

TELMA	Band 12	Seite 219–234	5 Abb.	Hannover, November 1982
-------	---------	---------------	--------	-------------------------

Maßnahmen im Wasserhaushalt der niederländischen Hochmoorreste – Zur Kenntnis der Anforderungen für eine Hochmoorregeneration

Water-Regulation in Disturbed Raised-Bog Peat Deposits in the Netherlands –
Towards a Better Understanding of the Environmental Conditions Required
for Raised-Bog Regeneration

JOS SCHOUWENAARS*)

ZUSAMMENFASSUNG

Heute gibt es in den Niederlanden noch etwa 8800 ha Hochmoorreste. Durch Entwässerung, Abtorfung und Brand sind die meisten Hochmoorreste weitgehend zerstört worden und ist die ursprüngliche Hochmoorvegetation fast überall völlig verschwunden. Seit etwa 1970 werden in mehreren Hochmoorresten Pflege- und Gestaltungsmaßnahmen durchgeführt, um die Wiederherstellung einer moorbildenden Vegetation zu versuchen. Es handelt sich dabei vor allem um Maßnahmen zur Wiedervernässung. Über diese Maßnahmen und ihren Einfluß auf die Vegetationsentwicklung wird berichtet. Weiterhin werden die Faktoren diskutiert, die eine Entwicklung von Hochmoor-Pflanzengemeinschaften verhindern können. Dabei bleiben viele Fragen offen, die ohne weitere Untersuchungen nicht zu beantworten sind.

SUMMARY

In the Netherlands only 8800 ha of the former raised-bog complexes are still existing. In these remaining peat-deposits the former natural conditions are strongly disturbed as a result of human activities such as drainage, peat-cutting and burning. Since about 1970 in several peatlands attempts have been made to restore environmental conditions suitable for the reestablishment of the former bog-vegetation. The most important activity is raising the water level, thus creating extreme wet conditions. In this article some of these attempts and their effect on the development of the vegetation are described. Several environmental conditions which might diminish the possibilities for the reestablishment of raised-bog vegetation are discussed.

*) Anschrift des Verfassers: Ir. J. SCHOUWENAARS, Fachgruppe Kulturtechnik der Landwirtschaftlichen Hochschule, Nieuwe Kanaal 11, 6709 PA Wageningen, Die Niederlanden.

For a better understanding of their influence on the possibilities of raised-bog regeneration more research has to be carried out.

INHALT

1. Hochmoorreste in den Niederlanden
2. Maßnahmen zur Neugestaltung abgetorfter Flächen
3. Inundation und die Entwicklung von Schwinggrasen
4. Wiedervernässung bis an die Bodenoberfläche
5. Zur Kenntnis der Anforderungen für Hochmoorregeneration;
Schwerpunkte für Untersuchungen
6. Ausblick
7. Literatur

1. HOCHMOORRESTE IN DEN NIEDERLANDEN

Schätzungsweise gab es im Mittelalter in den Niederlanden etwa 230.000 ha Hochmoor, das sind 7% der gesamten Fläche des Landes (NIJENHUIS, 1973). Vom 11. bis zum 15. Jahrhundert sind in den Niederlanden bereits viele Hochmoorgebiete abgetorft, kultiviert und kolonisiert worden. Die Leitung dieser Werke stand den Klosterorden zu.

Diese Aktivitäten fanden vor allem im Westen und Nordosten der Niederlande statt. Dort begann Anfang des 17. Jahrhunderts auch eine planmäßige und mehr systematische Abtorfung in großem Maßstab. Damals waren noch etwa 180.000 ha von Hochmooren bedeckt. Man baute Kanäle für den Transport des Torfes und für die Wasserregelung. Hauptziel war zwar die Abtorfung, doch folgte meistens eine planmäßige Kolonisation. Damit wurde dem Mangel an Kulturland teilweise abgeholfen. Vor allem im 19. und 20. Jahrhundert gab es in den Niederlanden ein großes Bedürfnis an Kulturland. Nach dem 1. Weltkrieg wurde die Abtorfung und Kultivierung der restlichen Hochmoore hauptsächlich als Notstandsmaßnahme durchgeführt. Seit dem 2. Weltkrieg wird nur noch wenig abgetorft. Der Torf wird heute nicht mehr als Brennstoff, sondern im Gartenbau verwendet.

Seit dem 17. Jahrhundert wurde in den Niederlanden die Moorbrandkultur praktiziert. Nach einer 7 bis 10-jährigen Nutzungszeit waren die Bodenreserven erschöpft und es mußte eine 20 bis 30-jährige Ruhe (Brache) zur Moorregeneration eingeschaltet werden. In den Ruhezeiten wurden auf dem verheideten Moor Heidschnucken gehalten. Auf einigen Hochmoorflächen (z.B. im Fochteloorveen), die nach der Moorbrandkultur nicht abgetorft wurden, sind die Entwässerungsgräben noch heute gut erkennbar. Meistens sind sie wieder zugewachsen, vor allem mit *Molinia caerulea*, vielfach auch mit *Sphagnum cuspidatum*-Polstern.

Heute gibt es in den Niederlanden noch etw 8800 ha Hochmoorreste. Doch ist der Anblick dieser Flächen völlig anders als der eines unberührten Hochmoores (Abb. 1). Durch Entwässerung, Abtorfung und Moorbrand sind die meisten dieser Hochmoorreste weitgehend zerstört worden und die ursprüngliche Hochmoorvegetation ist fast völlig verschwunden. Heute sind die dominie-



Abb. 1

Ein charakteristischer Anblick der niederländischen Hochmoorreste. *Betula pubescens* und *Molinia caerulea* sind die dominierenden Arten. Im Vordergrund *Pteridium aquilinum* (Liesselse Peel).

