

Die Entwicklung der Übergangs- und Hochmoore im südbayerischen Voralpengebiet im Zeitraum 1969 bis 2013 unter Berücksichtigung von Nutzungs- und Klimagradients



natur

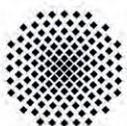




Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Die Entwicklung der Übergangs- und Hochmoore im südbayerischen Voralpengebiet im Zeitraum 1969 bis 2013 unter Berücksichtigung von Nutzungs- und Klimagradients



Universität Stuttgart

UmweltSpezial

Impressum

Die Entwicklung der Übergangs- und Hochmoore im südbayerischen Voralpengebiet im Zeitraum 1969 bis 2013 unter Berücksichtigung von Nutzungs- und Klimagradiënten

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Tel.: 0821 9071-0

Fax: 0821 9071-5556

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung/Text/Konzept:

Prof. Dr. Giselher Kaule, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie Universität Stuttgart, Keplerstr. 11, 70174 Stuttgart

Dr.-Ing. Alexander Peringer, Laboratory of ecological systems Bâtiment GR, Station 2, 1015 Lausanne, Suisse

Unter Mitarbeit von:

Katrin Wiedman, Benedikt Kaule, Robin Kaule, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie Universität Stuttgart, Keplerstr. 11, 70174 Stuttgart

Redaktion:

LfU, Referat 54, Ulrich M. Sorg

Bildnachweis:

Prof. Dr. Giselher Kaule, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie Universität Stuttgart, Keplerstr. 11, 70174 Stuttgart

Abb. 48: Bayerische Botanische Gesellschaft

Titelbild:

Bild-Vergleich aus 1970 und 2012: Kronberger Moos am Tatzelwurm, ein in 40 Jahren weitgehend stabil gebliebenes Hochlagen-Spirkenfz

Druck:

KESSLER Druck + Medien GmbH & Co. KG, Michael-Schäffer-Str. 1, 86399 Bobingen

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier.

Stand:

Juli 2015

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhaltsverzeichnis

1	Untersuchungsgebiet und Datengrundlage	9
1.1	Naturräumlicher Bezug	9
1.2	Klima	10
1.2.1	Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag	10
1.2.2	Klimawandel	12
1.3	Datenbasis der Erstaufnahme (1969–1973)	13
1.4	Charakterisierung von selektierten Einzelflächen	14
1.5	Dokumentation der Einzelmoore, digitales Kataster mit Vegetationskarte und Liste der angesprochenen Moore	23
2	Nutzung von Hochmooren und Vegetationsdynamik vor 1945	24
2.1	Idealtypischer Aufbau der voralpinen Hochmoore und menschliche Eingriffe im Verlauf der Landnutzungsgeschichte	24
2.2	Was ist die natürliche Vegetation der voralpinen bayerischen Hochmoore (Literaturanalyse)?	27
2.3	Strukturvergleich von Moorweiten im Niederschlagsgradienten	30
3	Entwicklung im Untersuchungszeitraum 1970 – 2010	32
3.1	Hochmoorweiten (Wachstumskomplexe und deren Degradationsstadien)	32
3.1.1	Überblick	33
3.1.2	Vergleich zwischen den Naturraumgruppen (Ost-West-Gradient)	35
3.1.3	Heiden auf (Rest-)Hochmoorflächen im Niederschlagsgradienten	37
3.1.4	Entwicklungen bei unterschiedlicher Startvegetation	42
3.1.5	Birkenaufwuchs in (gestörten) Hochmooren im Klimagradienten	44
3.1.6	Synthese	48
3.2	Torfstiche	49
3.2.1	Kleinbäuerliche Torfstiche	49
3.2.2	Industrielle Abbaugelände	51
3.2.3	Analyse im Naturraum und Niederschlagsgradienten	53
3.2.4	Torfstichsohlen	54
3.2.5	Synthese	57

3.3	Übergangsmoore: Schwingrasen und Streuwiesensukzession	57
3.3.1	Überblick	57
3.4	Braunmooskomplexe und kalkoligotrophe Streuwiesen, ein Vergleich	61
3.4.1	Schwingrasen mit dem <i>Scorpidium</i> -Verein	62
3.4.2	Streuwiesen und Brachen mit dem <i>Scorpidium</i> -Verein	65
3.4.3	Synthese	69
3.5	Bewaldete Übergangs- und Hochmoore	70
3.5.1	Überblick	70
3.5.2	Vergleich zwischen den Naturraumgruppen (Ost-West Gradient)	71
3.5.3	Fallstudie Rodung bzw. Auflichtung von Fichtenbeständen auf Hochmoortorf	74
3.5.4	Synthese	75
3.6	Gebirgsmoore und Hirscheinflüsse auf Moore	76
4	Entwicklungen von Leitarten und Reliktarten	80
5	Regenerationsspotenzial im Klimagradienten	82
5.1	Die Hochmoorentwicklung analysiert nach Niederschlagszonen	82
5.2	Klimawandeleinflüsse	83
5.3	Klimawandelrelevanz	85
6	Priorisierung von Maßnahmen für den Naturschutz	88
6.1	Regeneration von (vor-)entwässerten Hochmoorhochflächen	88
6.2	Torfstichsohlen und kleinbäuerliche Torfstiche	89
6.3	Drainageoptimierung unterlassen	90
6.4	Priorisierung von Mooren für Streuwiesenpflege und faire Aufwandsentschädigung	90
6.5	Gewässerqualität verbessern	92
6.6	Beweidungsprojekte weiter unterstützen	93
6.7	Lichte Moorwaldkomplexe als neuen Schwerpunkt definieren	93
6.8	Umgebungsnutzung einbeziehen, von Einzelmooren zu Moorlandschaften	94
6.9	Klimaschutz und Biodiversitätsschutz in Mooren, ein Interessensausgleich ist gut möglich	97

7	Anhänge	99
7.1	Definition der Kartiereinheiten	99
7.2	Definition der Vegetationskomplexe	105
7.2.1	Regenerationskomplexe	105
7.2.2	Wachstumskomplexe	106
7.2.3	Stillstandskomplexe	107
7.2.4	Erosionskomplexe	108
7.2.5	Stufenkomplexe	108
7.3	Kartierte Moore mit Jahresniederschlag	110
8	Tabellenverzeichnis	119
9	Abbildungsverzeichnis	120
10	Literaturverzeichnis	128

Vorwort

In den Jahren 2010 bis 2013 wurden mehrere von Kaule 1969 bis 1973 kartierten und in dem Buch „Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen“ dokumentierten Moore in einer Wiederholungskartierung erneut erfasst. Die drei Naturraumgruppen: Inn-Chiemsee- und Salzach-Hügelland, Ammer-Loisach-Hügelland und Allgäu wurden in getrennten Berichten dokumentiert. Zusätzlich wurden mit Mitteln des Umweltbundesamtes eine gesonderte Torfstichanalyse und eine Analyse der kalkoligotrophen Übergangsmoore durchgeführt. Auch die Ergebnisse dieser Studien sind in ausführlichen Berichten am LfU zugänglich.

Aufbauend auf diese Einzelberichte wird hier eine Gesamtübersicht erstellt. Sie soll einerseits für die Naturschutzpraxis eine Hilfestellung sein, andererseits für das Monitoring über weitere Jahrzehnte eine nachvollziehbare Grundlage bilden und sie soll Vergleiche mit anderen Moorregionen ermöglichen.

Dem Bayerischen Landesamt für Umwelt danken wir für die Unterstützung der Arbeiten. Herrn U. Sorg für die kontinuierliche und sehr konstruktive Betreuung und die Organisation von Fachexkursionen, Herrn B.-Ulrich Rudolph danken wir für die Korrektur und Durchsicht des Manuskriptes mit vielen wertvollen Anregungen und Ergänzungsvorschlägen.

Prof. Dr. R. Böcker danken wir für zahlreiche Anregungen im Gelände und zum Manuskript.

Wir möchten uns auch bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Naturschutzbehörden von Oberbayern und Schwaben und der südbayerischen Landkreise sowie den Vertreterinnen und Vertretern der Büros, die in den Mooren arbeiten, bedanken. Sie haben in gemeinsamen Geländetagen ihre Erfahrungen zur Verfügung gestellt, kritisch gefragt und unverzichtbare Anregungen und Informationen gegeben. Herr Schwarz von Raumer hat am ILPOE die Arbeiten an den Rechnern mit Rat und Tat unterstützt. Die massive Unterstützung hat diese Arbeit erst möglich gemacht.

Prof. em. Dr. Giselher Kaule,
Institut für Landschaftsplanung und Ökologie Universität Stuttgart,
Keplerstr. 11, 70174 Stuttgart

Dr.-Ing. Alexander Peringer,
Laboratory of ecological systems Bâtiment GR,
Station 2, 1015 Lausanne, Suisse

1 Untersuchungsgebiet und Datengrundlage

1.1 Naturräumlicher Bezug

Die vorliegende Arbeit ist eine Wiederholungskartierung von Übergangs- und Hochmoorflächen im bayerischen Voralpenraum und Alpenraum, die in den Jahren 1969–73 von G. KAULE angesprochen wurden (Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen“, Habilitationsschrift KAULE (1974). Damit werden weitgehend nur solche Flächen dokumentiert und ausgewertet, für die ein Minimum an Information aus dem Zeitraum um 1970 vorliegt. Einige wenige neue Flächen, die Dank heutiger Luftbildunterstützung „entdeckt“ wurden, kommen hinzu. Sie fließen jedoch in die vergleichende Analyse nicht ein.

Die untersuchten Moore verteilen sich im Wesentlichen auf das durch Gletscher überformte Voralpine Hügel- und Moorland und die Voralpen.

Das Untersuchungsgebiet umfasst damit im Voralpin Teile der Naturraum-Haupteinheiten. „Voralpines Moor- und Hügelland“ (D66) und „Unterbayerisches Hügelland und Isar-Inn-Schotterplatten“ (D65); im Gebirgsraum die „Nördlichen Kalkalpen“ (D68) und die „Schwäbisch-Oberbayerischen Voralpen“ (D67) (SSYSMANK 1998).

Da die vorliegende Arbeit einer Gradientenanalyse von West nach Ost und von Nord nach Süd folgt, ist die Gliederung in diese Naturraum-Haupteinheiten nicht zweckmäßig. Die untergeordneten und höher aufgelösten Naturraum-Einheiten nach MEYNEN & SCHMITHÜSEN et al. (1953–1962) sind jedoch wiederum zu feingliedrig für den hier angestrebten großräumigen Vergleich. Unter Berücksichtigung pflanzengeographischer Aspekte, der dominanten Moortypen und der Nutzungsgeschichte nehmen wir eine maßstäblich dazwischen liegende Gruppierung in Ost-West Richtung vor, die in der Karte in Abb. 1 farblich differenziert ist.

Wir unterscheiden von West nach Ost die **Iller-Lech-Vorberge**, das **Ammer-Loisach-Hügelland** das **Inn-Chiemsee-Salzach Hügelland** und den **Gebirgsraum** (bzw. das „Allgäu“, die Isar-Würm-Ammer-Vereisung und den „Chiemgau“ im Sinne der Teilberichte dieser Studie; der Gebirgsraum ist entsprechend aufgeteilt).

Das **Inn-Chiemsee-Salzach-Hügelland** umfasst die Naturraum-Einheiten nach MEYNEN & SCHMITHÜSEN et al. (1953–1962) mit der Nummer 38 und 39, das „Inn-Chiemsee-“ und das „Salzach-Hügelland“ und damit die Zungen und Zweigbecken des Chiemsees, der Salzach und das Inn-Becken sowie die dazwischen liegenden Eiszerfallandschaften.

Das **Ammer-Loisach-Hügelland** umfasst die Naturraum-Einheiten mit der Nummer 37 „Ammer-Loisach-Hügelland“ und 50 „Fürstenfeldbrucker Hügelland“ und damit das Murnauer Becken, das Würmsee-Becken und die hier vorkommenden Toteislöcher. Im Fürstenfeldbrucker Hügelland nördlich des Ammer-Loisach-Hügellandes liegt mit dem Haspelmoor das einzige große bayerische Hochmoor nördlich der Jungendmoränengrenze.

Die **Iller-Lech-Vorberge** umfassen die Naturraum-Einheiten mit den Nummern 35 und 36, die „Iller-“ und „Lech-Vorberge“. Hier gab es nach der letzten Eiszeit im Vergleich zu den beiden oben beschriebenen Bezugsräumen unterschiedliche Entstehungsvoraussetzungen und Entwicklungsbedingungen für Hochmoore. Große Stamm- und Zweigbecken fehlen. Das Gebiet liegt höher und ist damit kühler und – aufgrund reduzierter Verdunstung – effektiv nasser (siehe Folgekapitel 1.2 Klima). Dies zeigt sich auch an dem höheren Waldanteil. Moore entstanden teilweise erst vergleichsweise spät auf terrassierten, schwach geneigten Ebenen (z. B. Kemptener Wald).

Der **Gebirgsraum** umfasst die Naturräume der Nördlichen Kalkalpen (D68) und der Schwäbisch-Oberbayerischen Voralpen (D67). Größere Moore liegen hier nur in einigen Alpentälern, die aber auf-

grund ihrer Höhenlage zum Hügelland gerechnet werden. Echte Gebirgsmoore haben ihren Schwerpunkt im Ammergebirge, in den Allgäuer Alpen und ihren Voralpen, in den Kocheler Bergen, wenige, aber eines der wertvollsten im Chiemgau. Die Gebirgsmoore werden nicht ausführlich ausgewertet, da sie zwischen 1970 und 2014 weitgehend stabil geblieben sind.

Jede der Naturraumgruppen enthält den extrem steilen voralpinen Klimagradienten in Nord-Süd-Richtung. Zwischen den Gruppen können regionale Besonderheiten aufgrund von Höhenlage und Föhnwindwirkung differenziert werden.

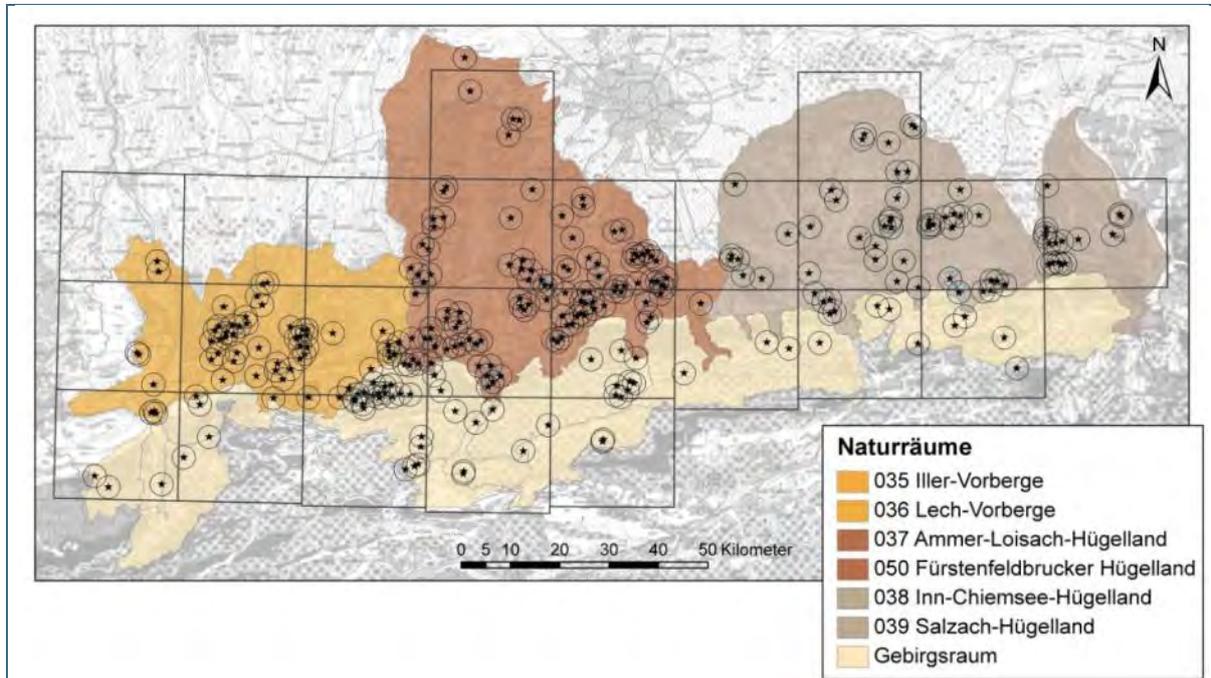


Abb. 1: Lage der untersuchten Moore in den südbayerischen Naturraum-Einheiten. Im Voralpin wurden die Naturraumeinheiten in Gruppen zusammengefasst. Der Gebirgsraum umfasst die Naturräume der Nördlichen Kalkalpen (D68) und der Schwäbisch-Oberbayerischen Voralpen (D67) mit ihren untergeordneten Naturraumeinheiten.

1.2 Klima

1.2.1 Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag

Hochmoore (bzw. die Torfmoose wachsender Hochmoore) benötigen ein gemäßigt humides Klima, d. h. ausreichend Niederschläge bei geringer Verdunstung. Letzteres ist vor allem bei relativ niedrigen Temperaturen gegeben, die in Höhenlagen auftreten. Zwar wird das Torfmooswachstum von höheren Temperaturen gefördert, aber im mitteleuropäischen Klima treten in Tieflagen auch längere Trockenperioden auf, die konkurrenzstärkere Arten, vor allem unter den Gefäßpflanzen, fördern.

Im Anhang 7.3 werden alle in der Untersuchung vorkommenden kartierten Moore mit Jahresniederschlag (Nann im Anhang 7.3) und geografischen Koordinaten (Länge, Breite in Grad) dokumentiert. Diese Liste ermöglicht es, für einzelne Moore die Klimadaten abzurufen, die dann eine Zuordnung in unsere Klimazonen ermöglichen.

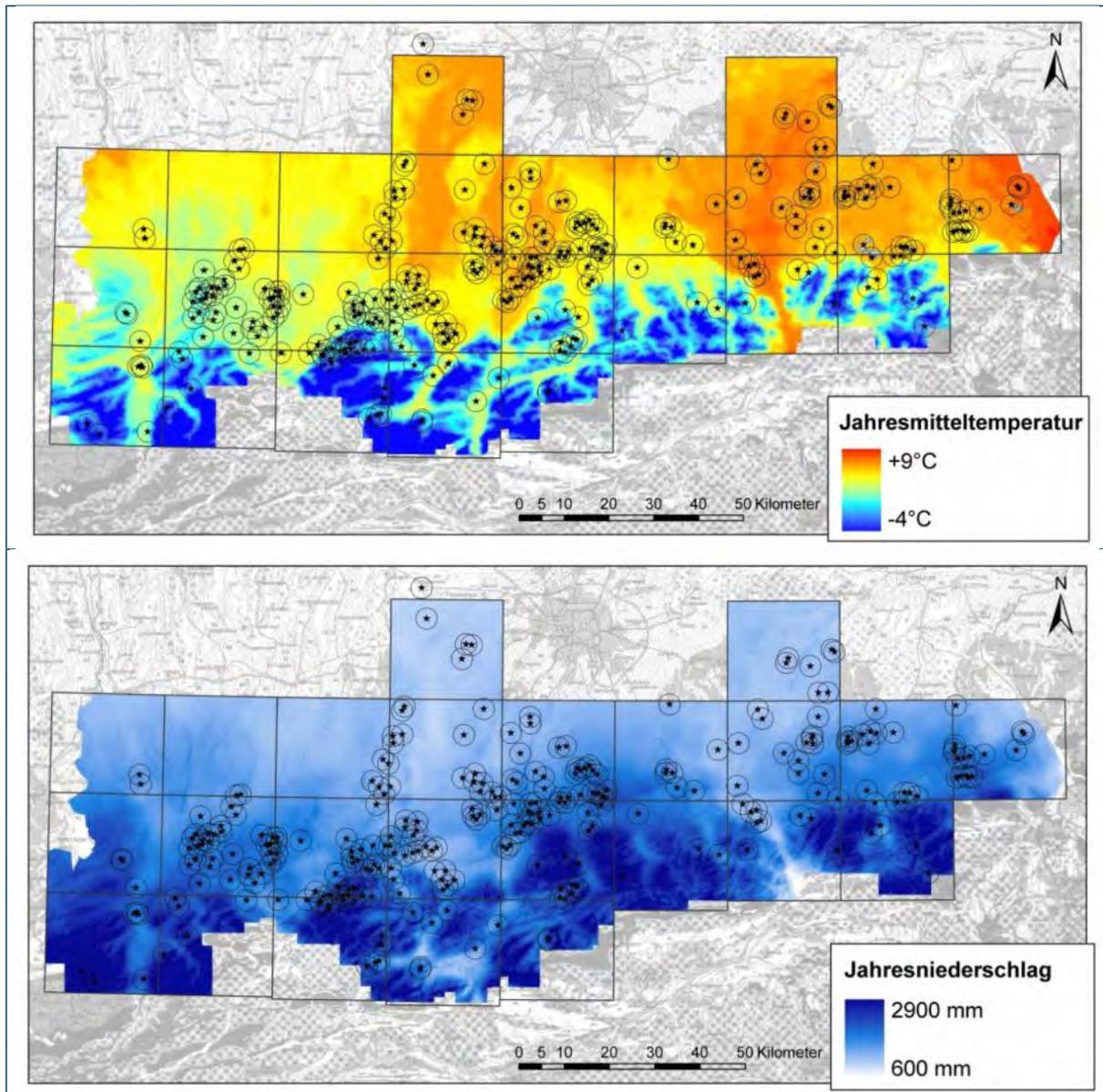


Abb. 2: Lage der untersuchten Moore im Temperatur- und Niederschlagsgradienten.
Oben: Die Jahresdurchschnittstemperatur im Untersuchungsgebiet schwankt zwischen -4 °C und +9 °C. Deutlich tritt auch im Voralpenraum der Einfluss der Topographie und des Föhns hervor.
Unten: Der Jahresniederschlag im Untersuchungsgebiet liegt zwischen 600 mm und 1.900 mm und ist ebenfalls auch im Voralpin stark von Topographie und Föhn beeinflusst.
 Die verwendeten Klimarasterdaten haben den Bezugszeitraum 1971 bis 2000 und wurden aufbereitet aus dem Gemeinschaftsprojekt des Deutschen Wetterdienstes, Abteilung Agrarmeteorologie, des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Das gegenläufige Zusammenwirken von Niederschlag und Temperatur in Kombination mit der Konkurrenz durch großlaubige Gefäßpflanzen, die das Licht für die Assimilation abschirmen, plausibilisiert eine relativ scharfe Grenze der Hochmoorverbreitung nach Norden hin zu geringeren Meereshöhen. Ab dieser Grenze erlaubt auch der eigene Wärme- und Wasserhaushalt von Hochmooren, bedingt durch ihren Torfkörper und das spezifische Adsorptions- und Evaporationsverhalten ihrer Moosdecke, keine Eigenstabilität mehr (FIRBAS 1931, S. 557 ff und 580, ELLENBERG 1963, S. 421 ff). Diese Eigenstabilität ist der Grund, warum Hochmoore auch noch im relativ trockenen Gürtel als Relikte vorkommen, dort aber nicht neu entwickelt werden können.

