache der Versauerung sind oxidative Umwandlungsprozesse, die im direkten Zusammenhang mit der Entwässerung stehen. So hat sich durch die Grundwasserabsenkung mittels Oxidation von im Kalkarer Moor reichlich vorhandenen Eisensulfid Schwefelsäure bilden können, wie am Hygieneinstitut der Universität Bonn festgestellt wurde. Infolgedessen wurde der Kalk durch die Schwefelsäure in Kalziumsulfat überführt. Das Kalkarer Moor ist daher heute mit Ausnahme der bewässerten Flächen, in denen die Versauerung unterbunden und denen Kalk zugeführt wird, als kalkfrei zu bezeichnen.

Die niedrigen pH-Werte der Böden des Molinietalia-Fragmentbestandes und des Schilfbestandes scheinen zudem für die im Vergleich mit allen anderen Torfböden geringeren Ca^{2+}- und Mg^{2+}-Gehalte verantwortlich zu sein, da die Sorption dieser Ionen bei niedriger Bodenreaktion verringert ist (FEIGE 1970, 1977). Die Ursache der ansonsten sehr hohen Gehalte der organogenen Böden an Ca^{2+}, Mg^{2+} und auch K^{+} kann nicht umfassend geklärt werden. So stellen z.B. SCHEFFER (1977), FEIGE (1977) und SUCCOW (1982) in Torfen nur geringe Mengen an Kalium und demzufolge in entwässerten landwirtschaftlich genutzten Niedermooren einen Kaliummangel fest. Da eine Kaliumdüngung im Kalkarer Moor auszuschließen ist, ist an eine höhere Kaliumzufuhr durch die oberflächliche Bewässerung, möglicherweise auch durch einen kapillaren Wasseraufstieg zu denken. Tatsächlich weist das zur Vernässung dienende Grundwasser erhöhte Werte auf (durchschnittlich 9,1 mg/l).

Ca^{2+}-Ionen könnten zudem durch die Entwässerung und dem einhergehenden oxidativen Torfabbau frei werden, da Kalzium im Gegensatz zu Kalium in der Torfsubstanz akkumuliert ist (KUNTZE 1973).

Die Na^{+}-Ionen werden als Folge der geringen Bindungsstärke aus dem Boden relativ stark ausgewaschen, weshalb höhere Gehalte nur an den bewässerten Standorten zu finden sind, deren Na^{+}-Nachschub gewährleistet ist.

Die im Vergleich zum Mineralboden des Arrhenatheretum elatioris, Variante von *Silaum silaus,* hohen Mineralstickstoff-Gehalte der organogenen Böden weisen auf eine Mineralisation der Torfsubstanz als Folge der Entwässerung hin (vgl. z.B. SUCCOW 1982, DIERSSEN 1998). So zeigen selbst die Böden der Caricion davallianae- und Molinion-Gesellschaften Werte, die gewöhnlich nur durch Stickstoffdüngung erzielt werden können. Einzige Ausnahme stellt der Standort des Molinietalia-Fragmentbestandes dar, der gleichzeitig das weiteste C/N-Verhältnis erkennen läßt. Vermutlich ist die niedrige Bodenreaktion gekoppelt mit einer schlechten Durchlüftung des Bodens für die gehemmte mikrobielle Aktivität verantwortlich. Der ebenfalls als sehr stark sauer einzustufende Boden des Schilfbestandes scheint demgegenüber durch das „hochwirksame Durchlüftungssystem der Schilfrhizome" (GROSSE-BRAUCKMANN 1980) mikrobiell begünstigt zu sein. Insgesamt weisen die gemessenen Mineralstickstoff-Werte sowie das im allgemeinen für Niedermoore recht enge C/N-Verhältnis darauf hin, daß durch die Entwässerung eine Entwicklung zu eutrophen Standortverhältnissen eingesetzt hat.

Im Ganzen betrachtet haben sich die Standortverhältnisse seit 1959 durch die Grundwasserabsenkung und einer einhergehenden Versauerung und Mineralisierung der Torfsubstanz drastisch verändert, was zu o.g. Veränderungen in der Flora und Vegetation führte.