A characteristic scenery in the remaining raised-bog peat deposits in the Netherlands. *Betula pubescens* and *Molinia caerulea* are the dominating species. On the foreground *Pteridium aquilinum* (Liesselse Peel-area).

renden Arten *Molinia caerulea*, *Betula*, *Calluna vulgaris* und *Erica tetralix*. In diesen Hochmoorresten ist das Vorkommen von Arten der Waldsaum-, Kahlschlag- und Feuergemeinschaften charakteristisch, wie unter anderem *Pteridium aquilinum*, *Salix aurita*, *Populus tremula*, *Sorbus aucuparia*, *Lysimachia vulgaris*, *Epilobium hirsutum*, *Vaccinium vitis-idea*, *V. uliginosum* und *Rubus*-Arten.

Die wichtigsten und fast überall von der vorgenannten Vegetationsentwicklung gekennzeichneten Hochmoorreste der Niederlande sind: (Abb. 2)

Fochteloorveen	(Prov. Friesland, Drenthe)	1600 ha
Bargerveen	(Prov. Drenthe)	1530 ha
Engbertsdijkvenen	(Prov. Overijssel)	865 ha
Wierdense Veld	(Prov. Overijssel)	400 ha
Haaksbergerveen	(Prov. Overijssel)	424 ha
Korenburger Veer	(Prov. Overijssel)	207 ha
Deurnese- en Liesselse Peel	(Prov. Noord-Brabant)	770 ha
Mariapeel	(Prov. Limburg)	1063 ha
Grote Peel	(Prov. N.-Brabant, Limburg)	960 ha

Zusammen haben diese Reste eine Größe von 7819 ha. Es gibt daneben aber auch noch viele kleinere Restflächen. Berücksichtigt man davon die Flächen mit mehr als 10 ha Größe, dann kommen noch etwa 975 ha dazu (etwa 15 Restflächen von 15 bis 135 ha.)

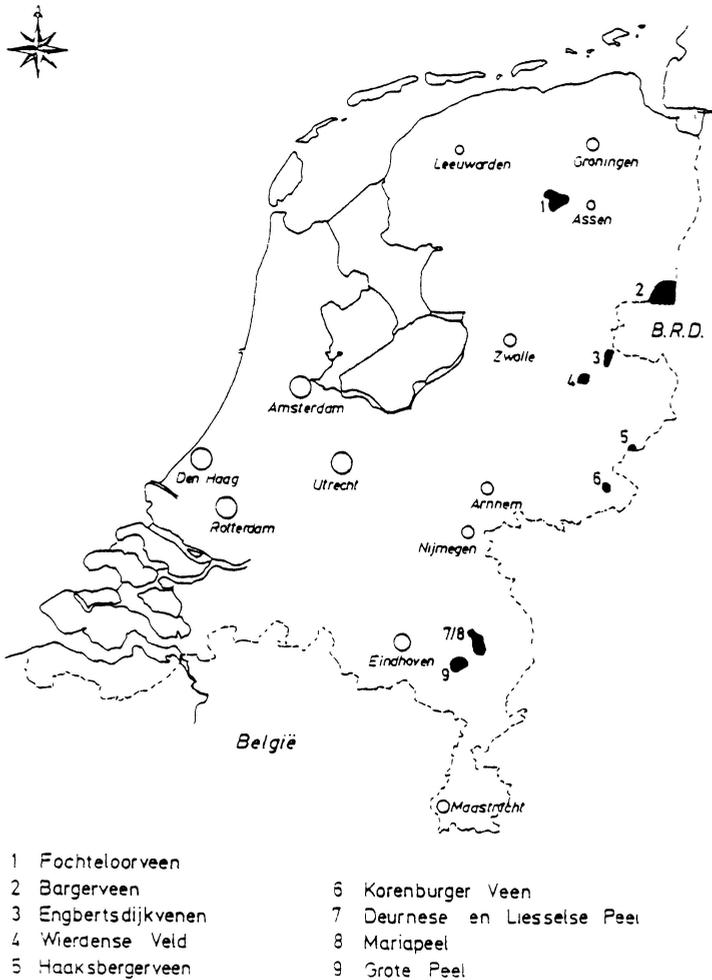


Abb. 2

Hochmoorrester in den Niederlanden

Not cultivated raised-bog remains in the Netherlands

Die Gesamtfläche der Hochmoorrester von mehr als 10 ha beträgt also in den Niederlanden etwa 8800 ha. Das sind 0,27% der gesamten Landesfläche und nur noch 3,8% der ehemaligen Oberfläche der unberührten Hochmoore in den Niederlanden.

2. MASSNAHMEN ZUR NEUGESTALTUNG ABGETORFTER FLÄCHEN

In den meisten Hochmoorresteren wird nicht mehr abgetorft. In einigen Flächen sind für die nächsten Jahre noch Konzessionen für den Torfabbau erteilt worden. Auch diese Flächen werden in Zukunft unter Naturschutz gestellt und deswegen versucht man sich schon jetzt in der letzten Phase der Abtorfung auf die Gestaltung eines zukünftigen funktionsfähigen Naturschutzgebietes einzustellen.