Lokal werden Moorkvorkommen durch die edaphischen Bedingungen, das Mikro- und Mesoklima und den Wasserhaushalt bestimmt und weiter durch die Umgebungsnutzung differenziert.

Diese Einflussfaktoren auf das Hochmoorwachstum zusammengenommen sind kaum in einem auf Landschaftsebene anwendbaren Index verrechenbar. Wir greifen zur Darstellung der klimatischen Randbedingungen der Moorentwicklung deswegen auf die primären Parameter Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlagssumme zurück, die auf regionaler Ebene flächendeckend vorliegen (Abb. 2 und Abb. 3). Dabei wird der Jahresniederschlagsgradient durch die Jahresmitteltemperatur als Basiswert für die Verdunstung weiter differenziert, was u. a. den Föhneinfluss berücksichtigt. Es ergibt sich eine grobe Abschätzung der Wasserbilanz, die in Monats-Durchschnittswerten abgebildet werden kann. Das Potsdamer Institut für Klimaforschung (PIK) hat daraus Klimawandelszenarien für die Naturschutzgebiete Deutschlands entwickelt (s. Kap. 5.2, Abb. 73).

1.2.2 Klimawandel

Der rezente Klimawandel im Untersuchungszeitraum (1970 bis 2010 in Abb. 3) dürfte maßgeblich die dokumentierte Moorentwicklung beeinflusst haben. Die Klimaerwärmung der letzten 40 Jahre scheint mittlerweile deutlich das Niveau der langfristigen Klimafluktuationen seit dem warmen Hochmittelalter (1100 AD) zu übersteigen.

Sind die beiden in Abb. 3 dargestellten Datensätze auch nur bedingt vergleichbar, so scheint es doch, dass die zukünftigen Klimabedingungen am warm-trockenen Nordrand der Hochmoorverbreitung das Fortbestehen ungestörter bzw. regenerierter Hochmoore stark einschränken werden, weil die während der Hochmoorbildung herrschenden Klimabedingungen nicht mehr vorliegen werden.

Besonders günstige lokalklimatische Bedingungen (z. B. tiefe Beckenlagen) können hier noch mildernd wirken. Berücksichtigt man, dass in gestörten Hochmooren das Selbsterhaltungspotenzial stark beeinträchtigt ist, so gilt diese Limitierung für die Regeneration noch verstärkt.

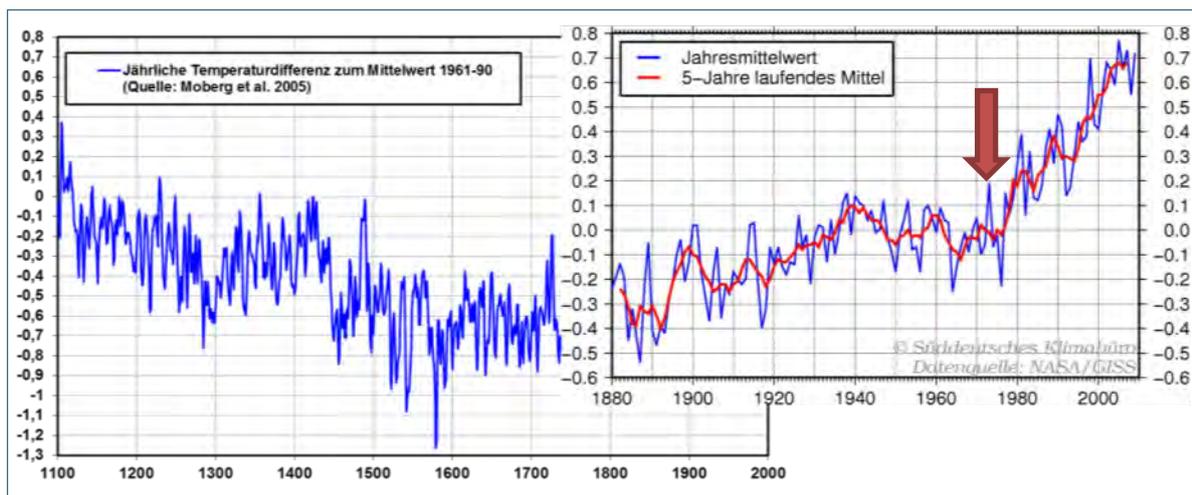


Abb. 3: Historische Temperaturverläufe in Zeiträumen, die für die Moorbildung und für die Moorregeneration relevant sind:

Links: Temperaturverlauf auf der Nordhalbkugel seit dem warmen Hochmittelalter mit der Kleinen Eiszeit (ca. 1500 bis 1800 nach MOBERG et al. (2005).

Rechts: überlagert: Rezente Klimaerwärmung (nach ENDLER (2011) insbesondere seit der Erstkartierung (Pfeil) im Jahr 1970, seit der selbst das Temperaturniveau des Hochmittelalters überschritten wird.

Die dargestellten Temperaturabweichungen beziehen sich auf die Klimareferenzperiode 1961–1990.

Für die Erhärtung dieser Abschätzung wurden für ausgewählte, in Naturschutzgebieten liegende Moore Daten des F&E-Projektes des BfN „Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen“ entlang des voralpinen Niederschlagsgradienten herangezogen. Die klimatische Wasserbilanz, basierend auf der Monatsmitteltemperatur und der monatlichen Niederschlagssumme,

wurde für die aktuelle Klimareferenzperiode einem feuchten und einem trockenen Klimawandelszenario gegenüber gestellt (siehe Kapitel 5.2 Klimawandeleinflüsse).

1.3 Datenbasis der Erstaufnahme (1969–1973)

Die Datengrundlage dieser Untersuchung ist die Habilitationsschrift „Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen“ von KAULE (1974). Es handelt sich um eine Moortypenkartierung mit Fotodokumentation einschließlich eigenen Schrägluftbildern und lokalisierten Vegetationsaufnahmen aus den Jahren 1969–1973.

Damals wie heute wurden die Hochmoore gemeinsam mit den Übergangsmooren kartiert, da sich Übergangsmoore zu Hochmooren entwickeln können oder an der klimatischen Grenzzone der Hochmoorvorkommen und bei zusätzlicher oligotropher Wasserversorgung (Grund- oder Seewasser) Dauerstadien bilden können, die Hochmoorarten, insbesondere Hochmoor-Torfmoose, beherbergen.

Die angesprochenen Flächen sind auf topographischen Karten 1 : 50 000 eingetragen. Über die in der Arbeit von 1974 dokumentierten Daten hinaus gibt es handschriftliche Protokolle, Randnotizen auf Karten und auf Vegetationsaufnahmen. Diese sind insbesondere hilfreich, wenn sich nicht in der Arbeit dokumentierte Moore gut regeneriert haben (so z. B. die Angabe „vollständig in Abbau befindlich, einige Torfrippen mit Moorheide“). Diese Moore wurden nun zusätzlich aufgenommen und ausgewertet. Sie sind jetzt in dem digital verfügbaren Kataster enthalten.

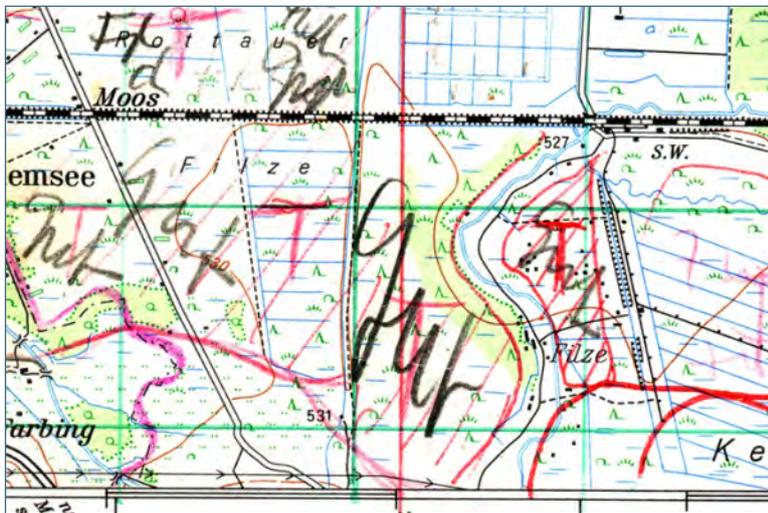


Abb. 4:
Kartenausschnitt von KAULE 1970
aus der TK L8140
(8140-04, Chiemseemöser)

Für einige der hier dokumentierten Flächen liefern die Texte von PAUL & RUOFF (1927 und 1932), PAUL UND LUTZ (1941), LEININGEN (1905), POELT (1955) und andere weiter zurück in die Vergangenheit reichende Informationen, die mit integriert werden. Unsere Untersuchung zielt auf die Dokumentation der Vegetationsentwicklung während der vergangenen 40 Jahre ab. Aus Gründen der Vergleichbarkeit können demzufolge nur diejenigen Vegetationseinheiten zur Wiederholungskartierung verwendet werden, die bereits 1969–1972 für die Erstaufnahme verwendet wurden. Lediglich neuere Entwicklungen wie z. B. Regenerationsstadien und Typen der Umgebungsnutzung wurden ergänzt. Die Einheiten sind in KAULE (1974) definiert und in Tab. 1 nochmals in übergeordnete Vegetationstypen zusammengefasst dargestellt. Sie werden im Anhang 7.1 pflanzensoziologisch skizziert, in dem auch die Komplextypen diskutiert werden (Anhang 7.2). Die Vegetationskartierung unterscheidet prioritäre Zielgesellschaften (wertgebend und schützenswert) und nicht-prioritäre Begleitgesellschaften. Darüber hinaus wurde die Umgebungsnutzung erhoben.

Tab. 1: Pflanzengesellschaften bzw. Gesellschaftskomplexe, die 1970 und 2010 kartiert wurden: Übergeordnete Vegetationstypen sind fett gedruckt. Wertgebende und schützenswerte (Ziel-)Gesellschaften sind schwarz, nicht-prioritäre Begleitgesellschaften und Umgebungsnutzung sind grau dargestellt:

1	Hochmoor incl. Degradation	5	Streuwiesen und Brachen
1.1	Hochmoorwachstumskomplex	5.1	Caricion davallianae-Streuwiese
1.2	Hochmoor-Flechtenheide	5.2	<i>Carex elata</i> -Streuwiese
1.3	Hochmoor-Stillstandskomplex	5.3	Hochmoor-Streuwiese
1.4	Hochmoor-Moorheide	5.4	<i>Molinia</i> -Streuwiese
1.5	Hochmoor Kolk-Schwingrasenkomplex	5.5	Streuwiesenbrache mit Hochmoorbulten
1.6	Schwingrasen mit Hirschsuhle	5.6	<i>Molinia</i> -Gesellschaft (horstig)
2	Gebirgsmoore (<i>Trichophorum</i>)	5.7	Hochstauden ruderalisiert
2.1	Hochmoor-Bultkomplex	5.8	Streuwiesenkomplex genutzt
2.2	Hochmoorkolke	5.9	Streuwiesenkomplex brach
2.3	Erosionskomplex	6	Riede und Röhrichte
2.4	Schwingrasen mit Hirschsuhle	6.1	Cladietum marisci
2.5	Hochmoor-Bultkomplex mit Fichte	6.2	Großseggenried mesotroph
3	Übergangsmoor offen	6.3	Schilfröhricht
3.1	Pseudohochmoor-Schwingrasen	7	Torfstiche und Regeneration
3.2	<i>Sphagnum fallax</i> -Watten	7.1	Offene Torfflächen (historisch)
3.3	<i>Utricularia</i> -Stufenkomplex / Ryncho-sporion Schlenken	7.2	Torfstich initiales Regenerationsstadium
3.4	Braunmooskomplexe	7.3	Kleinbäuerlicher Torfstich regeneriert
3.5	Übergangsmoor trittgeschädigt	7.4	Großflächiger offener Torfstich
4	Bewaldete Moore	7.5	Großflächiger Torfstich, in Teilen regeneriert
4.1	Latschenfilz	7.6	Kleinbäuerlicher Torfstich aktiv (historisch)
4.2	Waldkiefern(Hochmoor)filz	8	Umgebungsnutzung
4.3	Waldkiefern-Seggen- <i>Molinia</i> -Filz	8.1	Nasswiese
4.4	Fi-Ki- <i>Vaccinium</i> -Moorwald	8.2	Intensivwiese
4.5	Fichten-Moorwald (Forst)	8.3	Maisacker
4.6	Fi-Ki-Moorwald Windwurf/Fi-Räumung	8.4	Fichtenforst auf Mineralboden
4.7	Erlenbruch/Weidengebüsch	8.5	Wasser
4.8	Fi-Erlenwald		
4.9	Spirken(Hochmoor)-Filz		
4.10	Spirken- <i>Molinia</i> - <i>Vaccinium</i> -Filz		
4.11	Spirken-Seggen- <i>Molinia</i> -Filz		
4.12	Fi-Hangmoor		

1.4 Charakterisierung von selektierten Einzelflächen

Für drei Fragestellungen war es möglich, Daten in Flächen, die in den Perioden 1969–1973 und 2010–2013 aufgenommen wurden, exakter aufzubereiten. Es handelt sich um die genauere Analyse der Entwicklung von Hochmoor-Moorheide und Torfmoosen in vorentwässerten Hochmoorweiten, von Sukzessionsstadien in Torfstichbecken und der Entwicklung der Braunmoosvereine in kalkoligotrophen Streuwiesen und Schwingrasen.

Für eine detaillierte Analyse von Torfstichen und vorentwässerten Mooren werden in folgenden Arbeitsschritten anhand der Kriterien aus dem F+E Vorhaben „Moorschutz in Deutschland“ (FKZ: 3511 82 0500) ausgewählte Teilflächen mit Merkmalen weiter differenziert und ausgewertet:

- Identifizierung der Polygone in gestörten Mooren für die eine Differenzierung sowohl des Ausgangszustandes als auch des aktuellen Zustands möglich ist (ca. 120 aus 2.500 Polygonen in ca. 350 Mooren der Stammdatei, Übersichtskarte in Abb. 1);
- Festlegung der Vegetationseinheiten und der physischen Merkmale für das Auswertungsprogramm „Regeneration von Torfstichen und vorentwässerten Mooren“ (Tab. 2);
- Gegebenenfalls verfeinerte Digitalisierung der Flächen und weitere Differenzierung der Vegetationseinheiten mit Prozentsätzen pro Teilfläche;
- Dokumentation der physischen Merkmale der Regenerationsfläche hinsichtlich Wasserhaushalt (Tab. 2, linke Spalte).

Tab. 2: Übersicht über die Merkmale, die im Klimagradienten ausgewertet werden.

Physische Merkmale	Vegetation 1969–1972 und 2010–2013
Situation (Lage des Polygons zum Umfeld)	1.1 Hochmoorwachstumskomplex
Hochmoorweite 1	1.2 Hochmoor-Flechtenheide
Torfstichsohle 2	1.3 Stillstandskomplex
Morphologie (Kleinrelief des Polygons)	1.4 Hochmoorheide
Eben 1	3.1 (Pseudohochmoor)-Schwingrasen
Dellig 2	3.2 <i>Sphagnum fallax</i> -Watten
Gekammert 3	3.3 <i>Utricularia</i> -Stufenkomplex
Gräben (im Polygon)	3.4 Braunmoos-Stufenkomplex
Keine Gräben 0	4.1 Latschenfilz
Schlitzgräben 1	4.2 Waldkiefern(Hochmoor)
Breite offene Gräben 2	4.3 Waldkiefern-Seggen-Filz
Kanäle 3	4.4 Fichten Kiefern <i>Vaccinium</i> -Moorwald
Drainage (zum Rand des Polygons)	4.9 Hochmoor-Spirkenfilz
Nicht abfließend 0	4.10 Spirken-Seggen- <i>Molinia</i> -Filz
Randlich Torfbecken 1	5.5 Streuwiesenbrache mit Hochmoorbulten
Flächenhaft abfließend 2	5.6 <i>Molinia</i> -Gesellschaft
Rückgestaut 3	
Erkennbare Maßnahmen zwischen 1973 und 2010–2013	7.1 Offener Torf
ja/nein	7.2 Torfstich Initialstadium
z. B. Rückstau Grabenabdichtung, Schwendung (Erläuterungspalte)	8.2 Intensivwiese
Datum (Zeitraum) der Maßnahmen	8.5 Wasser
	1969–1973 Artenpool mit Hochmoorarten in oder angrenzend an die Regenerationsfläche vorhanden: ja/nein

Die folgenden Abbildungen illustrieren die Merkmale von Tab. 2, sie zeigen in der ersten Zeile der Bildunterschriften Nummern Fett in Klammern, diese beziehen sich auf die Codierung der physischen Merkmale in Tab. 2, im Anhang sind die Vegetationseinheiten ausführlich definiert. Über die Bildnummern lassen sich in der Datenbank die Koordinaten abrufen.

Situation (Lage des Polygons zum Umfeld)



Abb. 5: **Hochmoorhochfläche (1).**

Eine Hochmoorhochfläche wird kodiert wenn, soweit erkennbar, keine Vegetation mit der darunter liegenden oberen Torfschicht abgetragen wurde. Die Vegetationstypen, die vorkommen können, sind Hochmoorwachstumskomplex (1.1) oder die Degradationsstadien 1.2. bis 1.4 Hochmoorheide, in Einzelfällen auch Filz (4.1, 4.2).
Bild: Breitfilz westlich, 8332-10-D, DSC07774.JPG



Abb. 6: **Torfstichsohle (2).**

Eine Torfstichsohle wird kodiert, sobald Vegetation und Torf abgetragen wurde. Je nach Abbaufverfahren kann nur eine flache Schicht entfernt worden sein, z. B. bei Schälortverfahren, bei denen der Abbau bald wieder eingestellt wurde. In kleinbäuerlichen Torfstichen und bei Beckenabbau kann jedoch fast der mineralische Boden die Torfstichsohle bilden. In den vergleichend untersuchten Flächen war im Ausgangszustand meist offener Torf oder Wasser, manchmal schon mit ersten Initialstadien (7.1, 7.2, 8.5). Die Regeneration kann zu *Molinia*-Beständen (5.6), Schwinggrasen (3.1 bis 3.4), zu (lichten) Filzen (4.1 bis 4.10) oder zu Pseudohochmooren (1.1) erfolgen.
Bild: Schälortfläche; Weitfilz bei Schongau, 8130-03, DSC04687.JPG

Morphologie



Abb. 7: **Morphologie eben (1).**

Die Oberfläche wird als „eben“ kodiert, wenn nur einzelne Bulte etwas über die „Ebene“ herausragen. Es gibt jedoch keine deutliche Differenzierung in trockenere flache Rücken und feuchte Senken. Die Vegetation ist einheitlich, im Beispielfoto ein Hochmoorwachstums-komplex.

Bild: Sindelsbachfilze, 8334-06-A, DSC06636.JPG



Abb. 8: **Morphologie Dellig (2).**

Ein deutliches Kleinrelief ist ausgebildet; es kann durch Vorbereitung eines dann eingestellten Abbaus oder durch Entwässerung mit Torfabbau an den Schlitzgräben entstanden sein. Im aktuellen Zustand gibt es Senken, in denen sich Wasser anstaut. Die Vegetation ist deutlich differenziert. Flache Rücken mit Heide (1.4) und Dellen mit Wachstumskomplex (1.1). Der Prozentanteil wird in Schritten von 20 % geschätzt.

Bild: Ellbacher Moor, 8334-01-A, DSC05993.JPG



Abb. 9: **Morphologie gekammert (3) alt.**

Häufig waren zum Zeitpunkt der Erstaufnahme in kleinbäuerlichen Torfstichen die Sohlen bereits in Teilen regeneriert; stehengebliebene Blöcke trugen noch Reste der ursprünglichen Vegetation. Durch den unterschiedlichen Abbau in kleinen Parzellen ist das Moor gekammert. In diesen Mooren können alle Vegetations- und Habitattypen der Liste von Tab. 2 vorkommen.

Bild: Moor bei Geitau, 8336-03, DSC05961.JPG



Abb. 10: **Morphologie gekammert (3) neu.**

Zwischen dem Zeitpunkt der Erstaufnahme und der Wiederholungsbegehung wurden als Regenerationshilfen Wälle eingezogen. Es entsteht ein reisterrassenartiges Relief, das schnellen Abfluss und Austrocknen verhindert und Kolonisationshabitats mit unterschiedlichem Wasserstand bereitstellt. Der Zeitpunkt der Maßnahme wird in der Interpretation berücksichtigt. Der Ausgangszustand ist Torf oder Wasser mit Resten von Übergangs- und Hochmoorvegetation, der jetzt dokumentierte Zustand kann von noch offen (7.1, 7.2) bis Schwingrasen (3.1, 3.2) oder artenarme Wachstumskomplexe (1.1) oder Seggen-*Molinia*-Beständen ein breites Spektrum umfassen.

Bild: Auracher Moos, 8336-02, DSC05927.JPG

Gräben in den vergleichend untersuchten Flächen



Abb. 11: Gräben in den vergleichend untersuchten Flächen (Polygone in der Datenbank): **Schlitzgräben (1)**. Der erste Schritt für einen Abbau waren Schlitzgräben, sie sind in Abständen von 5–10 m, etwa 30 cm breit und bis zu 1 m tief. Da nach der Erstaufnahme um 1970 zahlreiche Moore unter Schutz gestellt wurden und der Abbau gestoppt wurde, blieben die Flächen mit den Schlitzgräben liegen. Im Untergrund sind sie häufig noch aktiv, auch wenn sie an der Oberfläche nur noch für Experten erkennbar sind. In der Abbildung sind sie mit Pfeilen gekennzeichnet.

Bild: Weidfilz bei Seeshaupt, 8132-12-A, DSC05285.JPG



Abb. 12: **Entwässerungsgraben (2)**. Diese Kodierung wurde für offene Gräben mit fließendem Wasser vergeben, sofern der Graben die Fläche durchschneidet (sonst randliche Entwässerung). In Hochmooren führen oft Schlitzgräben zu offenen Gräben (Sammelern). Die Vegetation der durchschnittenen und entwässerten Fläche kann von Hochmoor bis Übergangsmoor-Streuwiesen reichen.

Bild: Übergangsmoor bei Wolfsöd, 8334-11, DSC06270.JPG



Abb. 13: **Kanal (3)**.

Kanäle waren entweder die übergeordneten Strukturen einer Moorentwässerung, sie können aber auch direkt Teil des Abbaufahrens sein. Im ersten Fall lief das Wasser aus den Schlitzgräben in die Sammler und diese in die Kanäle, im letzteren wurde das Moor in breiten Kanälen (sehr lange Becken) abgebaut und von diesen aus die zwischen ihnen liegenden Torfkörper abgebaut. Kanäle werden in dieser Untersuchung nur erfasst, wenn sie nicht mehr aktiv sind, also Teil des Abbaufahrens waren und danach aufgelassen wurden.