7. Ausblick

Vorrangiges Ziel der Pflegemaßnahmen im Kalkarer Moor ist die Erhaltung des derzeitigen floristischen wie faunistischen Bestandes durch Sicherstellung einer kontinuierlichen Vernässung der wertvollsten Bereiche des Naturschutzgebietes. Die ursprünglich als Übergangslösung betrachtete Bewässerung durch den eigens für das Moor ausgehobenen Brunnen ist bis heute beibehalten worden. Verschiedene Alternativen wurden jedoch vor allem in jüngerer Zeit in Er-

wägung gezogen, da jeder Ausfall der Pumpe durch technische Defekte eine oberflächliche Austrocknung zur Folge hat, die sich in den empfindlichen Beständen unmittelbar niederschlägt.

Eine Wiederherstellung der natürlichen Wasserversorgung ist angesichts des tiefen Grundwasserniveaus auszuschließen. Folgende Möglichkeiten einer dauerhaften Wasserzufuhr werden derzeit diskutiert:

- Die Herstellung einer Verbindung zwischen dem Kerngebiet des Moores und einem benachbarten Naturschutzgebiet, der "Tongrube Toni". Hier befinden sich zwei mit Wasser gefüllte Tongruben, aus denen überfließendes Wasser dem Kalkarer Moor über eine Rohrleitung zuzuleiten wäre.
- Die Inbetriebnahme eines neuen, aktuell nicht genutzten Trinkwasserbrunnens im benachbarten Ort Kreuzweingarten.
- Eine Versorgung durch den „Kalkarer Stollen", einen nahegelegenen Tiefbrunnen, aus dem derzeit Trinkwasser für die Stadt Bad Münstereifel gefördert wird.

Jeder der aufgeführten Vorschläge ist mit Unwägbarkeiten besonders bezüglich der Kontinuität der Vernässung behaftet: So verzeichnet die "Tongrube Toni" seit einigen Jahren schwankende und meist sinkende Wasserstände, so daß häufig kein überschüssiges Wasser aus den Gruben zur Verfügung stünde. Ebenfalls unsicher ist die Wasserversorgung durch den Kreuzweingartener Tiefbrunnen, da das Wasser bei Tockenheit der Erft zugeführt werden soll, um ihrem in solchen Zeiten niedrigen Wasserstand entgegenzuwirken. Beide Alternativen würden demnach gerade in den kritischen trockenen Monaten die Vernässung des Kerngebietes nicht sicherstellen. Der Anschluß an den Brunnen „Kalkarer Stollen" scheitert derzeit an den finanziellen Möglichkeiten der Stadt Bad Münstereifel.

Neben der künstlichen Wasserzufuhr werden die Flächen des Naturschutzgebietes durch regelmäßige Mahd gepflegt. Die Mahdtermine sind den jeweiligen Vegetationsbeständen angepaßt und werden jährlich zwischen Landwirten und der zuständigen Biologischen Station (Nettersheim) abgestimmt. Besondere Aufmerksamkeit gilt hierbei dem Vorkommen gefährdeter Vogelarten, die in unmittelbarer Umgebung des Moores brüten. So konnten 1997 erstmals Blaukehlchen und Braunkehlchen sowie 1998 sechs Paare des Schwarzkehlchens beobachtet werden.

Die floristischen, vegetationskundlichen und pedologischen Veränderungen im Kalkarer Moor, die die Grundwasserabsenkung mit sich geführt hat, machen deutlich, daß trotz aller Schutzmaßnahmen, die unmittelbar im Gebiet durchgeführt worden sind, eine fortschreitende negative Entwicklung nicht aufgehalten werden konnte. Zwar konnte der Mineralisationsprozeß durch die künstliche Bewässerung verzögert werden, doch lassen die Tendenzen der vergangenen 40 Jahre weder eine Stabilisierung noch gar eine positive Veränderung der Standortverhältnisse erkennen.

Literatur

Arbeitsgruppe Bodenkunde (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. - Stuttgart, 3. Aufl.

BRAUN, W. (1968): Die Kalkflachmoore und ihre wichtigsten Kontaktgesellschaften im Bayerischen Alpenvorland. - Ber. d. Bayer. Bot. Ges. **42**, 109—138

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. - Wien, New York, 3. Aufl.

BUCHMANN, W. (1975): Geländenotizen aus dem Kalkarer Moor, floristische und faunistische Beobachtungen (1970-1980). - Manuskript, Euskirchen, 50 S.