Es gibt einige gute Erfahrungen mit einer derartigen Planung des Torfabbaues, so daß die Restflächen später mit weniger Aufwand für Naturschutzzwecke neu zu gestalten sind. Dabei geht es vor allem um die nach dem Torfabbau durchzuführenden wasserbaulichen Maßnahmen. Die letzte Phase der Abtorfung ist wegen der Verfügbarkeit der benötigten Maschinen am besten dafür geeignet. Eine gute Übereinstimmung zwischen Torfindustrie und Naturschutzbehörden ist dabei notwendig, sie kann durch entsprechende Bedingungen bei der Konzessionerteilung erreicht werden.

Ein Beispiel dafür ist das Deurnese Peel, wo in der letzten Phase der Abtorfung, die am 1. Januar 1981 endete, beim Abbau gleichzeitig Wassergräben zugeworfen wurden. Seit dem 1. Dezember 1980 steht das Deurnese Peel unter Naturschutz, damit die Landwirte ihre beabsichtigten Kultivierungsmaßnahmen nicht mehr durchführen können.

Die Unterschutzstellung des Deurnese Peel ist ein Beispiel dafür, wie vom Staat versucht wird, die letzten noch nicht kultivierten Hochmoorreste in den Niederlanden als Naturschutzgebiete sicherzustellen. Dieses Vorhaben wird auch deutlich in dem 1981 erschienenen "Structuurschema voor Natuur- en Landschapsbehoud" (Min.C.R.M., 1981). Dieses Schema enthält die Absichten der Regierung hinsichtlich des Schutzes von Natur und Landschaft. Die noch nicht kultivierten Hochmoorreste Fochteloorveen, Bargerveen und Grote Peel werden als zu schützende Naturgebiete anerkannt. Neben einer Unterschutzstellung mittels gesetzlicher Maßnahmen sollen in diesen Gebieten Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen durchgeführt werden, die eine langfristige Sicherstellung und eine gewünschte Entwicklung ermöglichen. In dem Strukturschema werden die wichtigsten Faktoren genannt, die für Instandhaltung und, wenn möglich, Wiederherstellung, dem Ziel der durchzuführenden Maßnahmen, von Bedeutung sind. Es geht dabei um:

- den unter- und oberirdischen Wasserhaushalt
- den Boden (Genese und Relief)
- die natürliche Verfügbarkeit von Nährstoffen
- die Reinheit von Wasser, Boden und Luft
- die Vegetation
- die Ruhe

Aktivitäten, welche Naturschutzwerte der im Strukturschema genannten Gebiete antasten, können nur durchgeführt werden, wenn ein sehr wichtiges Motiv im Interesse der Gesellschaft dazu nötig ist. Eine Entscheidung darüber darf nur auf Grund von vorhergehenden Untersuchungen getroffen werden. Wenn in den im Strukturschema genannten Naturschutzgebieten bereits zerstörende Einflüsse von ehemaligen Aktivitäten bemerkbar sind, wie das in vielen Hochmoorresten der Fall sein wird, sind wenn möglich Wiederherstellungsmaßnahmen vorzunehmen.

Diese Ausgangspunkte gelten beim Schutz der von der Regierung anerkannten Naturschutzgebiete Fochteloorveen, Bargerveen und Grote Peel. Die Regierung macht im Strukturschema aber auch deutlich, daß sie die Anerkennung der übrigen Hochmoorreste als Naturschutzgebiete durch die Provinzialverwaltungen veranlassen

will und daß für diese Gebiete am besten dieselben Gesichtspunkte gelten sollten.

Hier haben diese Überlegungen einen indikativen Charakter. Ein weiteres Erfordernis dabei ist, daß auch die Bewirtschaftung in der unmittelbaren Umgebung der Naturschutzgebiete für den Schutz dieser Gebiete nicht schädlich sein darf. Bei den Hochmoorresten geht es dabei vor allem um Maßnahmen im Wasserhaushalt von anliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen. Mittel dafür sind der Ankauf von Pufferzonen und eine Entschädigung für die Landwirte.

Schon seit einem Jahrzehnt werden in verschiedenen, von Naturschutz-Organisationen oder vom Staat angekauften Hochmoorreservaten Pflege- und Gestaltungsmaßnahmen durchgeführt, die mit den im Strukturschema genannten Ausgangspunkten übereinstimmen. Man zielt dabei auf die Wiederherstellung der Wirkungsfaktoren Feuchtigkeit und geringes Nährstoffangebot sowie auf die Neugestaltung von ausgedehnten baumfreien Flächen.

Anfang der 70er Jahre hat man begonnen, die Abflüsse zu verstopfen, um das Wasser aufzustauen. Auch wurden schon seit langem Moorflächen entkusselt. Dabei machte man die Erfahrung, daß die Neuansiedlung von Birken langfristig nur gehemmt wird, wenn gleichzeitig Maßnahmen zur Wiedervernässung durchgeführt werden.

Eine weitere Voraussetzung ist die Wiedervernässung mittels Speichern von Regenwasser, damit sich ombrogene Standorte entwickeln. Mit Ausnahme derjenigen Flächen, in denen die Entwässerungsgräben bis in den Mineralboden hinabreichen, reicht der Niederschlagsüberschuß für eine völlige Wassersättigung der Moorfläche im Winter aus.

3. INUNDATION UND DIE ENTWICKLUNG VON SCHWINGGRASEN

Die Art und Weise, in der die bisher durchgeführten Maßnahmen zur Wiedervernässung geplant worden sind, hängt stark von den Ansichten und den Erfahrungen der verantwortlichen Naturschutzbehörden ab.