Der Ausgangszustand ist offener Torf oder Wasser. Der Kanal im Bild ist rückgestaut. Die aktuelle Vegetation sind Schwinggrasen (meist 3.1 oder 3.2). Diese entwickeln sich nur bei natürlichem Verfall oder bei aktivem Rückstau.

Bild: Weidfilz-Seeshaupt, 8132-12-A, DSC05298.JPG

Drainage randlich zur Fläche



Abb. 14: Drainage zum Rand der Polygone: **Nicht abfließend (0)**.

Das Moor liegt in einer natürlichen Senke oder in einem flachen alten Torfstichbecken. Oligotrophes Wasser sammelt sich, es erhält oft zusätzlich zum Regen Wasser aus den Randbereichen. Die Vegetation besteht meist aus Pseudohochmoor (1.1) oder lichten Filzen (4.2 bis 4.9).

Bild: Irschenhausen, 8134-01, DSC06890.JPG



Abb. 15: Drainage zum Rand der Polygone: **Randlich Torfbecken (1)**.

Hier liegt die vergleichend untersuchte Fläche am Rand einer Torfstichwand oder eines Kanals, seltener am Rand eines tiefen Grabens. Die Moorvegetation kann das Regenwasser nur zurückhalten wenn sich eine geschlossene Moosdecke entwickelt hat. In der Regel gibt es wie im Foto Rinnen, die zur Torfstichwand hinführen.

Bild: Münsinger Filz, 8134-03, DSC07011.JPG



Abb. 16: Drainage zum Rand der Polygone: **Flächenhaft abfließend (2)**.

Geneigt mit flächigem Abfluss. Speziell im Allgäu kommen Moore mit bereits im Gelände ohne optische Hilfe erkennbarer Neigung vor (Hangmoore). Moorbildung setzt hier einen hohen Niederschlag und/oder zusätzliches Hangwasser voraus (Durchströmungsmoor, gespeist von einem Quellhorizont). Im Beispiel sind zur Hangneigung zusätzlich Schlitzgräben erkennbar, diese sind im vorliegenden Moor auch noch sehr aktiv. Die Vegetation ist Moorheide mit unter 20 % Torfmoosbulten.

Bild: Reitermoos, 8328-13, DSC_5751.JPG



Abb. 17: Drainage: **Aktiv in die Moorfläche zurückgestaut (3)**.

Zwischen der Erstaufnahme und der Wiederholungsuntersuchung wurden Gräben oder Kanäle durch Bauwerke rückgestaut. Wichtig für die Auswertung ist der Zeitpunkt der Maßnahme.

Bild: Roter Filz, 8138-01, DSC_7399.JPG.

Das Kriterium „Artenpool“ in oder am Rand der Flächen ist zur Beurteilung der Kolonisierungschancen offener Torfe wichtig. In fast allen vergleichend untersuchten Mooren war vor 40 Jahren Hochmoorarten noch vorhanden. Untersuchungsflächen in sehr großen, offenen Abbauflächen ohne Artenpool kamen im Untersuchungsgebiet nur im Chiemseebecken vor.

Der Zustand der Heiden der vorentwässerten Moorweiten wurde in der Erstaufnahme beschrieben. Wurden Hochmoorheiden oder Stillstandskomplexe dokumentiert, so belegen Aufnahmen aus dem Zeitraum der Erstkartierung, dass eine *Sphagnum*-Deckung von unter 20 % vorlag. In der Wiederholungsaufnahme wurde auf den Flächen die *Sphagnum*-Deckung in 10 % Schritten geschätzt. Außerdem wurde die Heide im Hinblick auf ihren Wuchs klassifiziert: struppige alte Heide bis junge Sprosse in Torfmoosrasen. Wenn die Heide jetzt in dichte Moospolster eingebettet ist, wurde das Moor als vollständig mit Wachstumskomplex regeneriert eingestuft. Die Klassen der Torfmoosdeckung und der Heide müssen für eine Auswertung mit Excel in Prozente umgerechnet werden (Abb. 29, Kapitel 3.1.3). Dies täuscht zunächst eine Genauigkeit vor, die nicht gegeben ist. Die Interpretation erfolgt dann aber wieder in vergrößerten Klassen.

Für die Sohlen der Torfstichbecken ist der Ausgangszustand gut definiert; die Beckensohlen waren mit Wasser gefüllt oder nackter Torf. Wenn bereits Mooswatten vorhanden waren ist dies notiert. Jetzt wurde die Vegetationsbedeckung in Prozent geschätzt. Die Regeneration kann damit gut nachvollzogen werden.

Braunmoose der *Scorpidium*- und *Drepanocladus intermedius*-Vereine spielen für die Beurteilung des Zustandes von Kalkflachmooren eine zentrale Rolle, da sie auf den (Grund-) Wasserstand und die Wasserqualität sehr viel schneller reagieren als Gefäßpflanzen. In der Erstaufnahme und der Wiederholungsuntersuchung wurde *Scorpidium scorpioides*, die empfindlichste Art, in vier Häufigkeitsklassen geschätzt – nicht vorhanden (bzw. nach mindestens 30 Minuten intensiver Suche nicht gefunden), nicht nachweisbar, gering, mittel, häufig. Insbesondere das Erlöschen (der Nichtnachweis in den Untersuchungsjahren 2010 bis 2013) wurde sehr sorgfältig, oft mit mehreren Begehungen dokumentiert. Diese Untersuchungen, insbesondere die Relevanz von *Scorpidium*, sind über eine umfassende Literaturanalyse in gesonderten Berichten umfassend dokumentiert.

1.5 Dokumentation der Einzelmoore, digitales Kataster mit Vegetationskarte und Liste der angesprochenen Moore

Der folgende kurze Abschnitt beschreibt, wie die Dokumentation der Wiederholungskartierung in der Datenbank des LfU abgelegt ist.

Der aktuelle Zustand der Moore wird für jeden TK50-Quadranten des Untersuchungsgebietes in einem separaten Textdokument beschrieben. Das Dokument trägt den Namen des jeweiligen Kartenblattes. Es ist nach der Codierung der Moore bzw. Mooregebiete in der Habilitationsschrift von G. Kaule angelegt und vertieft in die Kartierzeitpunkte 1970/2010 sowie, wenn praktikabel, in Teilgebiete der Moore gegliedert.

Die Kapitelüberschriften und Abschnittsnummerierungen entsprechen den im Rahmen dieser Untersuchung verwendeten Kürzeln zur eindeutigen Bezeichnung der angesprochenen Moore und ihrer Teilgebiete in Geodatenbanken.

Die textliche Dokumentation fasst nochmals tabellarisch den 1970 erfassten Zustand eines jeden Moores zusammen, beschreibt den Zustand 2010 so ausführlich wie nötig und gibt Empfehlungen zum Management. Wo aufgenommen, sind Fotos, auch von Stammscheiben von Latschen, Waldkiefern, Fichten und Faulbaum kontrastverstärkt beigefügt.

Beispiel: Das „Moor westlich Lampertsham“ 8142-01-X auf dem Kartenblatt L8142 „Laufen“:

Tab. 3: Erläuterung der Codebausteine der Moorcodierung am Beispiel des Moores westlich von Lampertsham

Codebaustein	Erläuterung	Datenbankfeld
8142	TK50-Blattnummer	TK50_NR
01	Nummerierung der Moore in der Habilitationsschrift von G. Kaule	Habil-Nr.
X	X Keine Teilgebiete Sofern vorhanden A, B, C...	Teilgebiet
Moor westlich Lampertsham	Name des Moores laut TK50 (wenn identifizierbar und gebräuchlich)	Moorname

Darüber hinaus wurde während der Kartierarbeiten eine geocodierte Fotodokumentation erstellt (Fotos mit Längen- und Breitengrad des Aufnahmeortes in Grad mit Dezimalstellen im Koordinatensystem GCS_WGS_1984 im Header jeder Bilddatei). Alle Fotos wurden zusätzlich tabellarisch knapp beschrieben (Fotolisten gruppiert nach TK50-Quadranten).

Luftbildunterstützt wurde zu jedem Moor eine Vegetationskarte erstellt, die basierend auf der Bodenkundlichen Landesaufnahme Übersichts-Bodenkarte 1 : 25 000 (ÜBK25) digitalisiert wurde (ESRI Shapefiles). Polygone unserer Kartierungseinheiten (Tab. 1, Tab. 2 und Anhang 7.1 und 7.2) differenzieren die Bodentypen der ÜBK25 feiner.

Für jedes Polygon wurde der Vegetationszustand beider Kartierungsperioden dokumentiert (Datengrundlage der folgenden Verbreitungskarten der Vegetationseinheiten 1963–1973 bzw. 2010–2013).

In der Torfstichanalyse wurden Polygone oder Teilpolygone selektiert und ihnen die Attribute der Tab. 2 zugeordnet.

2 Nutzung von Hochmooren und Vegetationsdynamik vor 1945

Im Folgenden werden Beispiele dokumentiert, die die Entwicklung der Moore in den vergangenen zwei Jahrhunderten unter menschlichem Einfluss verdeutlichen.

2.1 Idealtypischer Aufbau der voralpinen Hochmoore und menschliche Eingriffe im Verlauf der Landnutzungsgeschichte

Idealisiert gliedern sich die voralpinen Hochmoore in die Weite über die dichter mit Bergkiefern bewachsene obere Spirken- oder Latschen-Randzone zum Fichten-Randgehänge hin (Abb. 18 und Abb. 19). Diese Zonierung gibt es heute nur noch in kleineren und mittelgroßen Mooren. Durch randliche Abtorfung und Kultivierung sind große vollständige Moore nicht mehr vorhanden.

Der deutliche menschliche Einfluss auf die Moore begann schon vor mehr als 1000 Jahren (Beweidung, Streunutzung, Brennholz). Allmenden (Hard), die Moore einschlossen sind eine sehr alte Form der Moornutzung, sie werden seit 1000 n. Chr. urkundlich dokumentiert: v. HORNSTEIN (1958, S. 110 ff. und S. 258 Abschnitt Birkenhard) Die uralten Allmenden oder Hard-Gewanne haben sich kontinuierlich weiter entwickelt, größtenteils sind sie unter den Besitzern (Rechtlern) aufgeteilt und intensiviert worden, einige sind noch erhalten (Kapitel 6.6), so sind die Hardwiesen bei Weilheim (8132-10 Magnetsrieder Hard) aus einer Weidelandschaft in eine Landschaft mit Streuwiesen umgewandelt worden, in den Allmenden beim Bannwaldsee hat sich die Weidenutzung bis heute gehalten (8530-12 Mühlberger Viehweide) (LEDERBOGEN et al 2004).

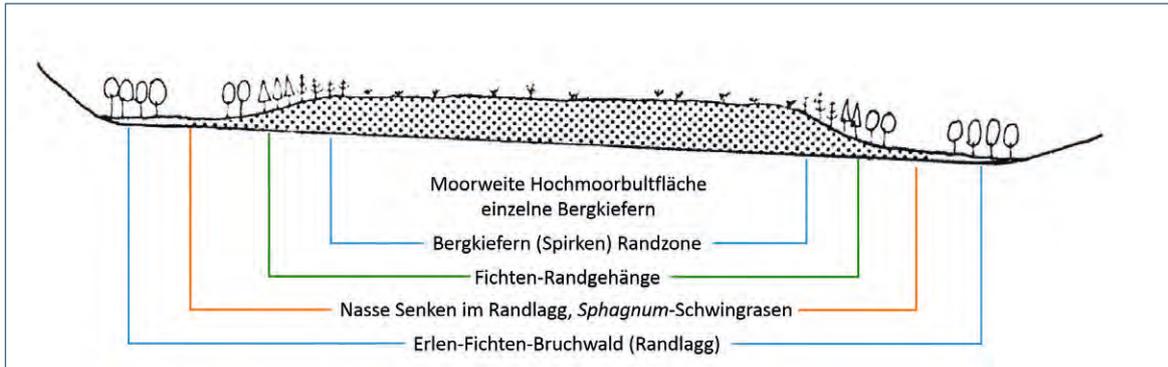


Abb. 18: Zonation eines voralpinen Hochmoores (asymmetrisches Latschen- oder Spirkenhochmoor) aus KAULE (1974) nach v. LEINIGEN (1907).



Abb. 19: Idealtypische Zonierung eines Hochmoores (Ebenwaldmoore, 8330-08-B, DSC01708.JPG)

Massive Eingriffe sind aus der Periode 1800 bis 1850 dokumentiert; hier sollte durch Bewässerung mit Bach- und Flusswasser und durch Entwässerung der Holztrag optimiert werden (v. LEINIGEN (1905). Die Erfolge (d. h. das Gehölzwachstum auf Hochmooren) beschreibt HOFMANN (1907): „In den der reichen Kalte zunächst gelegenen Teilen, wo die Entwässerungen zuerst ihre Wirkungen äußern konnten, siedelten sich alsbald ohne künstliche Zutat die Birken zahlreich an und zeigten treffliches Gedeihen. Namhafte Quantitäten Reife lieferten diese Birken-Junghölzer und versprachen noch günstigere Erträge in späteren Zeiten. Unter dem Schutze der Birken flogen die Fichten an. Auf den bewässerten Flächen stellte sich schon im nächsten Jahre ein starker, die Zunahme der Produktionsfähigkeit des Bodens bekundender Graswuchs ein. Weiden und Weißerlen, deren Samen die Kalten brachte, siedelten sich an. Die gemeine Heide, welche bei fortgeschrittener Entwässerung neben der Latsche wucherte, verschwand. Birken zeigten sich, wenngleich die Samenbäume in weiter Entfernung standen, dort und da.“

Zu Beginn des 18. Jahrhunderts wird auch ein interessanter Eingriff in das Verlandungsmoor Litzelsee (8138-09) dokumentiert HOFMANN (1907). Der Eigentümer senkte den Seespiegel ab und hat dadurch erfolgreich „Wiesland“ gewonnen. Im abgesenkten ehemaligen See haben sich seit 1850 ein Pseudo-

hochmoor-Schwingrasen und ein sekundäres Waldkiefernfilz entwickelt. Diese wurden bereits 1970 als schützenswert eingestuft. 2011 lagen die Wiesen brach bzw. wurden vom Jagdpächter gepflegt.

Am quelligen Westrand des Murnauer Moores fanden vor 1900 massive Eingriffe in den Wasserhaushalt statt. Die Ramsach und Lindach wurden um die Jahrhundertwende tiefer gelegt VOLLMAR (1947 Seite 31–32.) Dadurch entstanden Futterwiesen und es wurde sogar Korn angebaut. Durch mangelnde Pflege lagerten sich in den beiden Flüssen so viele Sinkstoffe ab, so dass um 1920 die Überschwemmungen wieder regelmäßig, wie ursprünglich, auftraten. Zwischen 1920 und 1970 entwickelten sich dann durch den Einfluss des kalkreichen Quellwassers (Auen-Durchströmungsmoor mit Druckquellen und periodischen Überflutungen) die sekundären Braunmooskomplexe (KAULE 1974), die jetzt durch Nährstoffeinträge bei Überflutungen stark im Rückgang sind.

PAUL und LUTZ (1941) dokumentierten Nutzungseinflüsse in den Mooren des Salzachgletscherbeckens in der zweiten Hälfte des 18. und beginnenden 19. Jahrhundert und ihre Einflüsse auf die Vegetation: auch auf Hochmoorweiten fand Streunutzung und Mahd statt, erstere förderte *Calluna vulgaris*, letztere *Rynchospora alba*.

VOLLMAR (1947, Seite 32) dokumentiert ebenfalls, dass im Murnauer Moos, speziell im Ohlstädter Filz und im Schwarzseefilz, bis 1932 Streu gewonnen wurde. Die von Vollmar ca. 1938 fotografierte Nutzungsgrenze zwischen gemähtem und unberührtem Hochmoor im Schwarzseefilz ist auch jetzt noch als Parzellenstruktur im Luftbild erkennbar. Dies zeigt eindrücklich, wie lange Nutzungseinflüsse im Hochmoor als Spuren menschlicher Tätigkeit erhalten bleiben.

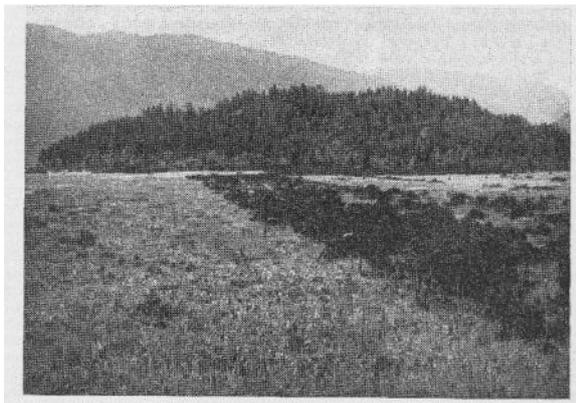


Abb. 20: 1938; Schwarzseefilz (8332-07-E) gegen Steinköchel. Gegensatz von unberührtem Hochmoor (rechts) und zur Streunutzung gemähtem Hochmoor (links) aus Vollmar (1947), Seite 19.



Abb. 21: 2009; Schwarzseefilz (8332-07-E), Steinköchel links. Die Streifenstruktur durch Mahd die in Vollmar 1947 dokumentiert ist, ist immer noch erkennbar. Luftbild: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung.

Im 19. Jahrhundert fanden mehrere Perioden der Moorkultivierung statt, bis dann ab 1970 der Moorschutz Vorrang bekam. In den drei naturräumlichen Bezugsräumen verlief die Moorkultivierung im vergangenen Jahrhundert mit unterschiedlichen Schwerpunkten.

Im Chiemgau mit den großen Beckenmooren lag die Bayerische Moorversuchsanstalt Bernau; großflächiger Torfabbau wurde entwickelt und eine Umnutzung vorwiegend zu Forsten angestrebt. Die Moore in den Eiszerfallsgebieten und den Zweigbecken waren größtenteils noch erhalten. Mit Ausnahme der Moore südlich vom Würmseer herrschten im Ammer-Loisach-Vorland eher kleinbäuerliche und mittlere Torfstiche vor. Naturschutzfachlich waren die Hochmoore um 1970 in weit

besserem Zustand als im Chiemsee- und Innbecken.

In den Iller- und Lechvorbergen blieben die Moore um die Wieskirche, im Sulzschneider Forst und im Kemptener Wald lange weitgehend ungestört oder nur als Waldweide genutzt. Die Moore entlang der Bahn Memmingen–Kempten–Füssen wurden als Brennmaterial für Haushalte, Brauereien und für die Bahn selbst massiv abgebaut (PAUL und LUTZ 1941).

Die Landnutzung im Umfeld der Moore hat jetzt zunehmend großen, direkten und indirekten Einfluss auf die Torfkörper. Die Gewässerregulierung beeinträchtigte zunächst besonders die Auenmoore; durch die Intensität der Landnutzung kamen auf dem Luftpfad (Emissionen) und über den sog. Wasserpfad auch direkt Nährstoffe in nahezu alle Moore (Eutrophierung).

Zum Zeitpunkt der Erstaufnahme (1969 bis 1972) war die erste Nachkriegs-Intensivierung bereits erfolgt, aber die traditionelle Grenze zwischen der nördlichen Ackerbauregion am Rand des Moränengürtels und dem absoluten Grünlandgebiet des Alpenvorlandes hatte noch Bestand. In den zwischen den Untersuchungen liegenden vier Jahrzehnten fand noch einmal ein dramatischer Wandel in der Landwirtschaft statt. Angepasste Maissorten ermöglichten vermehrt die Ackernutzung mit erheblicher Bodenerosion im traditionellen Grünlandgebiet und mit der Einführung der Vielschnittwiese mit Silage und Güllewirtschaft zog das Grünland im Hinblick auf Emissionen in Luft und Wasser mit dem Ackerbau gleich.

Die Ertragssteigerung auf guten Standorten bewirkte in den Mooren ein Brachfallen vieler extensiv genutzter Moorwiesen und -weiden oder ihre Aufforstung. Die Nutzungsaufgabe trug, neben ihrer Unterschutzstellung, zur Regeneration der Moore bei.

Im Bewertungsschlüssel von KAULE (1974, Seite 51–52) wurden dementsprechend Hochmoore, die noch eine fast vollständige Zonation haben, sehr hoch bewertet. An dieser Bewertung hat sich nichts geändert.

2.2 Was ist die natürliche Vegetation der voralpinen bayerischen Hochmoore (Literaturanalyse)?

Grundsätzlich wäre der beste Referenzzustand für die Moorregeneration die natürliche Vegetation, also die Vegetation, die sich ohne menschliche Eingriffe nur aufgrund von nacheiszeitlicher Geomorphologie und Klima bis heute entwickelt hätte. Die natürliche Vegetation lässt sich jedoch weder exakt definieren, noch kann sie Ziel der Moorregeneration sein, weil uns aufgrund allgegenwärtiger Jahrzehnte bis Jahrhunderte langer menschlicher Standortveränderungen (u. a. Landnutzung, Wasserhaushalt, Klima bis hin zu luftbürtiger Nährstoffdeposition) sowohl Vorbilder als auch Entwicklungsvoraussetzungen fehlen. Zielzustände können somit einerseits durch die Ausprägung (fast) ungestörter Moore mit weitgehend intaktem Wasserhaushalt, andererseits durch die potenziell natürliche Vegetation definiert werden, also die Vegetation, die sich unter Aufgabe jeglicher menschlicher Einflussnahme ab heute entwickeln würde. Hier ist jedoch die Frage, welche Moorvegetation sich nach Jahrzehnten der Degradation und in Zeiten beschleunigten Klimawandels entwickeln würde. Die Abschätzung dieses Entwicklungspotenzials bringt uns auf der Suche nach Ursache-Wirkungszusammenhängen zwischen Standortfaktoren und Moorvegetation zurück zur Frage nach der natürlichen Vegetation und nach dem Verständnis, aufgrund welcher Faktoren der heutige Vegetationszustand von ihr abweicht.

Die folgende Betrachtung fokussiert die Frage nach der Natürlichkeit von weitgehend gehölzfreien Hochmoorweiten, weil sich im bayerischen Voralpenraum nicht nur der Übergang von den Latschen zu den Spirkenfilzen, sondern auch klimatisch bedingt von möglicherweise gehölzfreien „ozeanischen“ Hochmoorweiten zu den „kontinentalen“ Waldkiefernfilzen befindet. Es ist anzunehmen, dass der Gehölzbestand von Hochmooren somit sehr sensitiv gegenüber dem Wasserhaushalt ist und damit ein Indikator für den Zustand des Schlüsselfaktors für die Moorregeneration.

Ein Beispiel für ein sehr gut dokumentiertes Gebiet mit Daten, die bis 1800 zurückgehen, sind die Kendlmühlfilze bzw. die Südlichen Chiemseemoore. Von W. v. LEINIGEN (1907), liegt eine Karte aus dem Jahr 1900 und eine Rekonstruktion der Vegetation von 1800 vor. Die Entwicklung einzelner Moore kann in vier Zeitschnitten nachvollzogen werden (Abb. 22). Der Haken (links oben) war 1800 noch ein Hochmoor mit offener Weite und ausgebildetem Randgehänge. Um 1900 war er durch Ent- und Bewässerung mit Birken bestockt, ein Ziel der damaligen Moorkultur. 1970 war er ein dichtes Latschenfilz das bis 2011 stabil blieb.