DIERSSEN, K. (1982): Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Moore NW-Europas. - Conservatoire et Jardin Botanique, Genf

DIERSSEN, K. (1998): Zerstörung von Mooren und Rückgang von Moorpflanzen - Tendenzen, Ursachen, Handlungsbedarf. - Schr.-R. f. Vegetationskunde **29**, 229—240

ELLENBERG, H. (1968): Stickstoff- und Wasserversorgung ungedüngter und gedüngter Feuchtwiesen - ein Nachwort. - Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel **41**, 194—200

FEIGE, W. (1970): Die selektive Kationensorption von Moor- und humosen Sandböden. - Landwirtsch. Forsch. **26**, 141—152

FEIGE, W. (1977): Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen in organischen Böden. - Geol. Jb. Reihe **F 4**, 175—201

FINCK, A. (1992): Dünger und Düngung. - VCH, Weinheim, 2. Aufl.

FORWICK, J. (1995): Das Kalkarer Moor – Entwicklungsbilanz und Perspektiven eines Naturschutzgebietes. - Diplomarbeit, Universität Bonn

FRAHM, J.-P. & FREY, W. (1992): Moosflora. - Stuttgart, 3. Aufl.

GLÄSSER, E. (1978): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 122/123 Köln-Aachen. - Bundesforschungsanstalt f. Landeskunde u. Raumordnung, Bonn-Bad Godesberg

GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1980): Ablagerungen der Moore, - in: GÖTTLICH, K. [Hrsg.]: Moor- und Torfkunde. Stuttgart

HÖPPNER, H. (1918): Zweiundzwanzigste Versammlung zu Aachen. 16. und 17. Juni 1916. - Berichte über die Versammlungen des Botanischen Vereins für Rheinland-Westfalen, Bonn, 1—15

KORSCH, H. (1994): Die Kalkflachmoore Thüringens. - Hausknechtia, Beiheft **4**

KRETZSCHMAR, R. (1989): Kulturtechnisch-bodenkundliches Praktikum – Ausgewählte Laboratoriumsmethoden. - Kiel, 6. Aufl.

KUNTZE, H. (1973): Moore im Stoffhaushalt der Natur – Konsequenzen ihrer Nutzung. - Landschaft und Stadt **2**, 88—96

LEYER, I. (1995): Floristisch-vegetationskundliche und vegetationsökologische Untersuchungen im Naturschutzgebiet Kalkarer Moor–Arloffer Bruch. - Diplomarbeit, Universität Bonn

MÜLLER, T. (1962): Flora und Vegetation des Kreises Euskirchen. - Veröff. Ver. Geschichts- und Heimatfreunde des Kreises Euskirchen e.V. B-Reihe **2**

MÜLLER, W. (1949): Der Tertiärgraben von Antweiler am Nordabfall der Eifel. - Dissertation, Universität Bonn

MURPHY, J. & RILEY, J. P. (1962): A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. - Anal. Chim. Acta **27**, 31—36

NIESSEN, J. (1930): Das Calcarer Moor, ein Beispiel des Naturschutzes. - Westdeutsche Blätter für Wirtschaft – Verkehr – Technik – Architektur; Ausgabe Kreis Euskirchen **(VI)**, 18—20

OBERDORFER, E. [Hrsg.] (1992a): Süddeutsche Pflanzengesellschaften – Teil I. - Jena, 3. Aufl.

OBERDORFER, E. [Hrsg.] (1992b): Süddeutsche Pflanzengesellschaften – Teil IV. - Jena, 2. Aufl.

OBERDORFER, E. [Hrsg.] (1993): Süddeutsche Pflanzengesellschaften – Teil III. - Jena, 3. Aufl.

OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - Stuttgart, 7. Aufl.

REINARTZ, N. (1969): Das Kalkarer Moor, - in: Anonymus [Hrsg.]: Kreuzweingarten, Rheder, Kalkar. Kreuzweingarten, 110—113

SCHEFFER, B. (1977): Zur Frage der Stickstoffumsetzungen in Niedermoorböden. Landwirtschaftl. Forschung, Sonderheft **33/II**, 20—28.

SCHLICHTING, E. & BLUME, H.-P. (1966): Bodenkundliches Praktikum. - Parey, Hamburg, Berlin

SCHÜLLER, H. (1969): Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphates in Böden. - Z. Pflanzenernähr. Bodenk. **123**, 48—63

SCHUMACHER, W. (1974): Pflanzen und Pflanzengesellschaften des Kalkarer Moores (Eifel). - Staatsexamensarbeit, Universität Bonn

SEMMLER, W. (1931): Quellen und Grundwasser in der nordöstlichen Eifel. - Dissertation, Universität Bonn

SCHWICKERATH, M., SIMS & SCHWAB 1951: Vegetationskarte, in: SCHUMACHER, W. (1974): Pflanzen und Pflanzengesellschaften des Kalkarer Moores (Eifel). - Staatsexamensarbeit, Universität Bonn, n. p.