Eine Wiedervernässung kann mehr oder weniger weitgehend durchgeführt werden. In mehreren Hochmoorresten hat man das Wasser so aufgestaut, daß ständige Wasserflächen entstanden sind. Diese Flächen waren an mehreren Seiten von teilabgetorften und stehengebliebenen Bänken begrenzt. In fast allen Fällen wurden bereits nach ein oder zwei Winterperioden die Bänke periodisch überflutet. Selbstverständlich ändert sich die Vegetation drastisch. Die meist von Birken, *Molinia* und *Calluna* dominierte Vegetation stirbt rasch ab und nach einem oder mehreren Jahren beginnt eine Neubildung von Schwinggrasen.

Das Torfmoos *Sphagnum cuspidatum* ist eine Pionierart, die sich häufig vom Rand ins Wasser hinaus ausbreitet. Es siedelt sich zusammen mit dem Moos *Drepanocladus fluitans* auch häufig an schwimmende Pflanzenreste an. In mehreren Flächen ist zu beobachten, daß sich aus den beim Torfabbau zurückgelegten obersten und lockeren Weißtorfschichten (Bunkerde-Schichten)

solche schwimmenden Ansiedlungspunkte für Moose entwickelt haben.

Im Bargerveen hat man gute Erfahrungen gemacht, als man nach der Inundation lockeren Weißtorf, den man in anliegenden Flächen abgegraben hatte, ins Wasser warf. Auf diese Weise bildeten sich dort sehr rasch Schwinggrasen. Auch Flächen von mit Schwinggrasen zuwachsenden alten Torfstichen sind inundiert worden. Diese Schwinggrasen werden beim Wasseranstieg aus den Torfstichen gehoben und dehnen sich allmählich aus. Nach einigen Jahren wachsen dann mehrere dieser kleinen Schwinggrasen zusammen (Abb. 3 und 4).



Abb. 3

Eine inundierte Fläche im Bargerveen mit abgestorbenen Birken und Neuan siedlung von *Sph. cuspidatum*

An inundated part of the Bargerveen-area with birches died off and a beginning reestablishment of *Sph. cuspidatum*

In den ersten Jahren nach der Inundation ist die Vegetationsfolge in den Schwinggrasen nahezu ähnlich wie die in den ehemaligen Torfstichen zu beobachtende Vegetationsentwicklung. Die Vegetationsabfolge in bäuerlichen Torfstichen wurde im Liesselse Peel (SCHOUWENAARS, 1978) untersucht.

Hier war zu beobachten, daß die Neubildung einer Schwinggrasvegetation mit der Ansiedlung von Moosarten auf einer freischwimmenden schwarzen Schlamm- oder Torfschicht beginnt. Vor allem die Moosarten *Drepanoclaus fluitans* und *Cladopodiella fluitans* bilden eine dichte schwimmende Masse, auf der sich auch das Torfmoos *Sphagnum cuspidatum* ansiedelt. (Abb. 5). *Sph. cuspidatum* breitet sich aber auch häufig vom Rande ins Wasser hinaus aus. In diesem Stadium siedelt sich stellenweise und kleinflächig das Torfmoos *Sph. recurvum* an; *Molinia caerulea* und *Drosera rotundifolia* erscheinen mit nur sehr wenigen Exemplaren. Allmählich bildet sich auf diese Weise ein Schwinggras



Abb. 4

Im Bargerveen haben sich nach der Inundation und nachdem man Bunkerde-schichten ins Wasser geworfen hat, sehr rasch Schwinggrasen gebildet. Die dominierenden Arten sind *Sphagnum cuspidatum*, *Sph. recurvum* und *Eriophorum angustifolium*

In the Bargerveen area after the inundation slightly decomposed peat was thrown into some inundated parts, which favoured the establishment of a floating mat of vegetation with *Sphagnum cuspidatum*, *Sph. recurvum* and *Eriophorum angustifolium* as dominating species

mit Standortsbedingungen, die die Entwicklung von *Sph. recurvum* fördern. Diese Art bildet dichte "Teppiche" und verdrängt *Sph. cuspidatum*, das sich nur noch am Rande des offenen Wassers halten kann. Wenn *Sph. recurvum* einen dichten "Teppich" bildet, breiten sich auch *Molinia caerulea* und *Drosera rotundifolia* aus, auch *Drepanocladus fluitans* und *Cladopodiella fluitans* kommen noch häufig vor.

Andere Arten in diesem Stadium sind *Calluna vulgaris*, *Erica tetralix* und *Eriophorum angustifolium*. Die Ansiedlung und Ausbreitung dieser Arten verursachen die Entstehung eines Mikrorreliefs mit stellenweise relativ trockenen Standorten, an denen sich *Andromeda polifolia* ansiedelt. Meistens breitet sich hier auch *Erica tetralix* aus und rasch siedeln sich auch schon einige Exemplare von *Betula pubescens* an.

Im Liesselse Peel war zu beobachten, daß viele Schwinggrasen bereits im Stadium mit *Sph. recurvum* als dominierende Art periodisch stark austrockneten. Dies ist eine Folge des im Laufe der Zeit eingetretenen Zuwachses der Schwinggrasen, wobei sich allmählich organische Substanz ansammelt, die sich unter der Schwinggrasen-Decke aufschichtet. Wenn die Torfstiche flach sind, können die Schwinggrasen infolge ihrer Mächtigkeit bei einer



Abb. 5

In den bäuerlichen Torfstichen im Liesselse Peelfängt die Ansiedlung von Moosarten an auf freischwimmenden Schlamm- oder Torfschichten.