Die Fläche des 1970 noch kleinen NSG Kendlmühlfilze war 1800 und 1900 ein Hochmoorkern mit offener Weite und Randgehänge (Mitte unten in den Karten und Luftbildern). 1970 war der Südteil des NSGs weiterhin eine offene Hochmoorweite mit kleinen Latschen. Nördlich davon wuchs aufgrund der Vorentwässerung eine Heide auf Hochmoortorf. 2011 war diese mit einem sekundären Wachstumskomplex regeneriert. In den Kendlmühlfilzen ist damit eine zentral liegende Fläche dokumentiert, die über 200 Jahre als Hochmoorwachstumskomplex stabil blieb, obwohl die Randzonen in Torfstichen genutzt wurden.

Die Fläche östlich des alten NSG Kendlmühlfilze war bis Anfang des 19. Jahrhunderts ein Wachstumskomplex, 1970 war es ein Komplex aus schmalen Torfstichbecken und Hochmoorflechtenheide. 2012 waren die Becken regeneriert, die Hochmoorflechtenheide noch präsent.

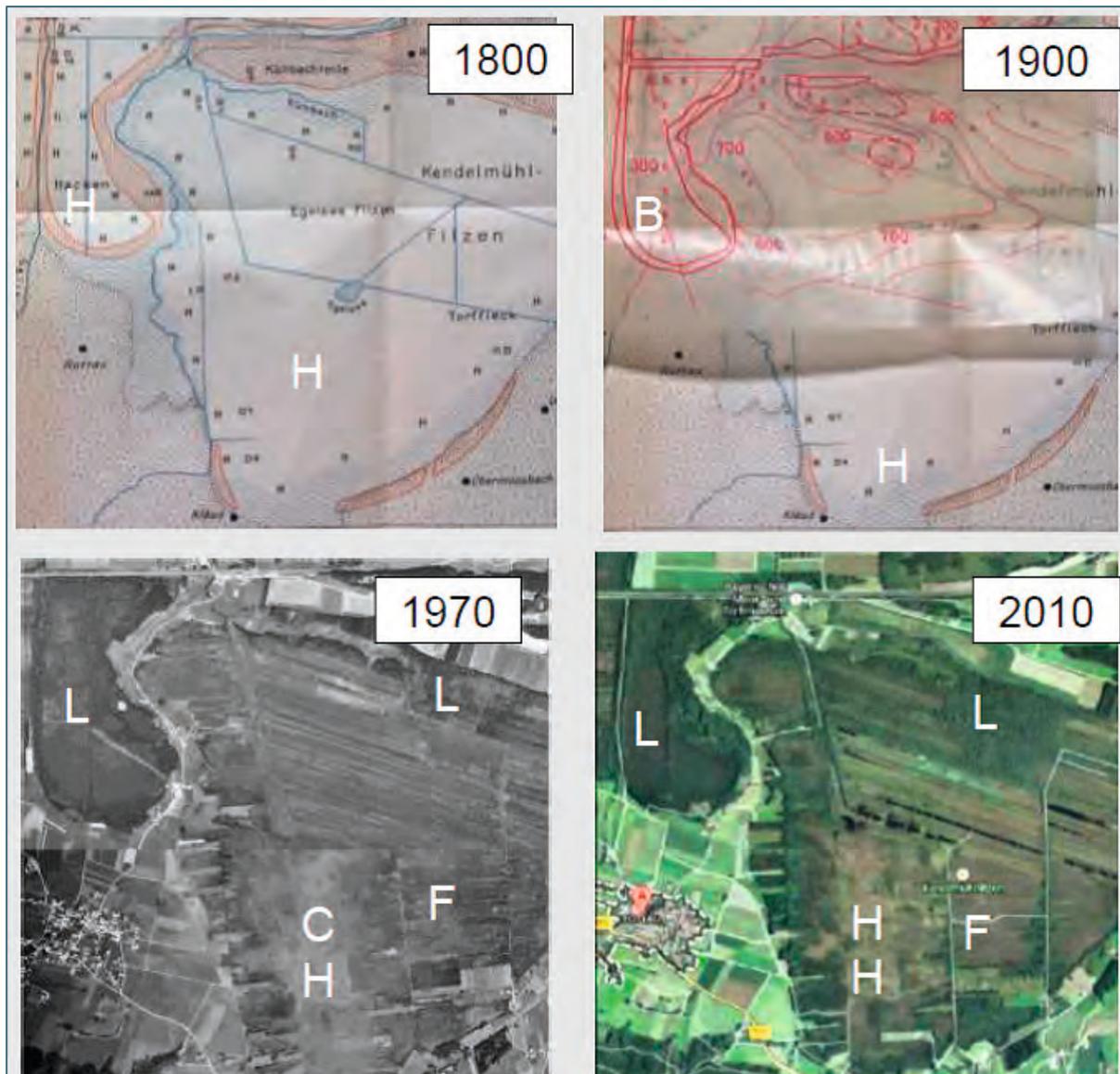


Abb. 22: Entwicklung der Hochmoorvegetation in den Südlichen Chiemseemooren, dem Haken und den Kendlmühlfilzen zwischen den Jahren 1800, 1900, 1970 und 2010.

Datenquellen: 1800 und 1900: v. LEINIGEN (1907), 1970 und 2010: Geländeaufnahmen von Kaule; Luftbild 1968 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung. 2010: © GoogleEarth.

Legende:

H Hochmoorwachstumskomplex, **B** Birke, **C** *Calluna*-Hochmoorheide, **F** Hochmoor-Flechtenheide auf Torfstichrippen, **L** Latschenfilz, Bergkiefer, teilweise aufrecht aber mit bogigen Stamm

Um 1900 beschreibt v. LEINIGEN (1907) die Moorvegetation der Rosenheimer Stammbeckenmoore und greift dabei auch auf Vegetationsaufzeichnungen von Ruoff zurück:

„Den größten Teil an der Zusammensetzung der Hochmoore machen Sphagnen, *Calluna vulg.*, *Eriophorum vag.*, *Rhynchospora alba*, seltener *Scirpus caespitosus* aus; streckenweise werden *Andromeda polifolia*, *Polytrichum*, *Cladonia* und *Dicranum*-Arten wichtig; unter Baum- und Strauchvegetation insbesondere kommen *Vaccinium uliginosum*, die Rauschbeere, *V. myrtillus*, die Heidelbeere, *V. vitis-idaea*, die Preiselbeere vor, ferner einzelne Waldmoose. Selten durch Menge hervorragend, aber häufig vorkommend bemerkt man *Drosera*-Arten, *Molinia caerulea*, Lebermoose und *Vaccinium oxycoccos*, die Moosbeere.“

v. LEINIGEN (1907) erwähnt keine Schlenken oder typische Schlenkenarten wie *Scheuchzeria palustris* und *Carex limosa*; *Rhynchospora alba* kommt auch jetzt im wachsenden Hochmoor in nassen Stellen der Bultflächen vor. Er beschreibt den Übergang vom Hochmoorwald zum Hochmoor in einem Kapitel „Die Bodendecke im und um den Moorwald“ wie folgt:

„Die Bodendecke im Walde auf Moorboden erinnert je nach dem Zustande des Waldes mehr an Wald oder mehr an Moor. Je dünner und schlechter die Bestände in ihrer Annäherung an das Hochmoor werden, umso weniger erinnert die Bodendecke an Wald; in günstigen Fällen findet man nur einzelne *Sphagnum*-Polster, dazwischen vereinzelt *Vaccinien*, sonst herrschen noch Waldmoose und an lichter Stellen Heide vor. Wenn sich aber die Bodenverhältnisse verschlechtern, gewinnen die Sphagnen an Raum; neben der harmloseren Heidelbeere tritt schon die Rauschbeere und Preiselbeere auf und dicke Polster von *Polytrichum* und *Leucobryum glaucum* bedecken den Boden. An solchen Orten kümmert der Wald meist schon und geht nicht mehr weit davon in die **aufgelösten Hochmoorrandbestände**, in die „Kampfzone“ über. **Im Kampf mit den höheren Pflanzen ist die niedere Vegetation des Hochmoors anspruchsvollen Pflanzen gefährlicher, als die niedere Flora der Flachmoore.** Letztere verschwindet zum größten Teile, sowie sich größere Vegetation einfindet. Wie ganz anders verhält sich Hochmoor! Selbst in dichteren Bergkieferbeständen wuchern noch Sphagnen, Heide, Hochmoorcyperaceen und Beersträucher fort; der alljährliche Nadel- und Astabfall wird von ihnen eingeschlossen und ist nach vielen Jahren noch nicht zersetzt.“

Neben der eindrucksvollen Beschreibung der zunehmenden Unterdrückung von Baumwuchs durch die Hochmoorvegetation wird die Existenz offener Hochmoorweiten um 1900 durch v. LEINIGEN (1907) als wichtigstes Merkmal der Hochmoore bestätigt: Jenseits der Kampfzone des Waldes liegt weitgehend baumfreies Gebiet, die Hochmoorweite.

Der weiche Übergang mit *Vaccinium uliginosum* und *V. myrtillus* unter kümmernden Bergkiefern zum oberen Randgehänge ist bezeichnend für natürliche Moorweiten. Wir greifen dieses Strukturmerkmal im nächsten Kapitel auf. Die Vegetationsbeschreibung lässt den Schluss zu, dass um 1900 große offene Moorweiten noch dominant und aktiv wachsend waren (Abb. 23).

Etwa um 1938/39 dokumentiert Vollmar in seiner Dissertation Teil 1, die nach seinem Tod veröffentlicht wurde, VOLLMAR (1947 Seite 23 ff.): Im Bärensteigfilz, im Pfrühlmoos und im Schmatzerfilz offene

Hochmoorweiten mit lichten krüppeligen Latschen und *Eriophorum vaginatum*, ohne Schlenken als Vegetation der Hochflächen; er beschreibt auch den weichen Übergang von der Moorweite zum oberen Randgehänge mit Spirkenfilz (Beispiel in Abb. 22 links).

Paul und Ruoff beschreiben 1927 die voralpinen Moore zu einem Zeitpunkt, an dem ein Großteil der Moore bereits bis zur Unkenntlichkeit zerstört war. PAUL UND RUOFF (1932, S. 59) klassifizieren die voralpinen bayerischen Moore als eigene Gruppe zwischen den „eigentlichen Hochmooren“ und den „östlich-kontinentalen Waldhochmooren“ und bezeichnen sie als Latschenhochmoore (Filze). Die Alleinstellungsmerkmale sind:

- Die asymmetrische Ausprägung, da sie fast immer auf schwach geneigtem Untergrund entstanden sind und dadurch das bergseitige Randgehänge nur schwach ausgebildet ist (siehe Abb. 4).
- Die krüppelig wachsenden, aber immer vorhandenen Bergkiefern auf der Hochfläche.
- Die Seltenheit von Hochmoorteichen.
- Ein wenig ausgeprägter Generationswechsel zwischen Bulten und Schlenken, d. h. die **schwache Schlenkenbildung**.

Das letzte Merkmal, das weitgehende Fehlen von Schlenken im Wachstumskomplex, ist bei der Frage nach dem natürlichen und damit zukünftig wünschenswerten Zustand das wichtigste. Ist es das Ziel aller Regenerationsbemühungen, wachsende, torfbildende Hochmoorflächen zu erzeugen, dann sind naturschutzfachliche und Klimaschutzziele im Einklang. Im Rahmen dieser Untersuchung werden, basierend auf PAUL UND RUOFF (1932) und KAULE (1974), **schlenkenfreie oder schlenkenarme Bultflächen als Referenzflächen für intakte natürliche Hochmoorweiten der Moore des voralpinen Hügellandes** genutzt. Die dominante Art unter den höheren Pflanzen ist *Eriophorum vaginatum*.

Im Gebirge und am Gebirgsrand wird *Eriophorum* zunehmen durch *Trichophorum cespitosum* ersetzt; dieses kann aber auch ein Zeiger ehemaliger Beweidung sein. In den Gebirgsmooren kommen Schlenken regelmäßig vor. Schlenken sind ebenfalls ein Charakteristikum der Pseudohochmoore, also der Moore, die knapp noch nicht aus dem Grundwassereinfluss gewachsen sind (siehe Kapitel 2.3 und 6.2).

2.3 Strukturvergleich von Moorweiten im Niederschlagsgradienten

Eine Tendenz der Zunahme an Latschen und Spirken an Höhe und Dichte ist, insbesondere am niederschlagsärmeren Nordrand des Moränengebietes, erkennbar, quantitativ aber im Maßstab der Wiederholungsuntersuchung nicht nachweisbar. In Mikrountersuchungen (DEUSCHLE und POSCHLOD, 1994) wurde dies jedoch exakt in einem Moor belegt. Allerdings liegt das hier untersuchte Moor in dem niederschlagsärmeren Gürtel unter 1.100 mm (Kappenzipfel nördlich Schongau 8130-01).

Um einen Anhaltspunkt zu bekommen, wo primäre (oder sehr alte) und sekundäre (vor ca. 60–100 Jahren gerodete) Hochmoorweiten im Niederschlagsgradienten vorkommen, wurde die Struktur der Grenzen der Weiten untersucht. Wie in fast allen Ökosystemkomplexen deuten scharfe Grenzen auf einen menschlichen Eingriff hin. In allen hier untersuchten Moorweiten liegen die Rodungen mehr als 60 Jahre zurück. Die Abb. 23 und Abb. 24 zeigen die Merkmale nach denen die Moorweiten eingeteilt wurden.



Abb. 23: Natürliche Zonierung von der halboffenen Moorweite zum Randhängewald und scharfe Grenzen einer Rodungsfläche im Randwald (Rotmoos bei der Grasleiten, 8332-01-B). Luftbild: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung



Abb. 24: Parzellenstruktur mit Spirkenfilz, vorentwässerten Parzellen mit Heide sowie Teile mit Wachstumskomplexen (Loisachfilz, L8334-07-E). Luftbild: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung

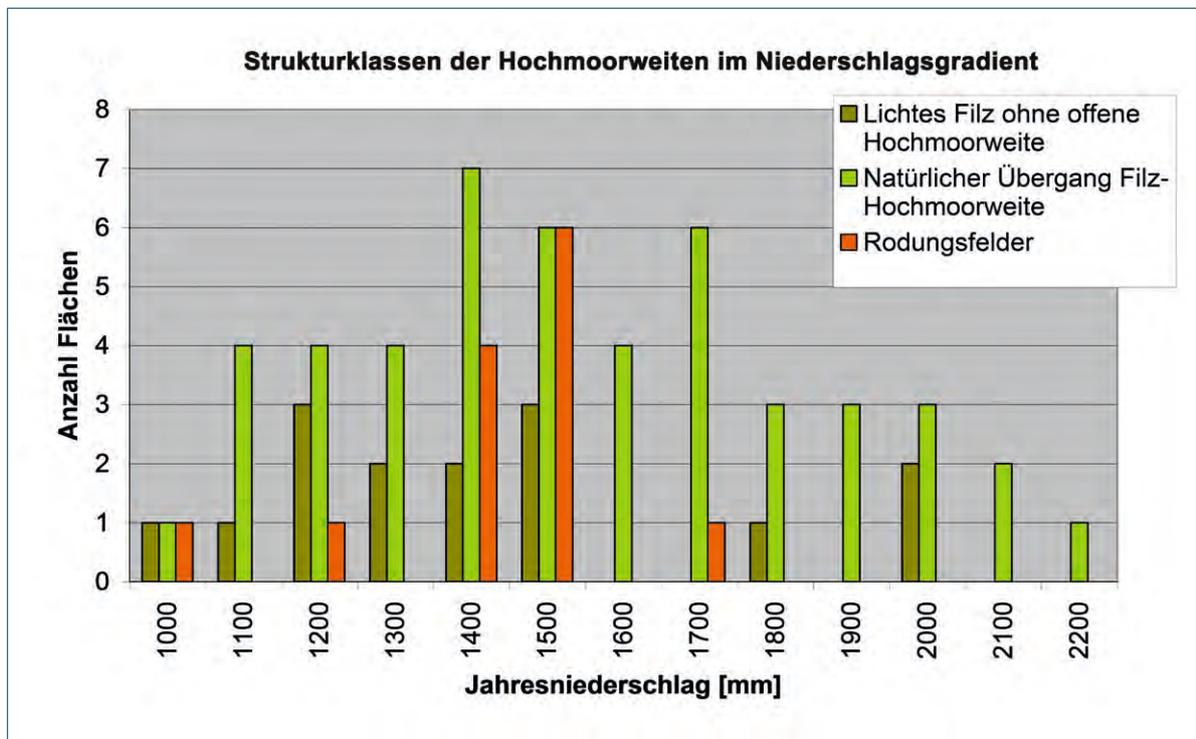


Abb. 25: Halboffene Spirkenfilze, naturnahe Hochmoorweiten und gerodete Moorweiten im Niederschlagsgradienten

Die Auswertung der Moorweiten Abb. 25 lässt sich wie folgt interpretieren:

- In der Klimazone unter 1.050 mm/a kommen keine natürlichen oder naturnahen Moorweiten mit Moorwachstum vor, jedoch immerhin lichte Filze (Bergkiefernmoorwälder).

- Unter 1.000 mm/a verheiden natürliche Moorweiden, die 1974 noch Wachstumskomplexe trugen mit Hochmoorheiden; hier wurden in den vergangenen 40 Jahren auch natürliche, damals offene Moorweiden mit Birken besiedelt (Beispiel: Gröbelmoos, 7932-03-X).
- In der noch sehr trockenen Zone zwischen 1.050 bis 1.150 mm/a kommen nebeneinander naturnah aufgebaute Hochmoorweiden und Rodungsflächen vor (die Moore von Abb. 32 und Abb. 33 liegen nebeneinander). Dies zeigt, dass geschlossene Torfmoosdecken in Wachstumskomplexen zumindest unter derzeitigen Bedingungen (50–100 Jahre) nur sehr langsam mit Latschen oder Spirken zuwachsen.

Bei Niederschlägen oberhalb 1.400 mm/a wurde beobachtet, dass alte Bäume aufgrund von Vernäsung absterben. Beispiele: 8334-08-A Auer Filz bei Schönrain, Waldkiefern (1.495 mm/a), 8136-03-A Moore südlich Irschenberg bei Obermoos.

Nachdem offene Moorweiden zumindest teilweise Überreste einer alten Nutzung sind, sollte versucht werden sie wieder in Nutzungen einzubinden. Insbesondere bei minerotrophen Mooren ist Beweidung eine traditionelle Möglichkeit, Gehölzaufwuchs zu begrenzen.

Noch wird der sukzessionsbedingte Rückgang an offenen und halboffenen alten Hochmoorwachstumskomplexen durch die Renaturierung von Mooren kompensiert. Es muss aber rechtzeitig über Maßnahmen zur Offenhaltung nachgedacht werden, denn viele der offenen Moorweiden sind sekundär.

Die Frage, was ist natürlich und was ist sekundär, lässt sich also nur pragmatisch definieren, indem man Zeitschnitte festlegt.

Wir gehen, wie in Abb. 25 illustriert, davon aus, dass es sowohl natürliche (zumindest seit einem Jahrhundert kaum beeinflusst) als auch sekundäre Moorweiden nebeneinander gibt (Schwerpunkt der Rodungen 1945–1960). Rodungsfelder gibt es in allen Niederschlagszonen, über 1.400 mm überwiegen jedoch natürliche Hochmoorweiden.

3 Entwicklung im Untersuchungszeitraum 1970 – 2010

3.1 Hochmoorweiden (Wachstumskomplexe und deren Degradationsstadien)

Eine der Schlüsselfragen für dieses Kapitel ist: Wo sind Hochmoorweiden natürlich bzw. wo sind sie stabil und was ist ihre natürliche Vegetation an der man sie erkennt? Die Beantwortung dieser Frage ist für die Bewertung der Hochmoorentwicklung der letzten 40 Jahre, für die Prognose zukünftiger Entwicklungen und für die Ableitung von Managementzielen für Hochmoore eine wichtige Voraussetzung. Trotz ihrer zentralen Bedeutung lässt sie sich nicht endgültig beantworten, dies wurde in Kapitel 2 dokumentiert, denn wie dargestellt, veränderten sich unsere Hochmoore durch natürliche Klimaschwankungen und durch menschliche Eingriffe selbst in den letzten zwei Jahrhunderten, manchmal kontinuierlich, manchmal auch sprunghaft. Im Anhang werden die Kartierungseinheiten dokumentiert, die in beiden Kartierungszeiträumen verwendet wurden. Bei künftigen Wiederholungen kann also auf eine nachvollziehbare Datenbasis zurückgegriffen werden.

3.1.1 Überblick

Abb. 26 zeigt die Entwicklung offener, gestörter und naturnaher Hochmoorflächen zwischen den beiden Kartierungsperioden. Die Hochmoorkolke mit Schwinggrasen sind in der Grafik mit erfasst da sie in die Hochmoorweiten eingebettet sind. Die Zeile „Kartierung 1970“ zeigt in Hektar die in der Erstkartierung erfasste Flächen des jeweiligen Typs, die Säulen in Prozent die Entwicklung bis zur Wiederholungskartierung. Die Gesamtfläche an jetzt wachsendem Hochmoor ergibt sich aus der stabil gebliebenen Fläche und der Regeneration aus Moorheiden und Stillstandskomplexen.

Hochmoorwachstumskomplexe

Die 1969–1973 kartierten Hochmoorwachstumskomplexe blieben weitgehend und auf großer Fläche stabil (580 ha). In der Summe haben sich ca. 500 ha aus Heiden und Stillstandskomplexen neu entwickelt. Besonders erfreulich ist diese Regeneration im Isarbecken, wo Regenerationsmaßnahmen sehr erfolgreich waren. Demgegenüber sind kleine Flächen im trockenen Nordrand der Moorregion (Ettersschlag und Irschenhausen), ohne dass Maßnahmen erkennbar sind, trockener geworden und verheidet (8 ha). Hier kommt das Hochmoorwachstum unter natürlichen Bedingungen jetzt an seine klimatische Grenze.

Moorheiden und Stillstandskomplexe

Moorheiden haben sich etwa zur Hälfte zu Wachstumskomplexen entwickelt. Stillstandskomplexe, wie sie 1970 dokumentiert wurden, kommen aktuell nicht mehr vor. Sie wurden entweder zu Wachstumskomplexen mit überwiegendem Torfmoosanteil (> 50 %, Regeneration) oder gingen in Moorheide über, die nach unserem Kartierungsschlüssel deutlich weniger als 50 % Torfmoosdeckung besitzt. Somit besitzen auch die ehemaligen Stillstandskomplexe, die noch nicht Wachstumskomplexe geworden sind, und die heute noch vorhandenen Moorheiden einen nicht zu vernachlässigenden Torfmoosanteil.