SUCCOW, M. (1982): Landschaftsökologische Moorkunde. - Berlin, Stuttgart

SUKOPP, H., TRAUTMANN, W. & KORNECK, D. (1978): Auswertung der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in der Bundesrepublik Deutschland für den Arten- und Biotopschutz. - Schr.-R. f. Vegetationskde. **12**

TEICHMANN, A. (1959): Neue Sorgen um das Kalkarer Moor. - Nachr.bl. d. Ver. Alter Münstereifeler **34 (2)**, 12–14

TEICHMANN, A. (1960a): Grundwasserschwund im Kalkarer Moor I. - Nachr.bl. d. Ver. Alter Münstereifeler **35 (1)**, 12—14

TEICHMANN, A. (1960b): Grundwasserschwund im Kalkarer Moor II. - Nachr.bl. d. Ver. Alter Münstereifeler **35 (2)**, 16—18

TEICHMANN, A. (1961a): Natur und Technik helfen dem Kalkarer Moor I. - Nachr.bl. d. Ver. Alter Münstereifeler **36 (1)**, 13—16

TEICHMANN, A. (1961b): Natur und Technik helfen dem Kalkarer Moor II. - Nachr.bl. d. Ver. Alter Münstereifeler **37 (2)**, 13—18

TEICHMANN, A. (1961c): Das Kalkarer Moor – Landschaftsbild und Wert. - Heimatkalender des Kreises Euskirchen, 150—162

TEICHMANN, A. (1962): Über das Eifelpflanzen-Verzeichnis des Münstereifeler Oberlehrers Dr. FRIEDRICH WILHELM THISQUEN aus dem Jahre 1876. - Nachr.bl. d. Ver. Alter Münstereifeler (Sonderdruck)

TEICHMANN, A. (1963): Über das Eifelpflanzen-Verzeichnis des Münstereifeler Oberlehrers Dr. FRIEDRICH WILHELM THISQUEN aus dem Jahre 1876, Fortsetzung. - Nachr.bl. d. Ver. Alter Münstereifeler (Sonderdruck)

TEICHMANN, A. (1964): Übersicht über die Entwicklung der Wasserverhältnisse im Kalkarer Moor (Kreis Euskirchen). - Münstereifel (Mskr.)

THISQUEN, F. W. (1876): Gnostisch-botanisches Verzeichnis der in der Eifel aufgefundenen Gefäßpflanzen-Spezies mit eingehender Berücksichtigung der Flora von Münstereifel, - in: VOGT, E [Hrsg.]: Programm des Königl. Gymnasiums zu Münstereifel – Schulcurse 1874—75 und 1875—76, 1—27

TRÜBY, P. & ALDINGER, E. (1989): Eine Methode zur Bestimmung austauschbarer Kationen in Waldböden. - Z. Pflanzenernähr. Bodenk. **152**, 301—306

WIRTGEN, P. (1857): Flora der preussischen Rheinprovinz und der nächst angrenzenden Gegenden. - Henry & Cohen, Bonn, 563 S.

WOLFF-STRAUB, R., BANK-SIGNON, I., FOERSTER, E., KUTZELNIGG, H., LIENENBECKER, H., PATZKE, E., RAABE, U., RUNGE, F. & SCHUMACHER, W. (1988): Florenliste von Nordrhein-Westfalen. 2. Aufl., in: LÖLF NRW [Hrsg.]: Florenliste von Nordrhein-Westfalen. – Schr.-R. d. Landesanst. f. Ökol., Landschaftsentwicklung u. Forstplanung NRW, Recklinghausen **7**, 7—89

Anschrift der Autoren:
Dipl.-Biol. JULIA FORWICK, Dipl. Biol. ILONA LEYER, Priv.-Doz. Dr. BODO MARIA MÖSELER moeseler@uni-bonn.de), Institut für Landwirtschaftliche Botanik, Abt. Geobotanik und Naturschutz, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Meckenheimer Allee 176, D-53115 Bonn

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: 152

Autor(en)/Author(s): Möseler Bodo Maria, Forwick Julia, Leyer Ilona

Artikel/Article: Entwicklungsbilanz eines entwässerten Niedermoores am Beispiel des Naturschutzgebietes Kalkarer Moor-Arloffer Bruch 83-96