In the Liesselse Peel area as a result of peat-digging many small pits remained, in which the reestablishment of Sphagnum-species takes place on a floating mat of organic matter.

Wasserabsenkung nicht länger frei schwimmen und werden infolgedessen gewissermaßen "trockengelegt". Wenn Schwingrasen im Sommer periodisch austrocknen, nimmt der Anteil von *Sph. recurvum* ab, während sich *Molinia caerulea* stark ausbreitet. Auch *Eriophorum vaginatum* und *Juncus effusus* siedeln sich in diesem Stadium oft an.

Infolge des ständigen Zuwachses an den Schwingrasen nehmen Häufigkeit und Dauer der Austrocknung zu. Bemerkenswert ist die Beobachtung im Liesselse Peel, daß bei der weiteren Austrocknung der Schwingrasen *Sph. recurvum* völlig abstirbt, aber *Sph. cuspidatum* sich stellenweise im Schatten zwischen den *Molinia*-Schöpfen wieder ausbreitet. *Cladopodiella fluitans* und *Eriophorum angustifolium* sind dann meistens völlig verschwunden und auch die Bedeckung mit *Erica tetralix* und dem Moos *Pohlia nutans* ist in diesem "Endstadium der Schwingrasenentwicklung" stark reduziert worden.

Ist das Torfmoos *Sph. recurvum* nicht mehr anwesend, nimmt die Fähigkeit der Vegetation Wasser zu speichern stark ab und die

Austrocknungsgefahr zu. Entsprechend verschwinden in den flachen Torfstichen im Liesselse Peel die Schwinggrasen nach einigen Jahrzehnten und es bildet sich eine von *Molinia*, *Calluna* und Birken dominierte Vegetation, in der auch *Eriophorum vaginatum* abstirbt. *Drepanocladus fluitans* ist in allen Stadien stellenweise anwesend.

Wie schon erwähnt, läßt sich in den flachen Torfstichen im Liesselse Peel (Wassertiefe im Winter etwa 0,5 m) eine Vegetationsfolge erkennen, wie sie hier beschrieben worden ist. In den tieferen Torfstichen gibt es heute, einige Jahrzehnte nach ihrem Entstehen, noch immer von *Sph. recurvum* dominierte Schwinggrasen, die die Wasserflächen fast völlig bedecken. Änderungen der Vegetation finden hier nur sehr langsam statt. Bemerkenswert ist das nur in einigen Torfstichen vorkommende *Sph. papillosum* und das völlige Fehlen der Torfmoosart *Sph. magellanicum*. Gerade diese beiden Torfmoosarten haben aber eine große Fähigkeit Wasser zu speichern und festzuhalten, wodurch Standortbedingungen für weitere Hochmoor-Pflanzengemeinschaften entstehen.

In einigen Torfstichen war eine zyklische Vegetationsabfolge zu beobachten. Beim Wasseranstieg im Herbst und Winter wurden von *Sph. recurvum* dominierte Schwinggrasen überschwemmt und starben ab, wodurch eine neue freie Wasserfläche entstand. Nach einigen Jahren bildeten sich hier neue Schwinggrasen und es begann eine erneute Schwinggrasenentwicklung.

Die periodische Überschwemmung der Schwinggrasen hängt wahrscheinlich zusammen mit der Verfilzung der Schwinggrasen und dem Boden der Torfstiche in Trockenperioden, wodurch sie am Aufschwimmen gehindert werden.

Seit etwa 1970 wurden in mehreren Hochmoorresten in den Niederlanden Flächen inundiert. Auch dort ist eine Neubildung von Schwinggrasen bemerkbar. Es ist jetzt noch nicht zu beurteilen, ob sich die Vegetation in diesen Schwinggrasen ähnlich entwickeln wird wie in den beobachteten kleineren Torfstichen. Wind und Wellenbewegung können in diesen größeren Wasserflächen die Vegetationsentwicklung erheblich beeinflussen. Langfristig wird sich auch hier die Ansammlung von organischer Substanz derartig auswirken, daß bei der Wasserabsenkung im Sommer die Schwinggrasen nicht völlig mit absinken und stellenweise ihre Wassersättigung verlieren.

In welcher Frist sich auf diese Weise allmählich trockenere Standorte bilden, hängt außer der Tiefe der inundierten Fläche von den durchgeführten Pflegemaßnahmen ab. Wenn man die Flächen nach einigen Jahrzehnten ausbaggert, werden sich neue Schwinggrasen entwickeln. Ob und wann derartige Maßnahmen erwünscht sind, ist auch davon abhängig, ob sich gerade die Sphagnumarten ansiedeln, die fähig sind, sehr viel Wasser festzuhalten und damit langfristig nasse Standorte für Hochmoor-Pflanzengemeinschaften zu bilden (z.B. *Sph. papillosum*, *Sph. magellanicum*).

Man soll mit den Maßnahmen zur Gestaltung von inundierte Flächen in den höchsten Teilen anfangen und dann jährlich in einer angrenzenden Fläche das Wasser aufstauen. Wenn man zuerst die niedrigsten Teile inundiert, macht man damit vielfach die höheren Teile für Maschinen unzugänglich.