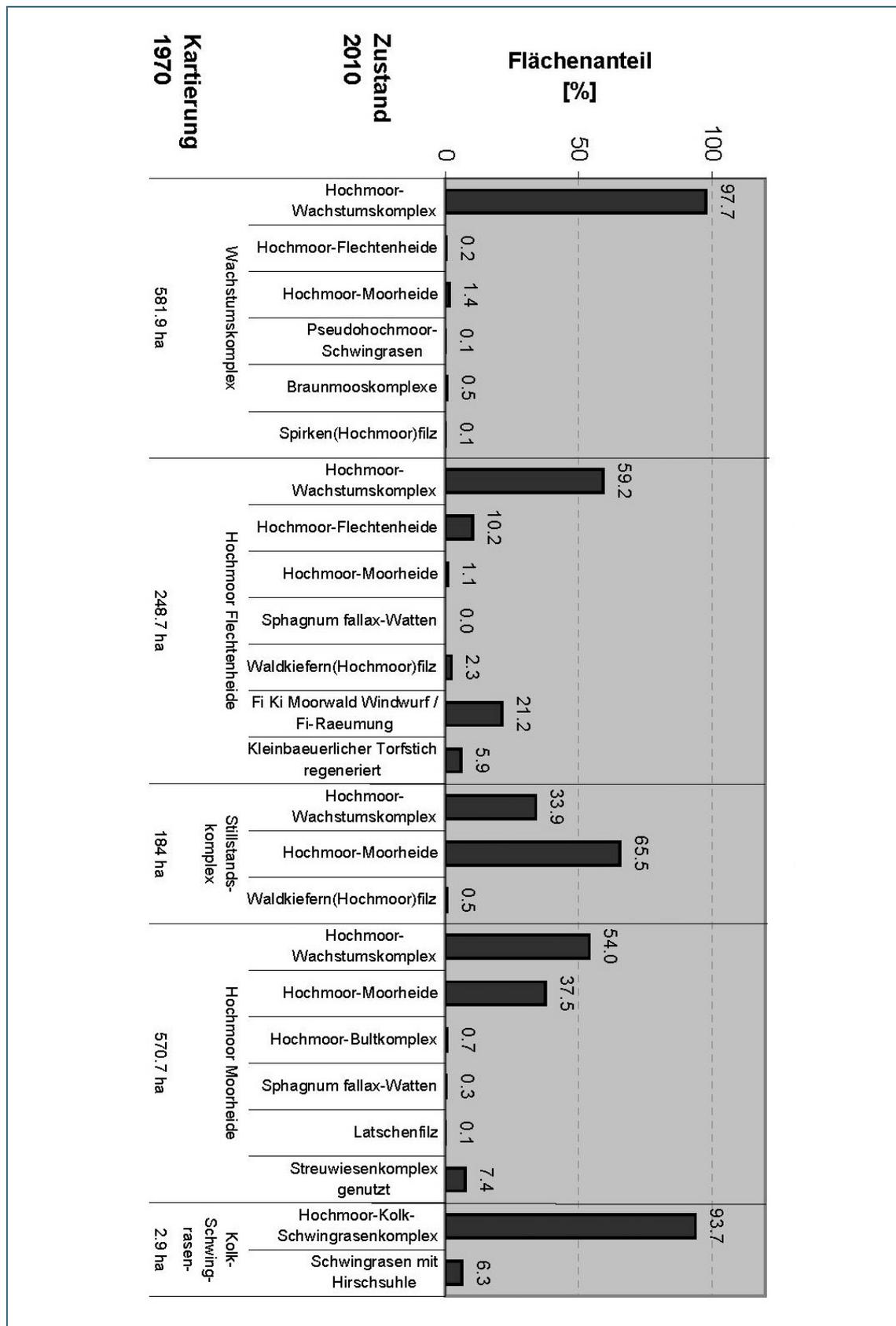


Abb. 26: Flächenentwicklung der Vegetationskomplexe der offenen Hochmoor-Hochflächen (Wachstumskomplexe und deren Degradationsstadien) im gesamten Voralpenraum (ohne Gebirgsraum), 1970 steht für den Kartierungszeitraum 1969–1973, 2010 für die Wiederholungskartierung ab 2010.

3.1.2 Vergleich zwischen den Naturraumgruppen (Ost-West-Gradient)

Vergleicht man die Naturraumgruppen Chiemgau, Ammer-Loisach-Hügelland und Allgäu so sind die Tendenzen (Abb. 26), ausgedrückt in Prozent, ähnlich (Abb. 27). Geht man jedoch von den absoluten Zahlen (ha im Ausgangszustand 1970) aus, so werden Unterschiede deutlich.

Im **Chiemgau** sind wegen des wärmeren Klimas insgesamt weniger Hochmoorflächen offen und sie sind stärker zerstört, denn hier lag auch die Moorversuchsstation (Bernau/ Chiemsee), die einen gewissen Kultivierungsdruck erzeugte.

Nur im Chiemgau und im Ammer-Loisach-Hügelland sind am Nordrand Hochmoorwachstumskomplexe ohne menschlichen Einfluss zu Hochmoorheiden degradiert. Es handelt sich zwar nur um 8 ha, aber sie markieren eine Grenze die für die möglichen Szenarien wichtig ist. Die eiszeitlichen Vorlandgletscher haben hier die Becken tiefer ausgeschürft und stießen weiter nach Norden vor. Die nördlichen Ränder der Hochmoorzone sind deutlich trockener und wärmer als der Nordrand des Allgäuer Hügellandes, das zwischen dem tiefen Rheingletscherbecken und dem Isar-Loisach-Gletscher deutlich höher liegt.

Im Chiemgau waren von 330 ha offener Moorweiten nur noch 60 ha naturnah mit Wachstumskomplexen bedeckt. Im Ammer-Loisach-Hügelland, von 1.170 ha ca. 470 ha, also 1/3 und im Allgäu, der Spirkenfilzregion waren von nur 90 ha offenen Moorweiten 50 ha naturnah, also mehr als die Hälfte.

Der hohe Anteil kultivierter Moore im **Chiemgau** liegt an den großen Beckenmooren, die sich lohnend industriell abbauen und kultivieren ließen, gefördert durch die zentral liegende staatliche Moorversuchsstation. In dieses Bild passt auch, dass im Chiemgau in keinem echten Hochmoor auch nur teilweise eine vollständige Zonierung: Moorweite, oberes und unteres Randgehänge, Randlagg erhalten ist; auch in den Sterntalerfilzen (Rosenheimer Stammbeckenmoore) fehlt der natürliche Lagg.

Im **Ammer-Loisach-Hügelland** gibt es nur bei Königsdorf und südlich vom Starnberger See bei Seeshaupt sehr große Moore, die abgebaut wurden, das Murnauer Moos wurde rechtzeitig geschützt. Das Haspelmoor liegt außerhalb der Jungendmoränengrenze und ist im Ausgangszustand in der Fläche nicht mit erfasst.

Die geringe Fläche an intakten oder nur vorentwässerten offenen Moorweiten im **Allgäu** lässt sich nicht mit dem hohen Niederschlag und der Moorgenese erklären. Mit Ausnahme der Beckenmoore bei Schongau liegen die Moore in geneigtem, zum Teil terrassiertem Gelände. Es sind Hangmoore, die aufgrund des hohen Niederschlags auf Lehmuntergrund entstehen konnten. Die großen Moore im Kemptener Wald sind relativ jung und noch kaum aus dem Mineralbodenwasser-Einfluss herausgewachsen (vergl. PAUL UND RUOFF 1932). Hier herrschen minerotrophe Filze vor, die Moorweiten sind sekundär durch Hirsch-Beweidung und -Fegen entstanden und erhalten. Kleine und mittlere Hochmoore sind im Allgäu jedoch teilweise sogar noch fast komplett erhalten (Abb. 18 und Abb. 19).

Kolkkomplexe mit Schwingrasen kommen erfassungsbedingt nur im **Ammer-Loisach-Hügelland** (Kläperfilz, Wildmoos) und in den **Gebirgsmooren** vor. Letztere sind in den Diagrammen nicht enthalten. Im Vorland sind Kolke mit Schwingrasen entweder so klein, dass sie im Kartierungsmaßstab nicht erfasst werden können oder die Moorseen sind so groß, dass die Schwingrasen als Saum an der Wasserfläche des Sees erfasst werden (Sindelsbachfilze, Schwarzseemoor im Murnauer Moos, Schwarze Gumpe in der Eggstätt-Hemhofer Seenplatte).

Es gibt nur noch wenige kleine vollständige und „idealtypisch“ zonierte Hochmoore. Diese liegen im Allgäu und im Isar-Loisach Hügelland.

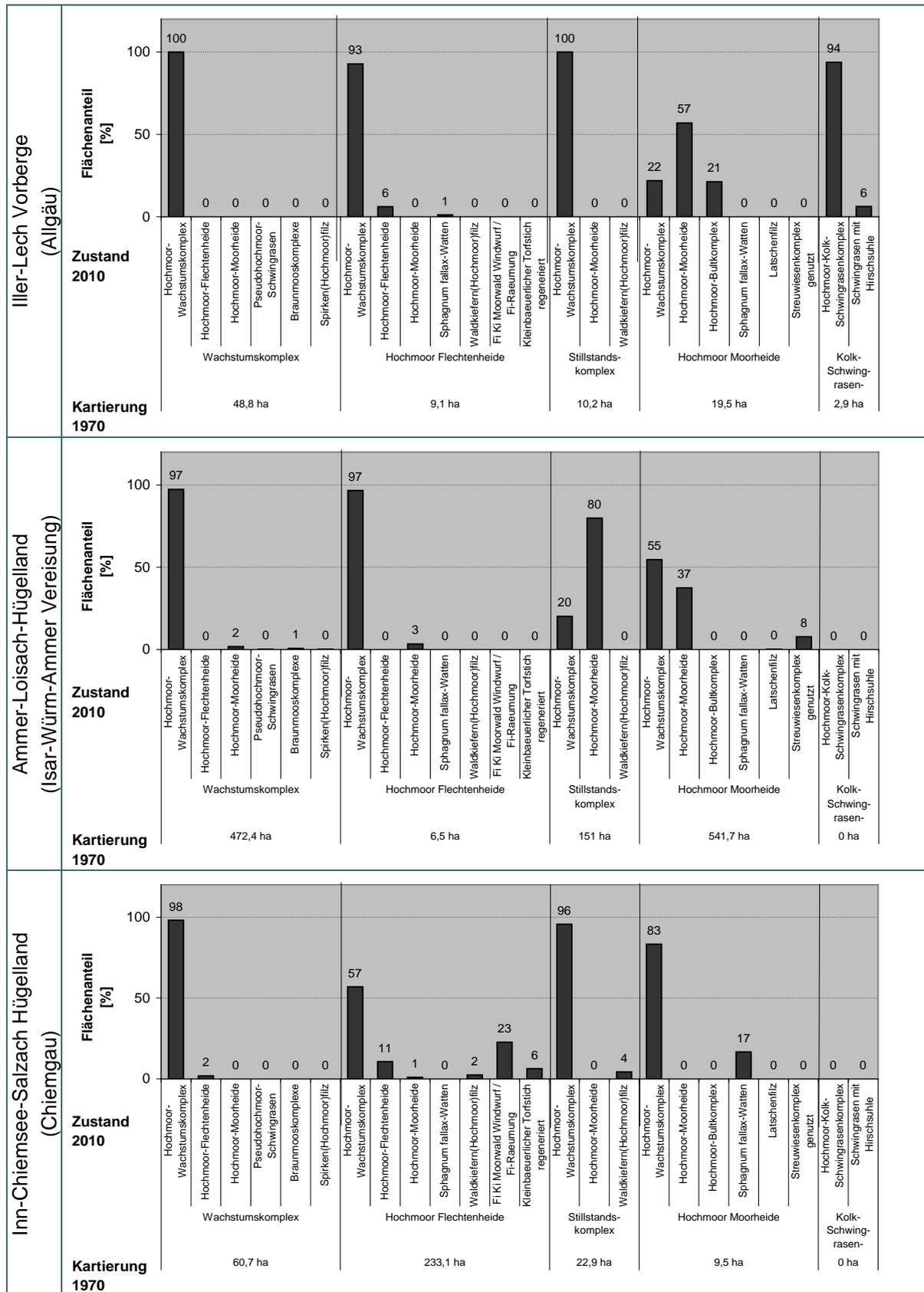


Abb. 27: Entwicklung der Vegetation in den offenen Moorweiden in den drei Naturraumgruppen zwischen 1970 und 2013

3.1.3 Heiden auf (Rest-)Hochmoorflächen im Niederschlagsgradienten

Die Gegenüberstellung der Hauptvegetationstypen 1969/1972 und 2010/13 in Abb. 28 zeigt, dass die ehemals vollständig verheideten und gestörten, vorentwässerten aber nicht abgebauten, Hochmoorflächen jetzt überwiegend mit wachsender Hochmoorvegetation regeneriert sind. Allerdings deutet die geringe Regenerationsrate (50 %) im trockeneren Chiemgau an, dass klimatische Einflüsse für den Erfolg einer Regeneration zumindest mit ausschlaggebend sind.

Auf Basis der Merkmale (Kapitel 1.5) von 60 gestörten und verheideten Hochmoorflächen, die in KAU-LE (1974) dokumentiert und 2010–2013 vergleichend untersucht wurden, wird die Regeneration im Klimagradienten (Abb. 29) dargestellt. Die Abbildung stellt die Veränderung der torfbildenden Vegetation zusätzlich in den Kontext der spezifischen Situation der Flächen (Morphologie, Gräben, Drainage und Renaturierungsmaßnahmen), diese Merkmale sind in den Zeilen unter den Moornummern dokumentiert.

Im „trockeneren“ Bereich unter 1.050 mm Jahresniederschlag ist der Flächenanteil torfbildender Vegetation gering. Im Übergangsbereich bis 1.300 mm ist die Streuung sehr breit, ab 1.300 mm sind heute hohe Flächenanteile torfbildender Vegetation zu verzeichnen. Ausnahmen stellen Moore dar, die in ihrem Ausgangszustand sehr stark durch ein dichtes Kanalentwässerungsnetz beeinflusst sind.

Im Detail stellt sich das wie folgt dar:

Unter 1.000 mm Jahresniederschlag wurde keine Regeneration beobachtet. Trotz geringer Stichprobenanzahl (3) dürfen hier selbst bei Maßnahmen ohne Anstau keine großen Erwartungen aufgebaut werden.

Zwischen 1.000 und 1.300 mm sind die Veränderungen der torfbildenden Vegetation heterogen. Die Hochmoorregeneration verläuft deutlich langsamer als bei höheren Niederschlägen und ist stark von guten Startbedingungen abhängig: In größeren Hochflächen ohne lateralen Abfluss regenerieren die Moore gut. Beispiele hierfür sind: Münsinger Filz (8134-03-X), Hintermoos (8138-03-B), Breitfilz (8332-10-D), Bruckmoos (8328-01-X), Ohlstädter Filz (8332-07-D).

Das Vorhandensein von viel torfbildender Vegetation bereits um 1970 ist ebenfalls förderlich (Abdeckerfilze, 8338-02-D). Noch aktive Schlitzgräben wirken in diesem Niederschlagsbereich sehr deutlich und auch kleinere Hochmoorweiten mit stark wirkender randlicher Drainage können nur mit aktiven und effektiven Rückstaumaßnahmen regenerieren. Beispiele: Weitfilz Peiting (8330-01-X), Weidfilz (8132-12-A), Schechenfilz (8132-12-B), Sackfilz (8332-10-C). Eine sehr deutliche Regeneration erfolgt bei umfassenden Renaturierungsmaßnahmen (Schlitzgräbensschließung kombiniert mit Rückstau von Sammlern). Beispiele: Bernrieder Filz (8132-08-X), Obereglinger Filz (8134-08-A), Nördliche Chiemseemoore (8140-03-C).

Ab 1.300 mm ist eine regelmäßige starke Zunahme torfbildender Vegetation zwischen 1970 und 2010/13 zu verzeichnen.

Es gibt in der Abbildung jedoch auch Abweichungen. Die schwache Entwicklung torfbildender Vegetation bei hohen Niederschlägen lässt sich oft mit schwerwiegenden Eingriffen in den Wasserhaushalt der Moore begründen: Sehr tiefe Gräben können sogar noch bei sehr hohen Niederschlägen um 1.600 mm Regeneration verhindern (Allgauer Filz, 8334-01-B, Abb. 29) auch (noch) gut funktionierende Schlitzgräben können diese Wirkung haben (Loisachfilz, 8334-07-E). Gleiches gilt für die kleinen Torfrücken zwischen tiefen Torfstichen (Winklfilzen nördlich Sachsenkam, 8134-12-D).

Es gibt in der Niederschlagszone unter 1.100 mm/a auch Beispiele, in denen die natürlichen Wachstumskomplexe ohne erkennbare menschliche Eingriffe zurückgingen.

Während auf einer in den letzten 40 Jahren nicht beeinflussten Fläche im Frauenöder Filz (8138-01-B) die torfbildende Vegetation zurückging (1.050 mm Jahresniederschlag), so wurde im gleichen Moor-gebiet im Teil Jägerwald eine Zunahme torfbildender Vegetation verzeichnet, was auf umfassende Rückstaumaßnahmen zurückzuführen ist.

Das gleiche wurde im Wildmoos nördlich Etterschlag (7932-02) beobachtet, eine Teilfläche zwischen Torfstichen trocknet so stark aus, dass die Wachstumskomplexe erloschen, während auf einer zweiten Fläche mit Rückstau die Heide durch Torfmoosbulte ersetzt wurde.

Im NSG westlich Gilching (NSG Görbelmoos) und im Schluifelder Moos (7932-01) nördlich vom Wörthsee verheideten ehemals gut ausgebildete Wachstumskomplexe. Dies dokumentiert, dass hier ohne zusätzliche Wasserzufuhr in dieser Niederschlagszone keine Regeneration von Wachstumskomplexen erwartet werden kann.

Im Murner Filz (7938-04-A) erfolgte in dieser Niederschlagszone eine Regeneration durch Rückstau und Schließung von Schlitzgräben. Das Wasserdefizit des Niederschlags wurde durch Zufluss von höheren Moorpartien ausgeglichen oder überkompensiert.

In allen Klimazonen ist Schlitzgrabenstau mit Rückstaumaßnahmen in der Regel erfolgreich (mögliche Maßnahmenbündel siehe BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2010): Moorrenaturierung kompakt – Handlungsschlüssel für die Praxis). Darüber hinaus sind – auch aufwendige – Maßnahmen bei Niederschlägen unter 1.300 mm/a dringlich, da hier der natürliche Grabenschluss durch die Moorsukzession langsamer ist als bei höheren Niederschlägen.

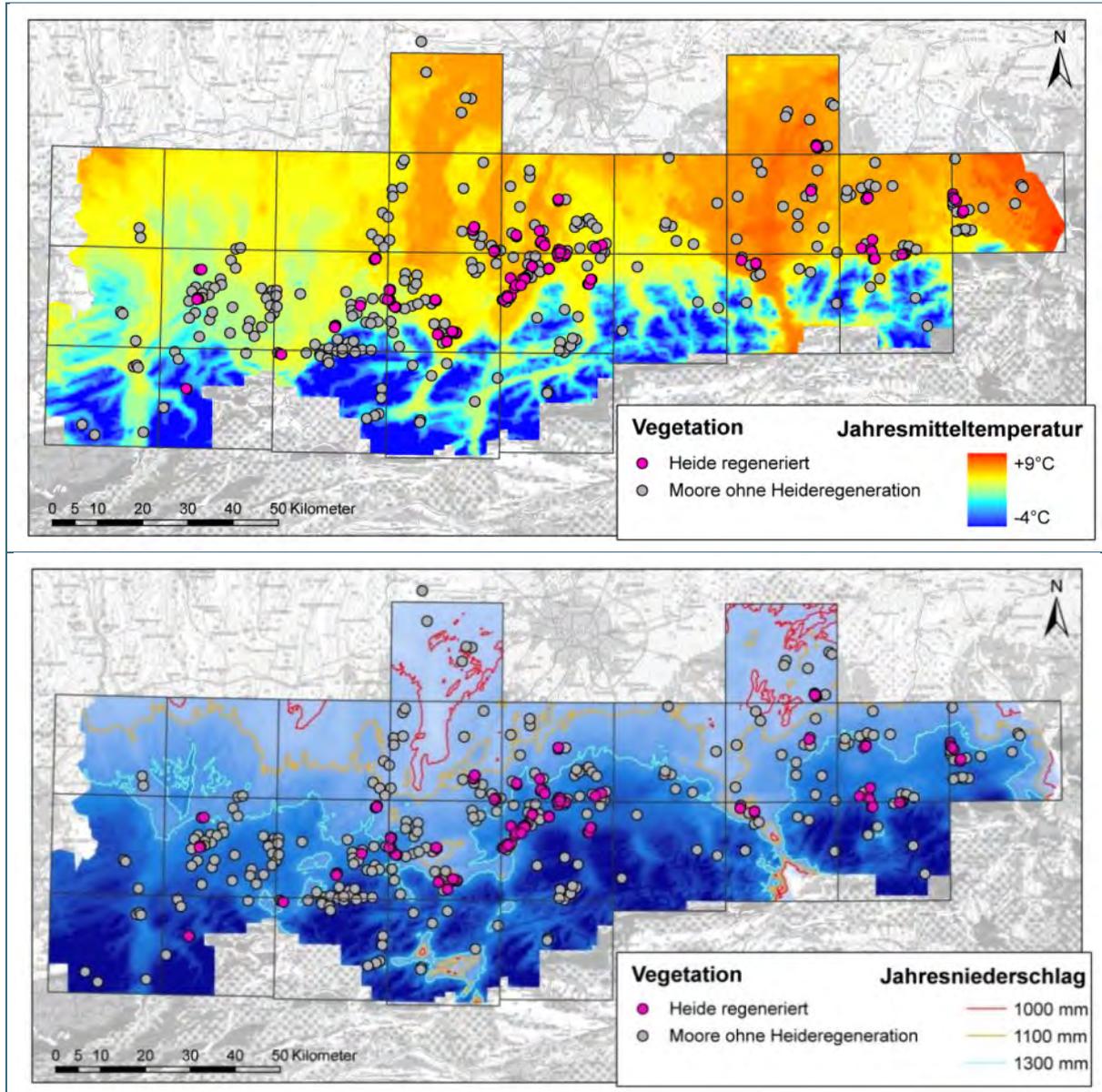


Abb. 28: Regeneration von Hochmoorheiden im Klimagradienten des bayerischen Voralpenraums. Regeneration von Torfmooswachstum in Hochmoorheiden (Vegetationstypen 1.2, 1.3, 1.4 entwickelt zu 1.1, 3.1, 3.2). Zusätzlich dargestellt sind die kartierten TK-50-Quadranten, graue Punkte zeigen Moore ohne Heideregeneration an, zu denen hier auch stabil gebliebene Wachstumskomplexe und *Sphagnum*-reiche Filze zählen. Oben: Regeneration im Temperaturgradient (Jahresmitteltemperatur 1°C-Isolinien). Die Jahresdurchschnittstemperatur im Untersuchungsgebiet schwankt zwischen 5 °C und 8 °C. Unten: Regeneration im Niederschlagsgradient (Jahresniederschlagssumme mit 100 mm-Isolinien). Der Jahresniederschlag liegt zwischen 1.000 und 1.900 mm/a. Die verwendeten Klimarasterdaten besitzen den Bezugszeitraum 1971 bis 2000 und wurden aufbereitet als Gemeinschaftsprojekt des Deutschen Wetterdienstes, Abteilung Agrarmeteorologie, des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