4. WIEDERVERNÄSSUNG BIS AN DIE BODENOBERFLÄCHE

Neben Inundationen sind seit 1970 auch kleinflächig Wiedervernässungsmaßnahmen durchgeführt worden. Kleine Gräben wurden mit Torf oder mit PVC-Platten abgedämmt. Nicht nur am Ende dieser Gräben, sondern in einigem Abstand sind mehrere Dämme gebaut worden, damit in jedem Abteil der Grundwasserspiegel im Winter bis an die Bodenoberfläche steigt. Auch in den Flächen, in denen ein oberirdischer Abfluß durch diese Gräben vorher fast nie bemerkbar war, ist das Grundwasser auf diese Weise erheblich gestiegen.

Vor allem in den letzten Jahren sind in vielen Hochmoorresten, in denen der Torfabbau kürzlich beendet wurde, Dämme gebaut worden. Diese Dämme reichen bis an die Oberfläche der angrenzenden Moorböden, damit das Grundwasser im Winter bis an die Bodenoberflächen steigen kann. Im Sommer verlieren diese Böden durch Verdunstung ihre Wassersättigung und das Grundwasser sinkt ab.

Es ist jetzt noch nicht zu beurteilen, ob auf diese Weise Standortbedingungen entstehen werden, die die Entwicklung von Hochmoor-Pflanzengemeinschaften ermöglichen. Die Tiefe der Grundwasserabsenkung im Sommer ist ein sehr wichtiger Faktor dabei.

In der niederländischen Naturschutzpraxis überwiegt der Gedanke, allmählichen Änderungen den Vorzug zu geben. Deswegen strebt man in einigen Hochmoorresten eine allmähliche Wiedervernässung bis an die Bodenoberfläche an, großflächige Inundationen werden als unerwünscht beurteilt. Die Neuschaffung von großen Wasserflächen mit dem stellenweise Herausreichen von *Molinia*-Bewuchs und Torfresten über den Wasserspiegel verursacht die Ansiedlung von Möwenkolonien. Die damit verbundene Nährstoff-Anreicherung des Wassers (Guanotrophie) ist eine wesentliche Bedrohung der oligotrophen Standortbedingungen. Auch deswegen wird eine Überstauung von mehreren Naturschutzbehörden als unerwünscht beurteilt.

Wenn das Grundwasser nur bis an die Bodenoberfläche aufgestaut wird, ändert sich die Vegetation nur langsam im Vergleich zu den inundierte Flächen. Die Birken sterben allmählich ab und nur noch stellenweise siedeln sich neue Bäume an. In den ersten Jahren bleibt *Molinia* die dominierende Art und *Eriophorum vaginatum* breitet sich allmählich aus. Zwischen den *Molinia*-Schöpfen siedeln sich *Sphagnum cuspidatum* und *Sph. recurvum* an. Wahrscheinlich werden diese Torfmoospolster allmählich zusammenwachsen, aber bisher ist eine derartige Entwicklung nur selten zu beobachten. In mehreren Flächen haben sich bisher gar keine Torfmoosarten angesiedelt. In diesen Flächen sinkt das Grundwasser in den Monaten April und Mai als Folge eines unterirdischen Abflusses erheblich ab. Dieser Abfluß kann nur durch das

vollständige Verfüllen der bis in den mineralischen Untergrund reichenden Gräben verhindert werden.

Auch wenn der unterirdische Abfluß nur sehr gering ist und die Abflußmenge der ehemaligen, nicht zerstörten Hochmoore nicht überschritten wird, gibt es dennoch gewisse Faktoren, die eine Entwicklung von Hochmoor-Pflanzengemeinschaften verhindern können.

5. ZUR KENNNTNIS DER ANFORDERUNGEN FÜR DIE HOCHMOORREGENERATION; SCHWERPUNKTE FÜR UNTERSUCHUNGEN

Unter einer Hochmoorregeneration wird die Wiederherstellung einer natürlichen torfbildenden Hochmoorvegetation der Klassen Oxycocco-Sphagnetea und Scheuchzerietea verstanden (TÜXEN, 1976). KUNTZE u. EGGELSMANN (1981) haben versucht, die Wiederherstellung dieser Pflanzengemeinschaften in verschiedenen Stadien zu ordnen:

Phase 1:	Wiedervernässung	(möglich innerhalb einiger Jahre)
Phase 2:	Renaturierung	(möglich in Jahrzehnten?)
Phase 3:	Regeneration	(möglich in Jahrhunderten?)

Die bisherigen Erfahrungen mit Wiedervernässungsmaßnahmen erlauben vorerst nur einige Aussagen über Renaturierungsprozesse. Unter Renaturierung wird die Wiedereinbürgerung von moortypischen Pflanzengemeinschaften verstanden. Diese Renaturierung hängt vor allem vom keimfähigen Sporen- und Samenvorrat in den wiedervernässeten Moorresten und deren Umgebung ab (KUNTZE u. EGGELSMANN, 1981). In den hier beschriebenen Entwicklungen der Vegetation in den niederländischen Hochmoorresten lassen sich deutlich einige Renaturierungsprozesse erkennen. Ob hier in Zukunft Regenerationsprozesse ablaufen werden, muß abgewartet werden.

Wie schon erwähnt gibt es mehrere Faktoren, die die Entwicklung von Hochmoor-Pflanzengemeinschaften verhindert können. Diese Faktoren wirken sich im Stadium der Renaturierung aus und verhindern damit selbstverständlich auch die Regenerationsprozesse.