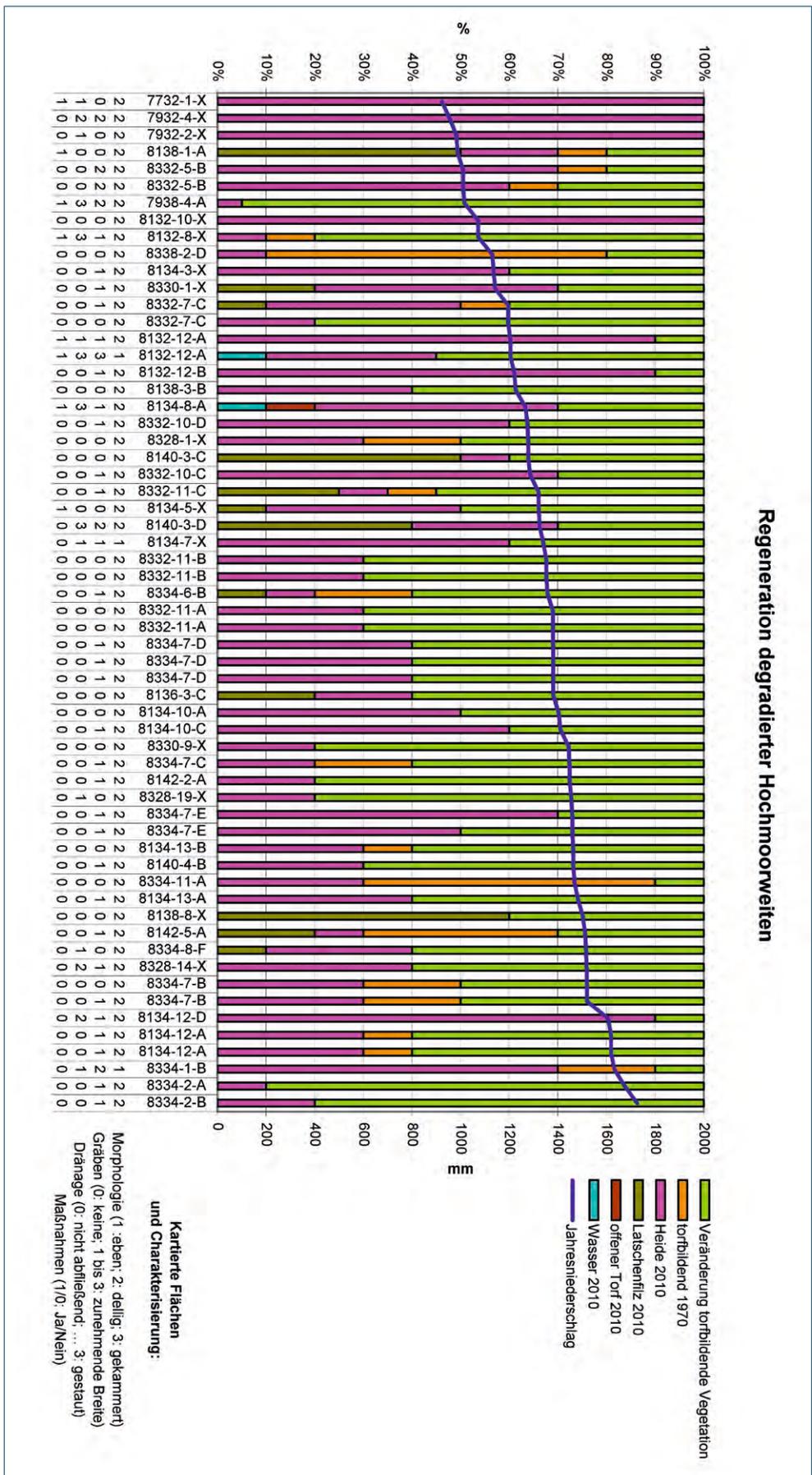


Abb. 29: Regeneration der degradierteren Hochmoorweiden, ausgedrückt als Veränderung des Flächenanteils torfbildender Vegetation, in den vergangenen 30 Jahren (hellgrün) zusätzlich zum Anteil schon 1970 vorhandener torfbildender Vegetation (hellbraun). Hochmoorrieden und Stillstandskomplexe, Moore deren Vegetation 1969/72 als natürlich eingestuft wurden sind in dieser Auswertung nicht enthalten. Die ergänzenden Flächenanteile von heute (noch) vorhandenem offenem Torf, von Heide, Latschenflitz und Wasserflächen beschreiben die kartierten Flächen zu 100 %. Die Codierung der kartierten Flächen erfolgt durch eine ID aus TK50-Blattnummer und Moor-Nr. nach KAULE & PERINGER (2011). Die Merkmale Morphologie, Gräben, Dränage, Maßnahmen sind in Tab. 1 erläutert.



Abb. 30: Murner Filz, Blatt Wasserburg, 7938-04, DSC_6360.JPG: Regenerationsfläche, die alten Schlitzgräben sind noch schwach erkennbar (1.000 mm N/a).



Abb. 31: Dichtes und sehr tiefes kanalartiges Grabennetz im Allgauer Filz, 1.650 mm N/a (8334-01-B, DSC06252.JPG). Bislang ist keine signifikante Regeneration mit Hochmoorwachstumskomplexen zu verzeichnen, wie sie in benachbarten, klimatisch vergleichbar gelegenen Mooren mit verfallenen Schlitzgräben zu beobachten ist.

3.1.4 Entwicklungen bei unterschiedlicher Startvegetation

Die Vegetation auf gestörten Hochmoorflächen, die zum Zeitpunkt der Erstaufnahme vorlag, war nicht ausnahmslos für den Naturschutz wertlos. Hochmoorfalter, Kreuzotter und zahlreiche Flechten sind an trockene Moorflächen angepasst. Es ist daher naturschutzfachlich auch von Interesse zu dokumentieren, was verloren ging.

Abb. 32 bis Abb. 34 zeigen die Entwicklung von gestörten Hochmoorflächen zu Hochmoorwachstumskomplexen auf Moorweiten zwischen Erstaufnahme und Wiederholungskartierung bei unterschiedlicher „Startvegetation“. Abb. 32 stellt stabil gebliebene Wachstumskomplexe und regenerierte Wachstumskomplexe aus allen damals vorkommenden Heidetypen dar. Der braune Kreis mit gelbem Auge zeigt die Moore, die in den abgelaufenen 40 Jahren stabil geblieben sind. Der Schwerpunkt gut erhaltener Moore mit „alten“ Wachstumskomplexen liegt nördlich vom Ammergebirge, also in einer Zone mit hohen Niederschlägen. Durch Sukzession neu entwickelte Wachstumskomplexe sind die kleinen gelben Punkte. Sie entstanden vorwiegend aus Hochmoorheiden und Stillstandskomplexen.

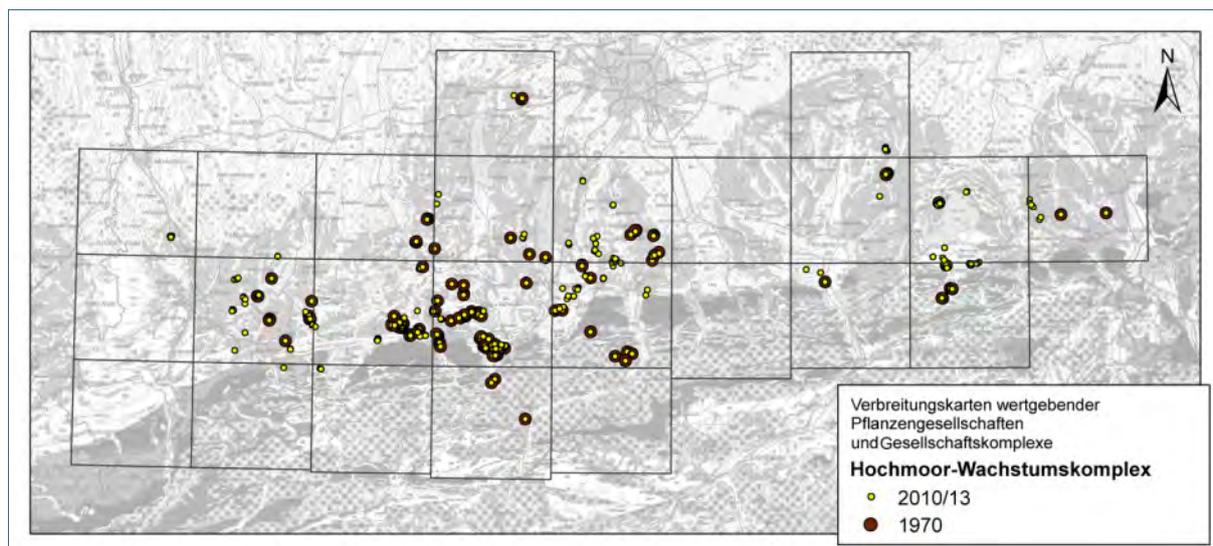


Abb. 32: Entwicklung der Hochmoorwachstumskomplexe im Zeitraum 1970 bis 2010/13

Abb. 33 zeigt stabil gebliebene Heiden (kleiner gelber Punkt) und Heiden, die seit 1970 in Wachstumskomplexe übergegangen sind (großer roter Punkt mit gelbem Auge). Es wird deutlich, dass die Regeneration niederschlagsabhängig verlief, am Alpenrand sind die meisten Flächen regeneriert, weiter nördlich und in den Föhntälern sind noch mehr rezente Heiden vorhanden. Die Entwicklung verläuft hier, auch bei Unterstützung durch Naturschutzprojekte langsamer.

Als Hochmoorheiden kartierte Flächen stellen das stärkste Degradationsstadium von Wachstumskomplexen durch Entwässerung dar. In ihnen fehlen Reste der wachsenden Hochmoorvegetation fast vollständig und Flechten sowie Moose der trockenen Bulte sind ebenfalls nur sporadisch vorhanden.

In Hochmoorflechtenheiden ist die Diversität an Flechten und Moosen trockener Moore hoch, die Strukturdiversität im Vergleich zum Stillstandskomplex jedoch geringer. Im Wesentlichen fehlen dort die Schlenken- und Bultarten oder sind extrem selten, wie auch die Torfmoose trockener Hochmoorflächen (*Sphagnum acutifolium*, *Sphagnum fuscum*).

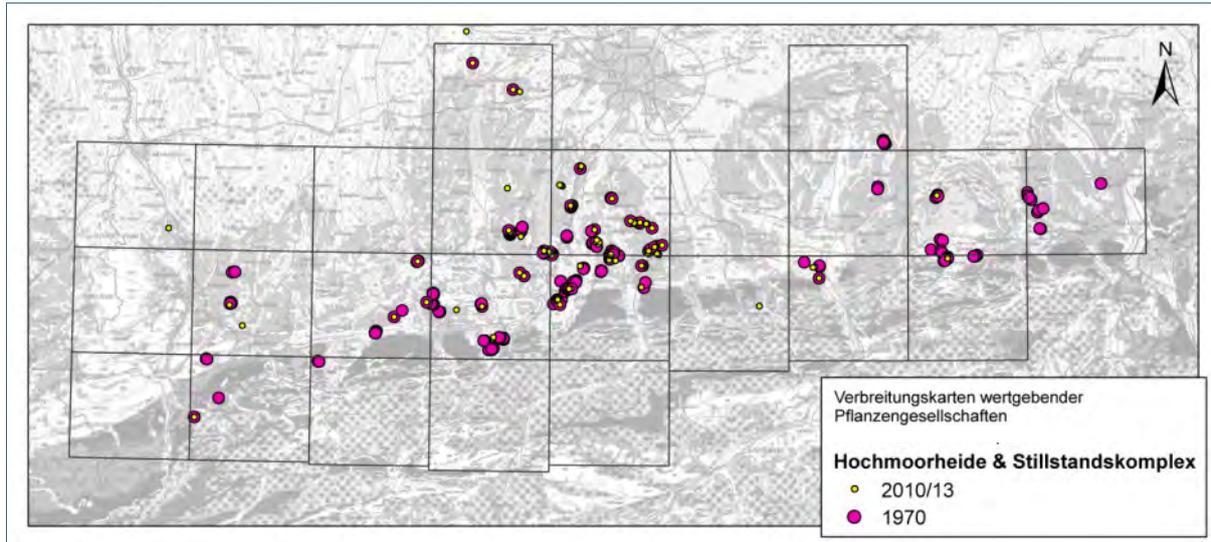


Abb. 33: Entwicklung der Hochmoorheiden (inkl. Flechtenheiden und Stillstandskomplexen) im Zeitraum 1970 bis 2010/13.

Die Vegetation der Stillstandskomplexe trägt zwar kaum noch zur Torfbildung eines Hochmoores bei, dafür ist im Stillstandskomplex die Artendiversität sehr hoch. Die Entwicklung dieser Bestände zwischen 1970 und 2010/13 zeigt Abb. 34. Reine Wachstumskomplexe sind artenarm, da hier Schlenken und sehr trockene Bulte weitgehend fehlen. Reine Heiden zeichnen sich durch die Dominanz weniger Arten aus. Auffällig ist im Stillstandskomplex das Durcheinander von trockenen Bulten und Schlenken. Auf den Bulten dominieren Heidekraut und Flechten, *Sphagnum acutifolium* kommt gegenüber den anderen Bulttorfmoosen sehr zahlreich vor. Auf nacktem Torf bilden sich Lebermoosüberzüge und in nassen Senken kommen Torfmoose der *Sphagnum recurvum*-Gruppe vor. Sie unterscheiden sich jedoch ganz wesentlich von den Schlenken der wachsenden Moore. Neben einem verhältnismäßig hohen Anteil an Bultarten kommen nur *Rhynchospora alba* und *Sphagnum cuspidatum* von den Schlenkenarten häufig vor. Die lebenden Schlenkentorfmoose zeigen keinerlei Übergänge zu Weißtorf, sie schwimmen in den Mulden beinahe direkt auf festem braunschwarzem Torf. In den Flechtenheiden ist der Anteil an Schlenken gegenüber den Stillstandskomplexen sehr gering.

Generell sind Hochmoor-Flechtenheiden und -Stillstandskomplexe sehr stark zurückgegangen (Abb. 34). Es gibt keine eindeutigen Schwerpunkte, dort wo 1974 zahlreiche kartiert wurden sind auch entsprechend viele zurückgegangen, es gibt auch keinen Nord-Süd-Gradienten. Das deutet auf eine weitere Ursache hin, z. B. die Luftverschmutzung ausgehend von Güllewiesen. Diese Gruppe der Strauchflechten kommt auch so gut wie nicht mehr in trockenen Bulten, die in Wachstumskomplexen eingestreut sind vor, ebenso wenig in lichten trockenen Hochmoor-Kiefernwäldern.

Das Erlöschen oder der Rückgang an Stillstandskomplexen und Flechtenheiden soll nun keineswegs durch „Pfleßmaßnahmen“ gestoppt oder rückgängig gemacht werden. Die Auswertung zeigt aber, dass für den Erhalt der komplexen Moorökosysteme nicht jede kleine Fläche mit trockener Vegetation vernässt werden sollte. Der Rückgang der Flechten ist aber ein Signal, den Eintrag über den Luftpfad zu verringern.

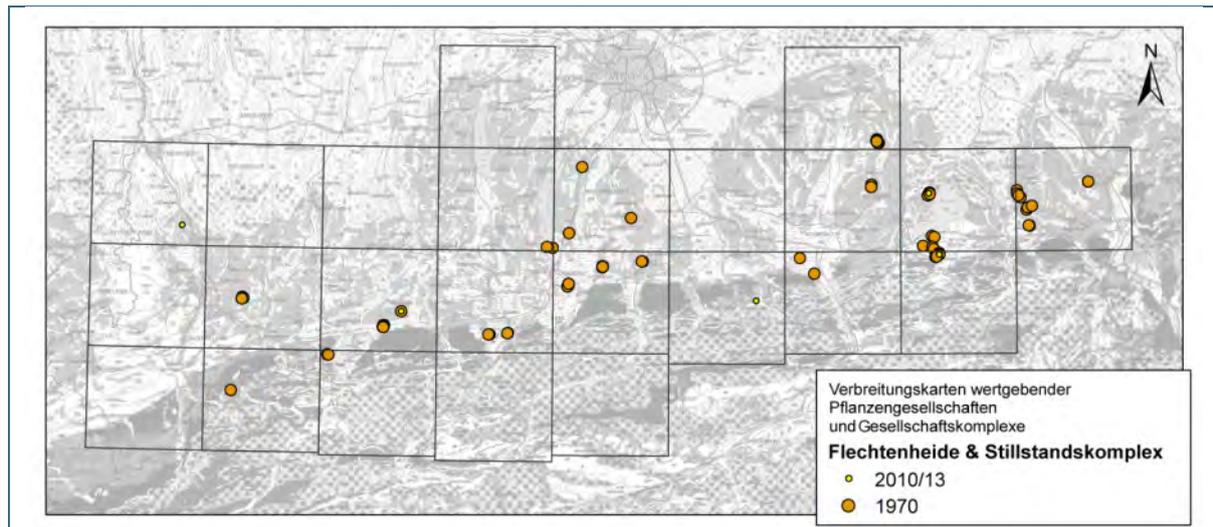


Abb. 34: Entwicklung der Flechtenheiden und Stillstandskomplexe im Zeitraum 1970 bis 2010/13. Alle braunen großen Punkte sind erloschen (jetzt Wachstumskomplexe oder artenarme Heiden), die braunen Punkte mit gelbem Auge zeigen die wenigen noch erhaltenen Moore mit Strauchflechten.

Für den Arten- und Biotopschutz, ist es daher auch wichtig zu wissen, ob und wo von den ehemals artenreichen trockenen Moorkomplexen noch Flächen erhalten sind. Hier ist eine Überlagerung mit dem Vorkommen von wertgebenden Arten erforderlich (Falter, Reptilien, Strauchflechten).

3.1.5 Birkenaufwuchs in (gestörten) Hochmooren im Klimagradienten

Die schnelle und dichte Etablierung von Birken in entwässerten Hochmooren ist ein generelles Problem der Hochmoorregeneration. Im 18. Jahrhundert waren Birken und Fichten das Ziel einer wirtschaftlichen Moornutzung (HOFMANN 1907, v. LEININGEN 1907). Heute sind Birken ein Problem in vielen Moorrenaturierungsprojekten. BRETSCHNEIDER (2012, S. 137 ff) fasst dies für die Hochmoorreste in Schleswig-Holstein zusammen. Wichtigste Aussage in unserem Zusammenhang ist, dass die Rodung von Birken ohne Wiedervernässung bis zur Bodenoberfläche erfolglos blieb. BRETSCHNEIDER macht auch deutlich, dass Birken in naturnahen minerotropen Moorwäldern ein Bestandteil der „Zielvegetation“ sind, Rodungspläne also sorgfältig und differenziert überprüft werden müssen; dies sehen wir aufgrund unserer Ergebnisse auch so.

Die Abb. 35 zeigt in Hochmoorweiten und Torfstichsohlen eine Abnahme des Birkenanflugs mit steigendem Niederschlag. Es handelt sich überwiegend um Moorbirken, jedoch wurden in manchen Mooren auch ältere Sandbirken beobachten (Attenloher Filze, 8334-02).

Eine regelmäßige und starke Etablierung von Birken kommt auf gestörten Hochmoorweiten nur bei Niederschlägen unter 1.200 mm/a vor. Hier ist das Wachstum mittel bis hoch. Geringe Etablierung und geringes Wachstum kommt bei niedrigen Niederschlägen nur auf trockenen Torfkörpern (Haspelmoor (7732-01-X; 923 mm/a) und Wildmoos bei Etterschlag (7932-02-X; 983 mm/a)) vor. Im Jägerwald (8138-01-A; 988 mm/a) sind die Samenbäume sehr weit entfernt von der Vergleichsfläche. Im Frauenöder Filz (8138-01-B; 1.058 mm/a) sind Samenbäume sehr selten.

In beiden Mooren sind die Latschen darüber hinaus ziemlich dicht und dürften eine deutliche Konkurrenz für Birkenkeimlinge sein. Im Tannenbachfilz (8332-05-B; 1.010 mm/a) liegt die 1970 und 2013 vergleichend untersuchte Fläche im Moorzentrum mit einem sehr gut regenerierten Torfmooswachstum. In den randlichen Flächen mit noch aktiven Schlitzgräben ist die Etablierung von dagegen Birken hoch.

Daraus lässt sich schließen, dass bei deutlichem Torfmooswachstum und einer geschlossenen Moos- und Krautschicht die Birke geringe Chancen zur Ansiedlung hat. Umgekehrt sind in Gebieten unter 1.150 mm Jahresniederschlag Rodungsmaßnahmen von Birken ohne Rückstau erfolglos geblieben: Die Birken regenerieren aus Stockausschlägen und Samen innerhalb weniger Jahre (z. B. in den Hardwiesen mit 1.072 mm/a). Wenn eine geschlossene wachsende Torfmooschicht etabliert ist, ist das Birkenwachstum bei Niederschlägen über 1.200 mm/a zumindest begrenzt. Es gibt stabil gebliebene Flächen, bei denen randlich Birken vorkommen, in denen die Hochmoorweiten aber nur spärlichen oder keinen Birkenjungwuchs haben.

Dies kann auch mit weiteren Mooren dieses Klimabereichs belegt werden:

8332-01-A Rotfilz: keine Birken (1.190 mm/a),

8332-03-B Schweinmoos: alte Spirken-Rodungsflächen mit Wachstumskomplex, Samenbäume randlich vereinzelt (1.212 mm/a),

8332-07-D Teilgebiet Schwarzsee: zahlreiche Birken in der Schlitzgrabenfläche (1.324 mm/a),

8330-01-X Weitfilz bei Peiting: einzelne Birken in der Regenerationsfläche (1.142 mm/a),

8130-01-X Schweigwaldmoos / Knappenzipfel Filz: Birken im Randwald, praktisch keine in der Fläche (1.074 mm/a).

Im Bereich mittlerer Niederschläge, also zwischen 1.200 mm/a und 1.500 mm/a, ist auch bei Vorhandensein von Samenbäumen die Etablierung sehr gering oder ausbleibend, und wenn sich Keimlinge etablieren, ist das Wachstum gering. Bei sehr hohen Niederschlägen (> 1.600 mm/a) kommen zwar alte Birken in ehemals mit Schlitzgräben entwässerten Hochmoorweiten vor, die Etablierung von Keimlingen ist in den regenerierenden Wachstumskomplexen jedoch gering und das Wachstum langsam. Außerdem fällt auf, dass es sich bei den großen Birken um *Betula verrucosa* handelt bei den Keimlingen meist um *Betula pubescens*.