1. Die Niederschläge sind in den letzten Jahrzehnten saurer und nährstoffreicher geworden; damit hat in den Hochmoorresten der Grad der Belastung durch Immissionen stark zugenommen. Es ist deswegen fraglich, ob sich hier oligotraphente Hochmoor-Pflanzengemeinschaften dauerhaft ansiedeln können.
2. Die bei der Abtorfung durchgeführten Entwässerungsmaßnahmen haben eine erhöhte Zersetzung des Torfes in Gang gebracht. Beim Wasseraufstau ist zu erwarten, daß sich die Nährstoffe im Wasser lösen und in den ersten Jahren mesotraphente Arten ansiedeln. Im Liesselse Peel sind derartige Entwicklungen zu beobachten (LINDE u. VOSSEN, 1981). Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese geringe Nährstoffanreicherung als Folge der erhöhten Zersetzung nur einige Jahre andauert.

3. Das relativ erhöhte Nährstoffangebot infolge einer weiteren Zersetzung könnte auch in Zukunft andauern, wenn das Grundwasser im Sommer tief absinkt. ROMANOV (1968) hat in mehreren nicht zerstörten Hochmooren in der UdSSR beobachtet, daß die Sommer-Grundwasserstände nur sehr selten tiefer als etwa 40 cm unter Flur absinken. Wegen der durchschnittlich höheren Verdunstung im Sommer soll aber auch dort der Wasservorrat im Sommer erheblich abgenommen haben. Trotzdem ist die Grundwasserabsenkung nur gering. Daraus ergibt sich, daß in den Bodenschichten oberhalb 40 cm Tiefe (s.g. "active layer" = "torfogene Schicht") das Verhältnis von Wassergehaltsänderung zur Grundwasserschwankung sehr hoch ist. Dieses Verhältnis (in niederländischer Sprache: bergingscoefficient) ist von den physikalischen Eigenschaften der Bodenschichten abhängig.

In den niederländischen Hochmoorresten ist der Weißtorf fast überall abgetorft worden. Gerade die Weißtorfschichten haben aber eine Feinstruktur (d.h. ein Verhältnis der Makroporen zu den Mikroporen im Boden), die geringe Grundwasserschwankungen gewährleistet, auch bei erheblichen Wasservorratsänderungen infolge Verdunstung.

Meistens blieben nur noch stark zersetzte Schwarztorfreste erhalten, die sich durch Entwässerungsmaßnahmen noch weiter zersetzt haben. Der Anteil der Makroporen hat dabei abgenommen und damit auch das Verhältnis von Wassergehaltsänderung zur Grundwasserschwankung. Damit haben die obersten Bodenschichten der jetzigen Hochmoorreste ganz andere physikalische Eigenschaften als die eines lebenden Hochmoores. Das führt in diesen Böden dazu, daß trotz einer völligen Wiedervernässung im Winter die Grundwasserabsenkung im Sommer durchschnittlich tiefer sein wird als 40 cm unter Flur.

Ob und in welchem Maß diese tieferen Sommer-Grundwasserstände eine Entwicklung von Hochmoor-Pflanzengemeinschaften verhindern, ist jetzt noch nicht zu beurteilen. Vielleicht führen die höheren Grundwasserschwankungen zu einer erhöhten Zersetzung und damit zu einem erhöhten Nährstoffangebot. Es ist aber zu erwarten, daß die nährstoffanreichernde Wirkung sehr gering sein wird.

Der kapillare Wasseraufstieg ist in stärker zersetzten Schwarztorf-Böden besser als in den obersten Schichten eines lebenden Hochmoores. Die Torfmoose aber haben keine Wurzeln und können deswegen das kapillare Wasser nur bedingt nutzen, sie sind damit abhängig vom Wasserangebot in den Grobporen. Wegen des geringen Anteils der Grobporen könnten Torfmoose auf stark zersetzten Böden in ihrer Entwicklung gehemmt werden.

4. In einem lebenden Hochmoor ist die Versickerung sehr gering und beträgt nur etwa 5% der durchschnittlichen Niederschlagsmenge (EGGELSMANN, 1960). Es gibt zwar keine genauen Untersuchungen darüber, aber es ist wahrscheinlich, daß

die Versickerung in mehreren Hochmoorresten in den Niederlanden im Vergleich zu den nicht zerstörten Hochmooren zugezogen hat. Das ist die Folge der Entwässerungsmaßnahmen in der Umgebung der Restflächen und des nicht völligen Wiederverfüllens von Gräben, die bis in den mineralischen Untergrund gegraben sind.

Auch eine nur wenig erhöhte Versickerung könnte das Nährstoffangebot an gewissen Stellen erheblich erhöhen. In einem gewissen Zeitraum kommt mehr Wasser an der Wurzelzone vorbei und damit wird das Nährstoffangebot erhöht. Dies war auch an den Randgehängen der ehemaligen Hochmoore zu beobachten, wo eine von den Hochmoorflächen abweichende, leicht minerotrophente Vegetation wuchs.

Auch bezüglich dieser erhöhten Versickerung ist es jetzt noch nicht zu beurteilen, ob und in welchem Maße stellenweise eine Nährstoffanreicherung stattfindet und wie die Entwicklung von Hochmoor-Pflanzengemeinschaften davon beeinflusst wird.

5. Die hier gemachten Bemerkungen beziehen sich auf die in den Hochmoorresten vollzogenen Änderungen des Wasser- und Nährstoffhaushaltes. Der Wasserhaushalt seinerseits beeinflusst den Temperatur- und Wärmehaushalt des Bodens. Die Ansiedlungsmöglichkeiten für Pflanzen werden stark von den mikroklimatischen Verhältnissen an der Bodenoberfläche beeinflusst. Mehrere Untersuchungen in den Hochmooren haben gezeigt, daß die mikroklimatischen Bedingungen z.B. in Bulten und Schlenken sich stark unterscheiden.

In den in den Hochmoorresten häufig vorkommenden nackten Torfböden gibt es sehr große Temperaturschwankungen an der Bodenoberfläche. Im Sommer kann hier die Temperatur bei Sonnenschein bis 70°C ansteigen, während sie nachts bis auf etwa 0°C fallen kann (SCHMEIDL, 1978).

Derartige extremen Temperaturverhältnisse erschweren die Ansiedlung von höheren Pflanzen- und Moosarten erheblich. Es ist denn auch an mehreren Stellen zu beobachten, daß nackte Torfböden viele Jahre ohne Bewuchs bleiben. Zuerst siedeln sich *Molinia*, *Calluna* und mehrere Flechtenarten an. Infolge Wiedervernässungsmaßnahmen werden die mikroklimatischen Bedingungen sich ändern. In welchem Maß periodisch extreme Temperaturverhältnisse die Vegetationsentwicklung in den Hochmoorresten beeinflussen, ist nicht bekannt.

6. AUSBLICK

Die Wirkung der verschiedenen hier genannten Faktoren auf die Möglichkeiten zur Hochmoorregeneration ist noch fast unbekannt. Nur wenn wir davon mehr verstehen, ist es möglich zu beurteilen, welche Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen in den verschiedenen Hochmoorresten erwünscht sind.

Wie auch von KUNTZE u. EGGELSMANN (1981) bemerkt, soll man für jeden Hochmoorrest die Schutzwürdigkeit und die Schutzfähigkeit beurteilen. Beide Kriterien sind aber eng verbunden mit den Möglichkeiten, die Moorreste flächenmäßig zu vernässen und Renaturierungs- und Regenerationsprozesse in Gang zu bringen. (Biotop-Gestaltungsfähigkeit).

Vielleicht sind z.B. nur Flächen mit Weißtorfschichten für die Wiedereinbürgerung von gewissen Torfmoosarten geeignet. Vielleicht herrschen nur unter Baum- und Strauchbewuchs oder in kleinflächigen Torfstichen die für eine Renaturierung und Regeneration erforderlichen mikroklimatischen Bedingungen.

Wahrscheinlich sind die von den Menschen verursachten Änderungen der Standortbedingungen in mehreren Hochmoorresten derartig, daß dort innerhalb einiger Jahrzehnte keine Renaturierung zu erwarten ist. Hier wäre es besser auf Regenerations-Ziele zu verzichten und man sollte Pflegemaßnahmen durchführen zur Förderung anderer erwünschter Pflanzengemeinschaften. Vielleicht werden sich auch in diesen Flächen im Laufe der Zeit stellenweise derartige mikroklimatische und bodenphysikalische Verhältnisse entwickeln, daß eine kleinflächige Wiedereinbürgerung einer moorbildenden Vegetation möglich wird.

Heute sind viele der hier genannten Fragen noch nicht zu beantworten. Die Ergebnisse der verschiedenen Versuche müssen abgewartet werden. Zur Kenntnis der Anforderungen für Hochmoorregeneration sind noch viele Untersuchungen verschiedener Art erwünscht. In vielen niederländischen Hochmoorresten sind in den nächsten Jahrzehnten interessante Entwicklungen der Vegetation zu erwarten, die sich hoffentlich entschlüsseln lassen mit den vorhandenen oder neu zu entwickelnden hydrologischen und meteorologischen Meßgeräten.

7. LITERATUR

- EGGELSMANN, R. (1969): Über den unterirdischen Abfluß aus Mooren.- Die Wasserwirtschaft, 50 : 149-154, 7 Abb., 2 Tab., Stuttgart.
- KUNTZE, H. u. EGGELSMANN, R. (1981): Zur Schutzfähigkeit nordwestdeutscher Moore.- TELMA, 11 : 197-212, 6 Abb., 3 Tab., Hannover.
- LINDE, P. en VOSSEN, J. (1981): Verslag hoogveengebieden Meerstalblok en de Peel.- Scriptie LH-Cultuurtechniek, Wageningen.
- MINISTERIE VAN C.R.M. en MINISTERIE VAN V.R.O. (1981): Structuurschema Natuur- en landschapsbehoud.- Staatsuitgeverij, Den Haag.
- NIJENHUIS, F. (1973): Hoogveen in Nederland: een verdwijnend landschapstype?.- Natuur en landschap, 1973/4-5 : 98-126, 15 Abb., Amsterdam.
- ROMANOV, V.V. (1968): Hydrophysics of bogs.- Ed.Monson Bindery Ltd., Jerusalem.
- SCHMEIDL, H. (1978): Ein Beitrag zum Mikroklima der Hochmoore.- TELMA, 8 : 83-105, 14 Abb., 7 Tab., Hannover.

- SCHOUWENAARS, J. (1978): De Deurnese en Liesselse Peel; verslag van een onderzoek naar vegetatie en waterhuishouding.- Scriptie LH-Cultuurtechniek, Wageningen.
- TÜXEN, J. (1976): Über die Regeneration von Hochmooren.- TELMA, 6 : 219-230,, 1 Abb., Hannover.

Manuskript eingegangen am 19.8.1982