In sekundär durch Rückstau entstandenen Schwinggrasen der Torfstichbecken ergibt sich ein anderes Bild, siehe Abb. 35 unten. Hier kommt eine deutliche Etablierung nur bis 1.234 mm/a vor. Die Beispiele Wildmoos bei Etterschlag (7932-02-X), Haspelmoor (7732-01-X; 923 mm/a) und Ödmoos westl. Lauter (8142-04-X; 1.519 mm/a) zeigen jedoch, dass bei nur einzelnen Birken in der Fläche und geschlossener Torfmooschicht eine Etablierung unterbleiben kann. Daraus lässt sich schließen, dass das Entfernen der Samenbäume die Erfolgchancen der Moorregeneration deutlich verbessert. Die Klassifikation der Hochmoorweiten hinsichtlich Birkenanflugs werden durch die Säulenhöhe in Abb. 35 oben dargestellt.

Tab. 4: Klassifikation der Hochmoorweiten hinsichtlich Birkenanflugs in Abb. 35. Die Klassen werden durch die Säulenhöhe in Abb. 35 dargestellt.

Merkmal	Index
Samenbäume	0 keine Samenbäume
	1 entfernt Samenbäume randlich
	2 einzelne in der Fläche
	3 in der Fläche zahlreich
Keimlinge und Jungpflanzen	0 keine,
	1 sehr gering
	2 mittel
	3 hoch
Wachstum	1 langsam
	2 mittel
	3 schnell

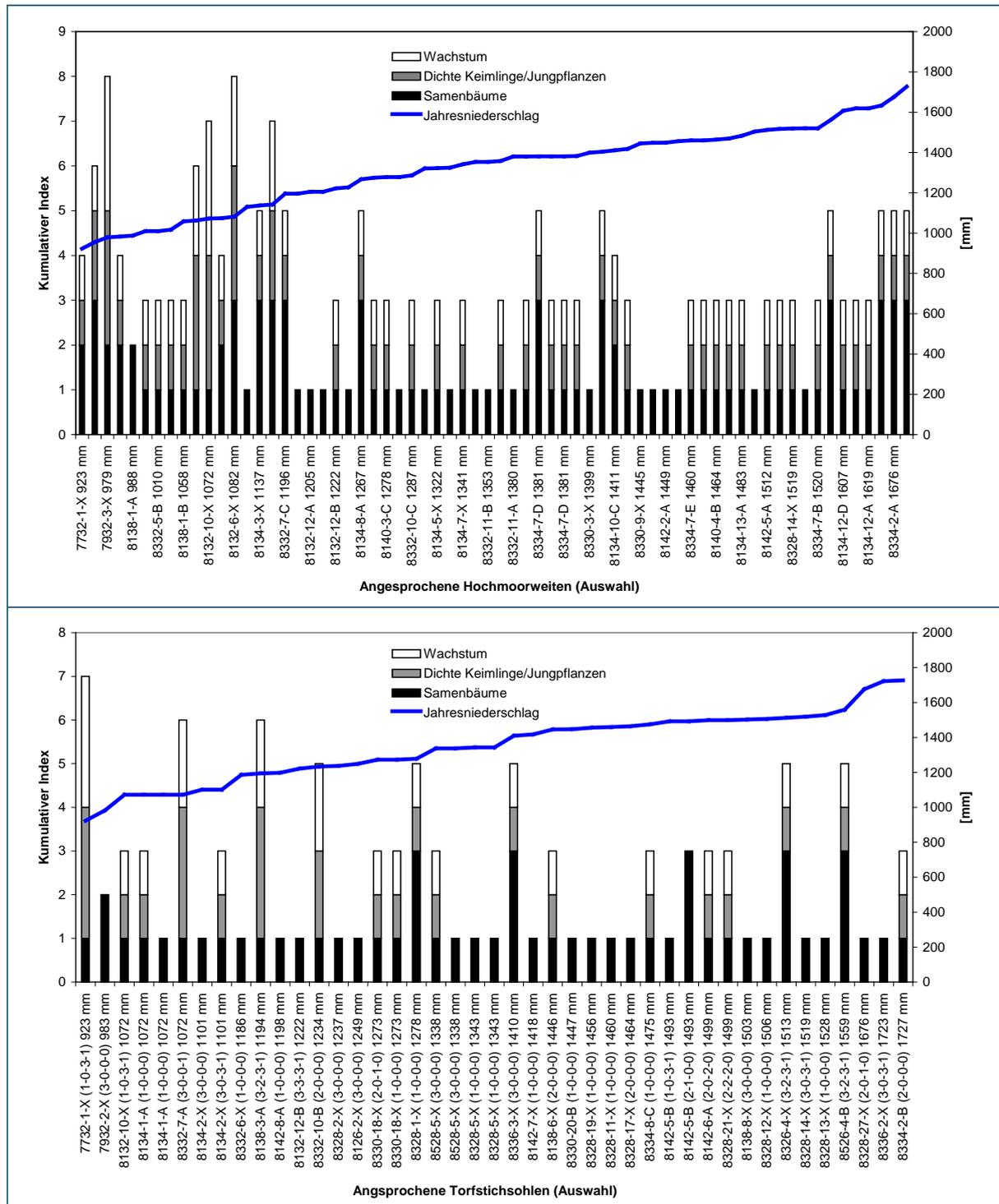


Abb. 35: Merkmale des Birkenanflugs auf Hochmoorweiten (oben) und in Torfstichsohlen (unten). Die kartierten Flächen sind charakterisiert mit einer ID aus TK50-Blattnummer und Moor-Nr., den physischen Merkmalen zum Wasserhaushalt (Morphologie-Gräben-Drainage-Maßnahmen, vgl. Tab. 1) und dem Jahresniederschlag. Definition der Säulenhöhe siehe Tab. 4, der kumulative Index fasst die Einzelmerkmale zusammen.



Abb. 36: Flaches regeneriertes Torfstichbecken im Moorgebiet in der Magnetsrieder Hard, 8132-10, DSC07853.JPG



Abb. 37: Trockene Moorheide in der Magnetsrieder Hard mit Birkenverjüngung nach Rodung, 8132-10, DSC05053.JPG

Die beiden Moorausschnitte von Abb. 36 und Abb. 37 liegen in ca. 500 m Entfernung von einander. Oben handelt es sich um ein flaches, mit wachsenden Torfmoosdecken regeneriertes Becken mit lateralem Wasserzufluss und Rückstau. Hier findet trotz Samenbirken am Rand kaum eine Birkenverjüngung statt. Im Moor im unteren Bild wurden Birken gerodet, in der schwach geneigten Heidefläche findet eine deutliche Birkenverjüngung statt.

3.1.6 Synthese

Ein Ziel der Inventarisierung von KAULE (1974) war es, die Hochmoore mit Wachstumskomplexen möglichst vollständig zu erfassen, um ihren Schutz voranzutreiben. 580 ha wurden als intakte Wachstumskomplexe eingestuft, 98 % davon sind noch erhalten. Die Verlustrate beruht neben der Erfassungsunschärfe auf einem Torfstich, der nach 1975 in ein intaktes Moor getrieben wurde, und auf zwei Mooren am niederschlagsarmen Nordrand (unter 1.000 mm/a), die natürlicherweise degradiert sind. Schleichend, d. h. im Erfassungsmaßstab 1:50.000 nicht quantifizierbar sind die Rückgänge durch Verdichtung der Bergkiefern in den Randzonen der Hochmoorweiten, insbesondere in dem Niederschlagsgürtel zwischen 1.000 mm/a und 1.300 mm/a. Hier besteht Überwachungs- und ggf. Handlungsbedarf um halboffene Moore zu erhalten.

Die dominanten Pflanzengesellschaften offener Hochmoore waren 1970 Hochmoorheiden (etwa 1.000 ha), weit über die Hälfte der noch nicht in Abbau befindlichen Hochmoorfläche war degradiert aber noch nicht vollständig zerstört oder umgenutzt. Die Unterschutzstellungen und die intensiven Anstrengungen den Abbau von Mooren zu stoppen, haben sich gelohnt: Fast 600 Hektar Hochmoorweiten sind regeneriert, 400 weitere auf dem besten Wege dazu. **Dies ist einer der wenigen Erfolge im Naturschutz der letzten 40 Jahre, denn in der Regel wird nur Schlimmeres verhindert, positive Entwicklungen in der Fläche gibt es sonst kaum.**

Die Wiederholungsuntersuchung nach 40 Jahren macht auch deutlich, dass es eine Differenzierung im Niederschlagsgradienten gibt. In europäischen Übersichten wird das Voralpengebiet als eine Moorregion dargestellt. Mit einem Niederschlagsgradienten von 900 mm/a zwischen dem Alpenrand und der Jungendmoränengrenze ist der Gradient jedoch höher als z. B. in Irland, das nur 800 mm Unterschiede hat, aber zwei Moorregionen umfasst (Deckenhochmoore = blanket bogs im Westen und in den Bergen und atlantische Hochmoore in Zentralirland). Dies macht deutlich wie wichtig es ist, bei allen Untersuchungen den Klimagradienten zu berücksichtigen. Im Voralpengebiet macht sich dieser Gradient sehr deutlich im Regenerationspotenzial bemerkbar.

Unter 1.000 mm Jahresniederschlag dürfen selbst bei umfassenden Maßnahmen keine großen Erwartungen an eine erfolgreiche Regeneration von Hochmoorwachstumskomplexen aufgebaut werden; es können jedoch sehr wertvolle Übergangsmoorwälder entwickelt werden. In allen Hochmoorweiten mit mindestens 1.000 mm/a Niederschlag ist eine Regeneration zu Wachstumskomplexen möglich. Zwischen 1.000 mm/a und 1300 mm/a ist jedoch ein Rückstau zwingend erforderlich. Ab einem Niederschlag von 1.300 mm/a erfolgte allein durch natürlichen Grabenverfall eine erhebliche Zunahme der torfbildenden Vegetation zwischen 1969/74 und 2010/13. **Eine Stabilität der Niederschläge vorausgesetzt, könnten also in den nächsten 40 Jahren die meisten Hochmoorheiden in diesem Niederschlagsbereich wieder mit Wachstumskomplexen bedeckt sein.**

Im 17. und 18. Jahrhundert war die Entwässerung und Bewässerung von Hochmooren mit angestautem Bachwasser eine Moorkulturtechnik um Birkenaufwuchs zu etablieren und in dessen Gefolge Fichten zu fördern. Um 1970 war dies kein Thema, daher liegen keine direkten Daten zu dieser Fragestellung aus der Erstaufnahme vor. Eine Analyse der Birken in den Wiederholungsflächen zeigt eine eindeutige Abhängigkeit vom Niederschlag und dem Wasserstand in der Torfmooschicht.

Bis 1.200 mm/a ist eine Kontrolle des Birkenaufwuchses ohne aktiven Rückstau kaum möglich, zwischen 1.200 und 1.500 mm/a verhindert eine Schlitzgrabenschließung bereits deutlich den Birkenaufwuchs. Über 1.500 mm/a wurde bei Präsenz von Samenbäumen zwar oft eine Keimung, aber nur eine geringe Etablierung beobachtet. Um dies zu verifizieren sollte die Zahl der Stichproben erhöht werden. Hochmoorheiden sind fast im gesamten Klimagradienten durch Vorentwässerung (Schlitzgräben) entstandene Degradationsstadien von ehemals wachsenden Hochmooren. Sie sind artenarm und, durch das Fehlen einer schützenden Mooschicht über dem Torf, starke Emittenten von Klimagasen. Ihre Renaturierung mit einer wachsenden Torfmoosdecke ist daher ein wichtiges Ziel.

Im klimatischen Grenzbereich des Hochmoorwachstums degradieren jedoch Moore auch ohne Eingriffe, noch sind dies nur wenige Flächen, im Falle einer Verringerung der Sommerniederschläge wären jedoch Moore in einem breiten Gürtel betroffen. Die in der kritischen Zone sollten sorgfältig durch Wiederholungsuntersuchungen verifiziert und dokumentiert werden.

Insbesondere im Chiemgau entwickelten sich in einigen schwach vorentwässerten Hochmooren auch flechtenreiche Komplexe. Diese sind artenreich, insbesondere an zum Teil seltenen und zurückgehenden Moosen und Flechten. Die namensgebende Gruppe, die Rentierflechten, sind empfindliche Anzeiger für Luftverschmutzung, in vielen Mooren sind sie erloschen. Der Rückgang kann nur zum Teil durch Überwachsen mit höheren Pflanzen erklärt werden. Mooreteile mit noch erhaltenen Beständen sollten nicht zu hoch angestaut werden, um auch diesen Moorgesellschaften eine Chance zu geben (z. B. Kendlmühlfilze Ostteil). Ihre Populationsentwicklung sollte ebenfalls sorgfältig durch Wiederholungsuntersuchungen dokumentiert werden.

Ziele für Renaturierungsmaßnahmen können im Niederschlagsgradienten differenziert werden und so Maßnahmenpakete mit den größten Erfolgchancen für einzelne Moore entwickelt werden (Zusammenstellung von Maßnahmen siehe BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2010). Der Mitteleinsatz kann nach Dringlichkeit und den Erfolgchancen für die Renaturierungsziele überprüft werden.

3.2 Torfstiche

Anders als in den Hochmoorgebieten Norddeutschlands waren in Oberbayern um 1970 zahlreiche Hochmoore noch nicht vollständig durch Abbau verändert. Es gab noch fast 600 ha Wachstumskomplexe die unverändert geblieben sind (Abb. 26). Es gab kleinbäuerliche Torfstiche, in denen immer neben offenem Torf ein Komplex aus Moorwald, Filzresten, in Regeneration befindlichen älteren Torfstichsohlen, Moorheiden und oft Resten von Wachstumskomplexen vorlag. Vom Artenpool aus gesehen sind dies gute Bedingungen für eine Regeneration, denn die meisten Gefäßpflanzen siedeln sich nur sporadisch in Entfernungen über 100 m an.

3.2.1 Kleinbäuerliche Torfstiche

Die Fotos von Torfstichkomplexen (Abb. 38 bis Abb. 42) zeigen dass die kleinbäuerlichen Torfstiche in die oberbayerische Kulturlandschaft eingebunden waren, aber auch das Potenzial von regenerierten Torfstichen für den Biotopschutz. Ihre Diversität ist auch für den speziellen Artenschutz von hoher Bedeutung. So lagen z. B. die Schwarzstorchhorste, die wir bei den Begehungen vorfanden, in Torfstichgebieten mit kleinen Parzellen und einem hohen Moorwaldanteil. Andere Gebiete sind überwiegend offen mit einem hohen Anteil an Schwingrasen im Wechsel mit Moorheide, z. B. das Große Moor am Bannwaldsee (8330-18). Diese offenen Komplexe haben dann ein hohes Potenzial für Offenlandvögel oder Vögel halboffener Landschaften (Baumpieper). Zahlreiche Nachweise von *Betula nana* lagen in Torfstichkomplexen.



Abb. 38: 1970 bereits in der Sohleregeneriertes kleines Torfstichgebiet bei Ofenwinkel. 2010 hatte sich der sekundäre Schwinggrasen mit (dominant) *Eriophorum vaginatum* weiter in Richtung eines Pseudohochmoorkomplexes entwickelt. In die randlichen Heidebereiche sind Bulttorfmoose eingewandert. Die Bäume sind in 40 Jahren deutlich größer geworden, der Moorwald wird zunehmen.



Abb. 39: Bis 1980 wurde noch in zahlreichen bäuerlichen Torfstichen mit der Hand Brenntorf gestochen, die Ziegel wurden luftig in Stapel zum Vortrocknen geschichtet. 8138-03-B Hintermoos-Handtorfstich, 1969



Abb. 40: Für den Winter wurde der Torf dann in den vielen kleinen Torfhütten eingelagert und oft erst bei Schnee mit dem Schlitten zu den Höfen transportiert. 8138-03-A Stucksdorfer Moos, 1969



Abb. 41: Tiefes Torfstichbecken in einem bäuerlichen Torfstichgebiet. Hier kommen sehr nasse Schwinggrasen mit Pseudohochmoor direkt neben trockener Heide auf den hohen schmalen Rippen vor. Sie bilden mit Spirkenfilzen einen eng verzahnten Komplex. Es ist nicht erstaunlich, dass in diesem unzugänglichen Moor ein Schwarzstorch brüdet. Die trockene teilweise noch offene warme Rippe ist ein idealer Eiablageplatz für Hochmoorfalter (8328-17, Sulzschneid, Westernmoos, Teilgebiet südlich der Straße im Jahr 2012, DSC00124.JPG)

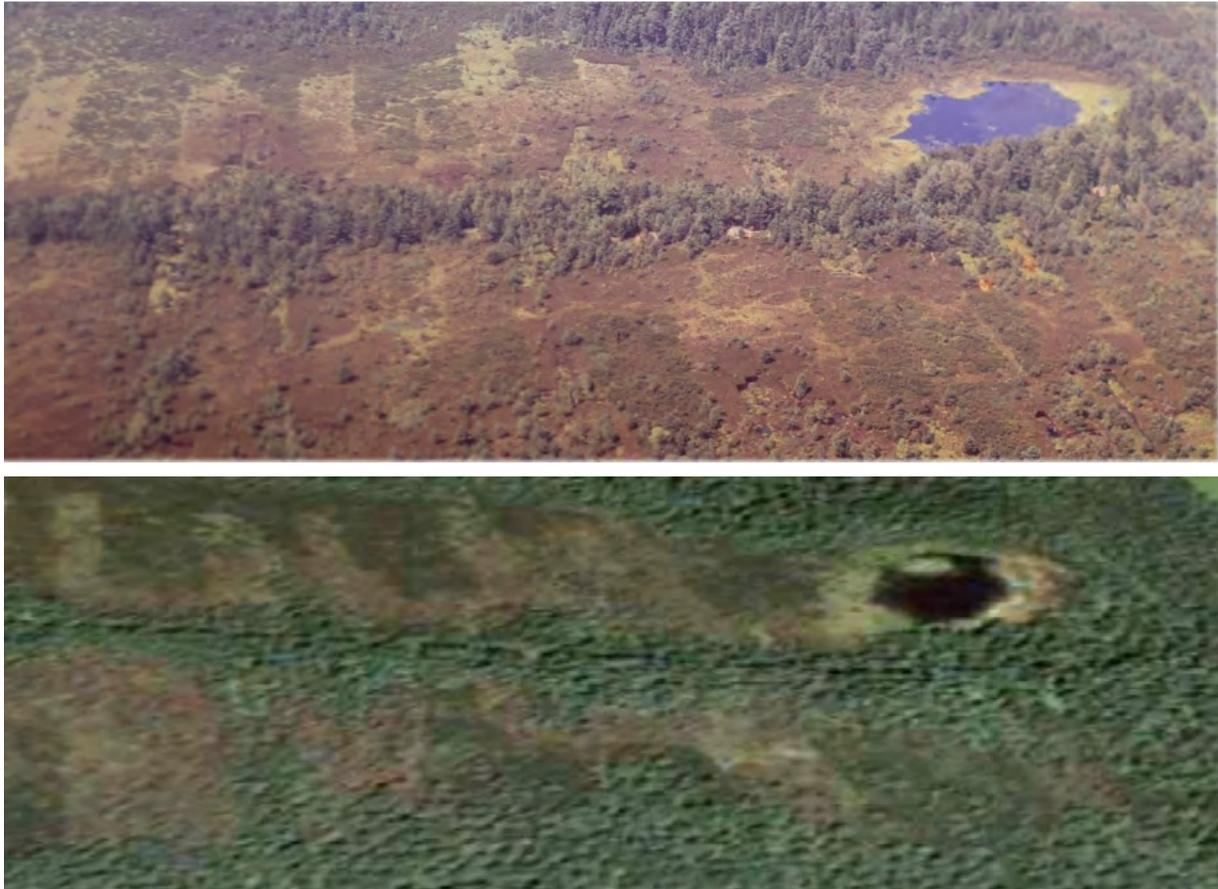


Abb. 42: Lienzinger Filz, 8140-03-D. 1974 bereits als regeneriert eingestuft und 2010 als weitgehend unverändert dokumentiert. Die nassen Becken mit Pseudohochmoor sind noch immer offen, einige der stehengebliebenen Torfkörper sind jetzt dichter mit Kiefern bewachsen, Becken mit ehemals Seggenrieden sind jetzt Bruchwälder (deutlich erkennbar südlich des Grundlossees und südlich der Straße). Parallel zur Straße erfolgt immer noch die Hauptentwässerung des Moores. Luftbilder: 1970 Kaule, 2010 © GoogleEarth.

3.2.2 Industrielle Abbaugelände

Selbst in großen industriellen Abbaugeländen gab es um 1970 fast immer noch kleine Teile mit Moorheide und sogar mit Wachstumskomplexen (Südliche Chiemseemoore, Pechschnait, Moore bei Laufen, Rosenheimer Becken, Moore bei Peiting, Weiter Filz, siehe Abb. 43). Nur Teile der nördlichen Chiemseemoore waren großflächig vollständig in Forst oder Grünland umgewandelt und 1974 dementsprechend nicht mehr erfasst. Es ist für den Vergleich in Deutschland und Europa notwendig, die Ausgangsbedingungen zu kennen und die Entwicklung in 40 Jahren bei der Interpretation zu berücksichtigen.

Der Vergleich der Schrägluftbilder (Abb. 43: Weiter Filz bei Schongau) zeigt, dass sich sehr große homogene Flächen auch mit Vernässungsmaßnahmen nur langsam besiedeln. Immerhin waren 2012 schon über die Hälfte der ehemals offenen Torfflächen mit Initialvegetation mit *Rhynchospora alba*, *Drosera rotundifolia*, *D. intermedia* und *Sphagnum fallax* besiedelt, vereinzelt kommen Heide und Wollgrasbulte vor. Am Ostrand der Abbaufelder kommt ein Saum mit Bultvegetation vor, in dem sich sogar *Betula nana* neu angesiedelt hat.

Der flache langgestreckte Moorteich wurde nach 1992 im Zuge der Renaturierungsmaßnahmen angelegt. Der Teich im Süden der Fläche wurde in dem Badetorf-Abbauggebiet entwickelt in dem der Abbau als letztes eingestellt wurde.

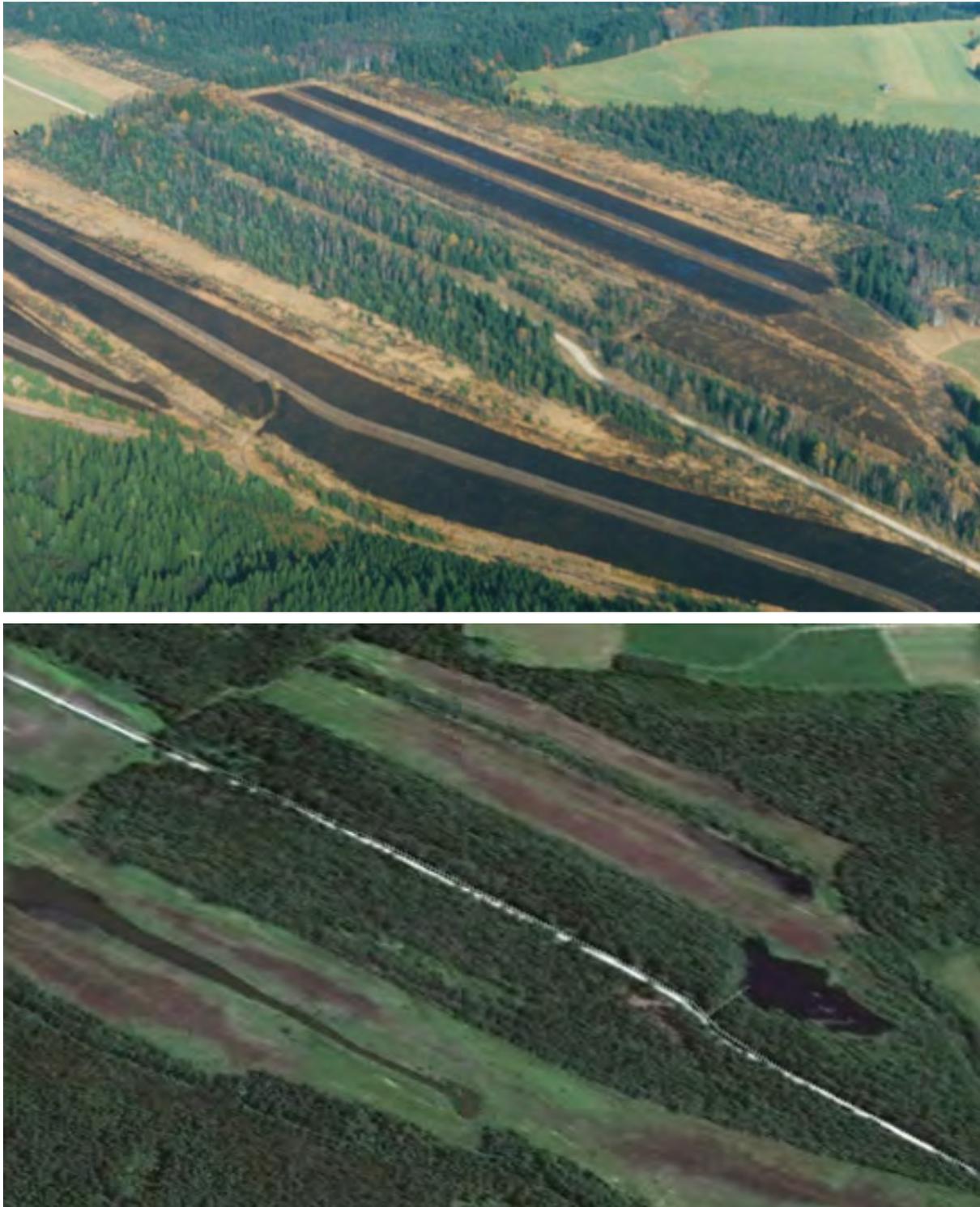


Abb. 43: Weiter Filz bei Schongau, 8130-03. Vergleich von Schräg-Luftbildfotos 1972 (oben) und 2012 (unten). Bildnachweis: 1972 Kaule, 2012 © GoogleEarth.

3.2.3 Analyse im Naturraum und Niederschlagsgradienten

Die Ausgangsbedingungen waren 1974 in den Naturraumgruppen unterschiedlich. Im nassen und kühlen Allgäu überwogen kleine und mittlere Torfstichkomplexe, nur bei Schongau lagen größere industrielle Abbaugelände. Im Ammer-Loisach-Hügelland waren viele Moore vorentwässert (Heiden) mit einem hohen Anteil kleinbäuerlicher Torfstecherei. Nur im Norden mit zunehmender Größe der vermoorten Becken gibt es entlang des gesamten Alpenrandes industrielle Abbaugelände. Im Chiemgau liegen in den Inn- und Chiemsee-Gletscherbecken die größten Hochmoore Bayerns. Hier lag zentral die Moorversuchsstation (Bernau/Chiemsee), die ihren Abbau förderte. Daher lag hier auch der Schwerpunkt der großflächig in Abbau befindlichen Moore, aber auch der bereits kultivierten und mit Fichten aufgeforsteten Hochmoore und in Intensivgrünland umgewandelten Hoch- und Niedermoore.

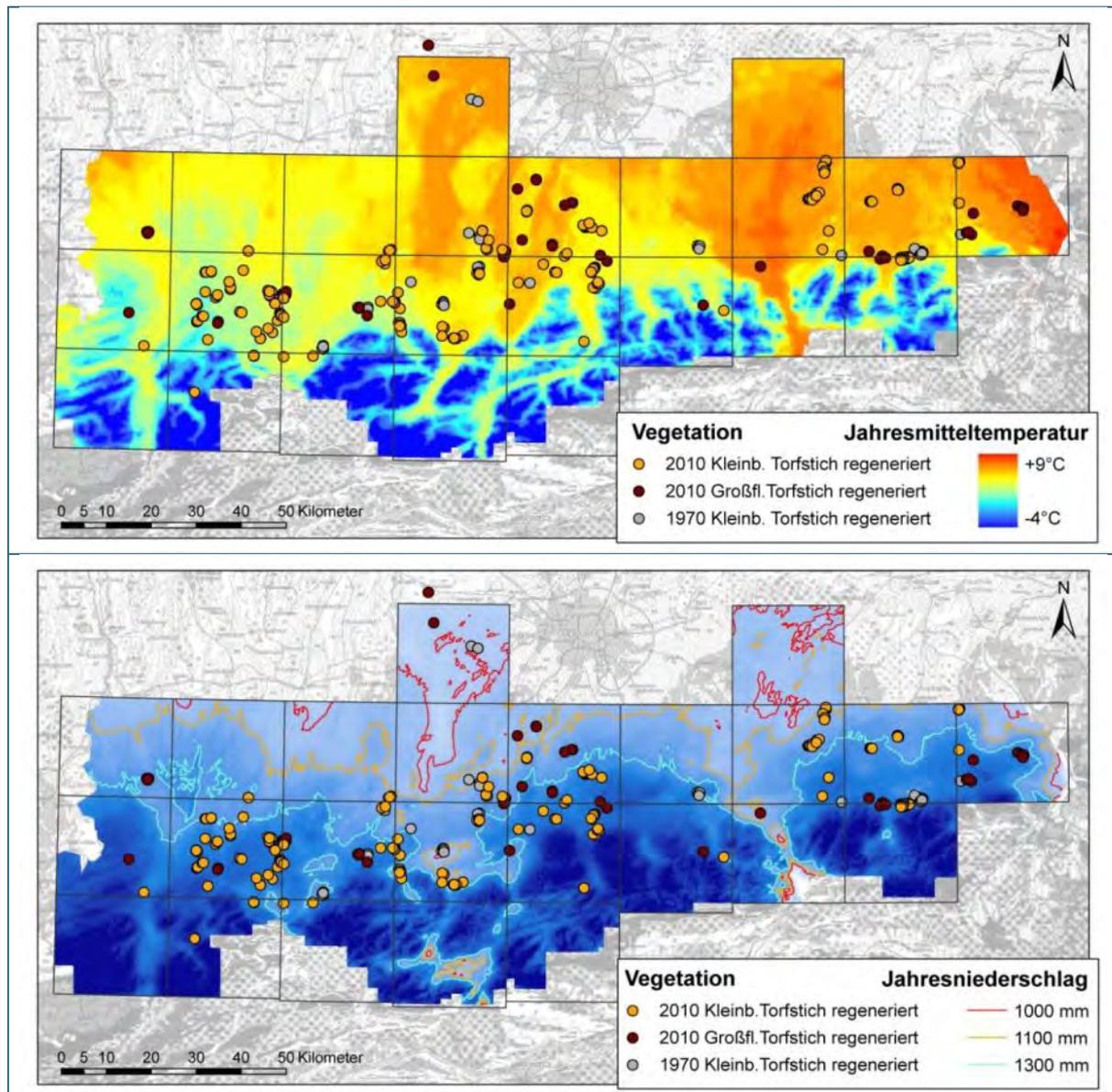


Abb. 44: Torfstichregeneration im Klimagradienten des bayerischen Voralpenraums. Oben: Regeneration im Temperaturgradient (Jahresmitteltemperatur 1°C-Isolinien). Die Jahresdurchschnittstemperatur im Untersuchungsgebiet schwankt zwischen 5 °C und 8 °C. Unten: Regeneration im Niederschlagsgradient (Jahresniederschlagssumme mit 100 mm-Isolinien). Der Jahresniederschlag liegt zwischen 1.000 und 1.900 mm/a. Die verwendeten Klimarasterdaten besitzen den Bezugszeitraum 1971 bis 2000 und wurden aufbereitet als Gemeinschaftsprojekt des Deutschen Wetterdienstes, Abteilung Agrarmeteorologie, des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Die Regeneration von Torfmooswachstum in kleinbäuerlichen Torfstichen (7.6 hellbraun) verläuft in der Regel zu den Vegetationstypen: Hochmoorwachstumskomplexen, Pseudohochmoor- und *Sphagnum fallax*-Schwingrasen, Latschen-, Spirken- oder Waldkiefernfilzen. Die Regeneration der großflächigen nur flach abgeschälten Torfstiche (dunkelbraun) beginnt häufig mit *Rhynchospora*-Initialstadien, teilweise aber auch bereits mit Schwingrasen. Bis zum Niedermoor abgebaute Flächen wurden in der Erstaufnahme nicht erfasst, hier breiten sich oft eutraphente Arten wie *Juncus effusus* aus. Die Vegetationstypen wurden in Tab. 1 aufgelistet und werden in Anhang 7.1 beschrieben. Graue Punkte in Abb. 44 zeigen bereits 1970 in großen Teilen regenerierte kleinbäuerliche Torfstiche an. Zur leichteren Orientierung sind die kartierten TK-50-Quadranten dargestellt.

In Abb. 44 wird auch deutlich, dass bereits 1974 eine große Anzahl der erfassten kleinbäuerlichen Torfstiche trotz der gravierenden Eingriffe mindestens teilweise regeneriert war und noch naturnahe Flächen aufwies (graue Punkte). Der Fotovergleich vom Lienzinger Filz, einem 1974 schon weitgehend regenerierten Moor, zeigt, dass dieses auch über 40 Jahre stabil geblieben ist. Die Torfstichbecken waren 1974 nass und haben ihren hohen Wasserstand gehalten, so dass offene Flächen mit Schwingrasen erhalten sind. Das gilt für viele damals mit der Einstufung „in Teilen regeneriert“ erfassten Gebiete.

Kleinbäuerliche Torfstiche wurden 1969/1973 als Ganzes erfasst und in der GIS-Datei eingegeben. Von den großen in Abbau befindlichen Mooren konnten dagegen nur kleine Teilflächen begangen und damit in der Wiederholungsuntersuchung berücksichtigt werden. Die 1974 erfassten Teilflächen großflächiger industrieller Abbaugelände umfassen den gesamten Niederschlagsgradienten (Abb. 44 unten). In allen Gebieten wurden aktiv Rücksturmaßnahmen durchgeführt und große, schwach geneigte Flächen mit Wällen terrassiert. Die Erfolge stellen sich auf den ausgedehnten Flächen langsamer ein als in kleinparzellierten Gebieten. Der Vergleich der Schrägluftbilder (Abb. 43) vom Weiten Filz bei Schongau (ca. 1.100 mm/a) zeigt, dass nach Abbaubeginn (1994) sich in 20 Jahren immerhin 50 % der offenen Flächen mit Initialvegetation besiedelt haben.

Die braunen Punkte in der Karte dokumentieren nur Teilflächen großer Moore, die seit 1974 eine naturschutzfachlich positive Entwicklung hatten. Sie zeigen, dass im gesamten Klimagradienten eine Regeneration möglich ist, bedeuten aber keineswegs, dass die damals in Abbau befindlichen Moore jetzt bereits als Ganzes regeneriert sind.

3.2.4 Torfstichsohlen

Die Regeneration von offenen Torfflächen und von Wasserflächen, die Torfe überstauen, ist für den Moorschutz und die Verringerung der Treibhausgasemissionen ein besonderes Anliegen.

Die Gegenüberstellung der Hauptvegetationstypen 1970 und 2010/13 zeigt, dass in den Torfstichsohlen die offenen Torfflächen und Heiden fast vollständig mit wachsender torfbildender Vegetation regeneriert sind (Abb. 30). Diese Entwicklung findet über den gesamten Niederschlagsgradienten von 900 mm bis 1.900 mm statt. Nur selten blieben offener Torf und Wasserflächen erhalten oder es entwickelten sich Filze oder sogar Heiden, in Einzelfällen jeweils *Molinia*-Gesellschaften und Braunmoos-Stufenkomplexe.

Sowohl eine Regeneration als auch ihr Ausbleiben oder Sonderentwicklungen erklären sich mit den spezifischen Besonderheiten der Flächen. In drei Torfstichen in den Mooren südwestlich Irschenberg (8136-03-A, 8136-03-B) blieb viel offener Torf erhalten, weil diese große geneigte Frästorfflächen sind, aus denen das Wasser noch herausfließt. Auch im Weitfilz bei Schongau (8130-03-X) sind trotz Maßnahmen die großen Frästorfflächen noch nicht regeneriert, weil die Maßnahmen hier erst vor ca. 20 Jahren begannen. Im Schwarzlaich (8130-04-X) wurde der Torfstich erst 2010 eingestaut. Auch bei den weiterhin verheideten Frästorfflächen bei der Pechschneid (8142-06-A) handelt es sich um eine

stark geneigte Schältorffläche, in der die Heide mit deutlichem Oberflächenabfluss stabil geblieben ist. Im gleichen Moor sind auch Schältorfflächen, die 1970 offener Torf waren und heute immer noch mindestens 90 % offener Torf sind. POSCHLOD (1990) fand die Fläche im gleichen Zustand vor wie KAULE (1974). Beim Ofenwinkel (8138-06-X) handelt es sich um einen gestuften Torfstich, bei dem der höher gelegene Bereich noch verheidet ist, während der tiefe Teil des Beckens komplett mit torfbildender Vegetation regeneriert ist.

Somit kann in Torfstichbecken im gesamten erfassten Niederschlagsbereich von 900 mm bis 1.900 mm eine mehr oder weniger geschlossene Decke an Schwingrasen entstehen (Abb. 32). Voraussetzung hierfür ist allerdings ein natürlicher oder künstlicher Einstau der Becken in Verbindung mit einem lateralen Wasserzufluss.

Die Torfstiche, in denen 2010/2013 noch signifikant offene Torfe oder Heiden vorkamen, haben ausnahmslos einen Wasserabfluss aus der Fläche. Die Regeneration der Heiden bei vergleichsweise niedrigem Niederschlag in flachen Torfstichbecken, im Gegensatz zur fehlenden Regeneration auf Rippen und Rücken macht deutlich, dass in diesem Niederschlagsbereich bis 1.100 mm ein Rückstau von Entwässerungsgräben und lateraler Wasserzufluss mit oligotrophem Moorwasser zwingend erforderlich ist.

Der Vergleich des Zuwachses torfbildender Vegetation in Abhängigkeit von Renaturierungsmaßnahmen (Abb. 33) zeigt, dass dort wo die Ausgangsbedingungen schlecht sind (kein natürlicher Wasser-rückhalt auf der Fläche), durch Einstaumaßnahmen viel erreicht werden kann. Von den beschriebenen Sonderfällen abgesehen liegen beide Kurven über den gesamten Niederschlagsgradienten gleich auf, eine Abnahme tritt in keinem Fall ein. Noch weitgehender als Hochmoorweiten sind im gesamten Niederschlaggradienten bei entsprechenden Rückstaumaßnahmen die Torfstichbecken mit Schwingrasen und Wachstumskomplexen regenerierbar.

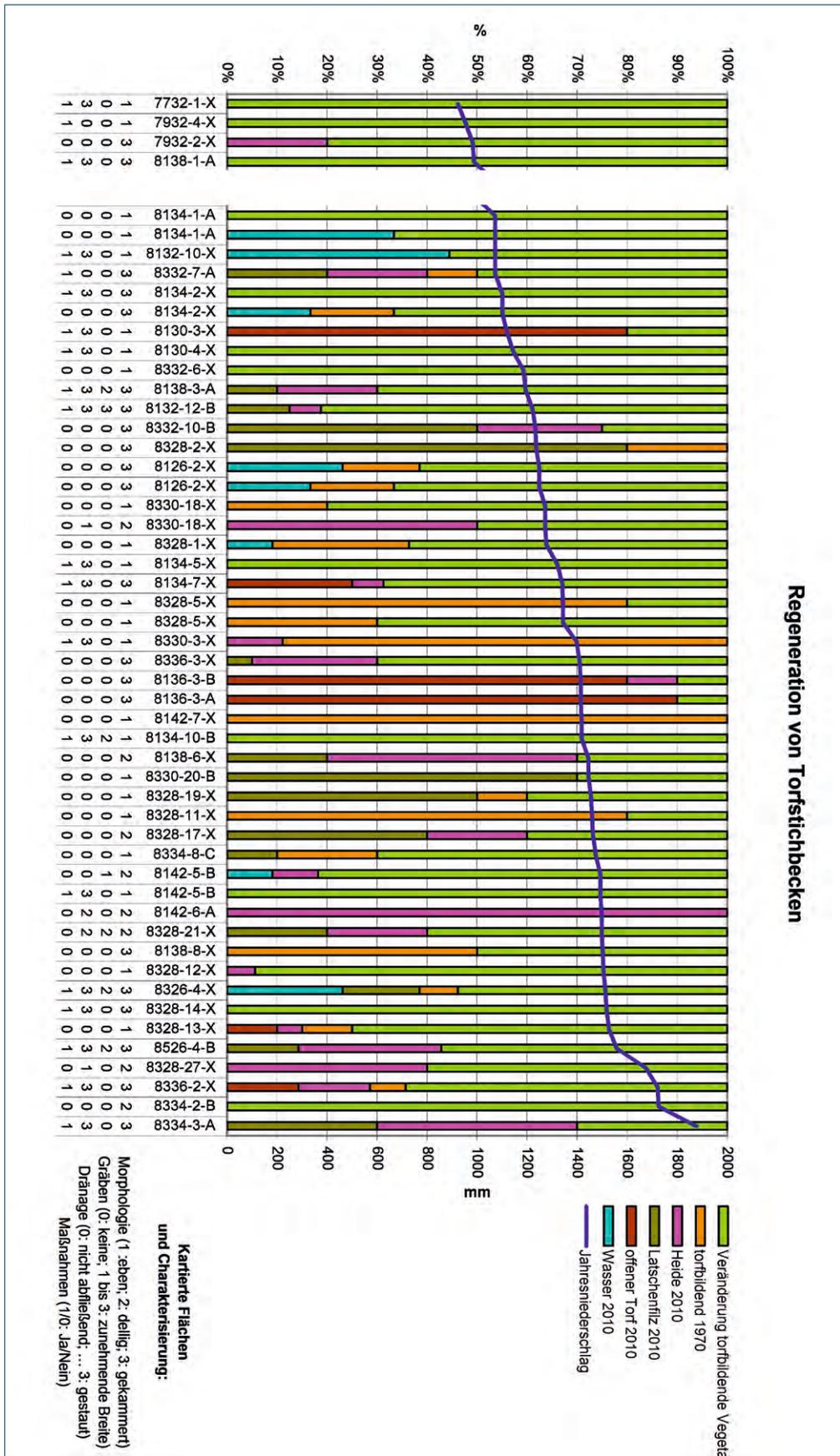


Abb. 45: Regeneration der Torfstichsohlen. Regeneration der degradierten Torfstichsohlen, ausgedrückt als Zunahme des Flächenanteils torfbildender Vegetation in den vergangenen 30 Jahren (hellgrün), zusätzlich zum Anteil bei der Erst- und Wiederholungskartierung vorhandener torfbildender Vegetation (hellbraun). Moore, deren Vegetation 1969/73 als natürlich eingestuft wurden, sind in dieser Auswertung nicht enthalten. Die Codierung der kartierten Flächen erfolgt durch eine ID aus TK50-Blattnummer und Moor-Nr. Die Merkmale Morphologie, Gräben, Dränage, Maßnahmen sind in Tab. 2 erläutert und mit Fotos belegt.

3.2.5 Synthese

Kleinbäuerliche Torfstiche sind, wie Niederwälder, Heckenkomplexe oder Teichketten, Teile unserer ererbten Kulturlandschaft. Dabei muss sehr deutlich zwischen traditionellen, kleinbäuerlichen Torfstichen und großflächigem industriellem Abbau unterschieden werden. Erstere sind gekennzeichnet durch ein enges Nebeneinander von Becken und Rippen mit sehr unterschiedlicher Vegetation, in der aber noch alle Elemente der natürlichen Moore vorkommen, insbesondere in nicht abgebauten und nicht entwässerten Restflächen. Bei industriellem Abbau oder Kultivierung zu Grünland oder Forst verschwinden dagegen die ursprünglichen Arten selbst von Restflächen.

Fast die Hälfte der kleinbäuerlichen Torfstiche die 1969 bis 1973 erfasst wurden, waren damals bereits in einem naturschutzfachlich gutem Zustand, auch die damals noch teilweise im Abbau befindlichen haben sich gut entwickelt. Sie zeichnen sich durch extrem kleinräumige Gradienten aus, die von dürrer Heide mit Blauschwingel zu schwimmenden Torfmooswatten und von offenen Bultkomplexen zu dichten Moorwäldern mit Polstern der Übergangsmoor-Torfmoose reichen. Es muss jedoch betont werden, dass sich diese Aussage auf die Flächen mit Resten von Hochmoorvegetation bezieht. Zum Zeitpunkt der Erstaufnahme vollständig veränderte Flächen wurden nicht erfasst.

In Torfstichbecken können sich im gesamten Niederschlagsgradienten Schwingrasen entwickeln, vorausgesetzt sie haben einen Zufluss von nährstoffarmem, saurem Wasser. Bei weniger hohem Wasserstand ist die Entwicklung von Übergangsmoorwäldern möglich.

Frästorfflächen auf Hochmooren regenerieren ohne Einstaumaßnahmen sehr langsam, da sie extreme ökologische Bedingungen haben. Die Oberfläche wird bei Einstrahlung heiß, trocknet aus und verkrustet. Bei Starkregen ist die Erosion und Abspülung hoch. Wenn die Flächen gekammert werden und randlich noch Hochmoorarten vorkommen, ist jedoch bereits nach 20 Jahren ein deutlicher Erfolg zu verzeichnen. *Rhynchospora alba* und *Drosera intermedia* sind häufige Erstbesiedler.

3.3 Übergangsmoore: Schwingrasen und Streuwiesensukzession

Übergangsmoorkomplexe wurden von KAULE (1973) mit zahlreichen Belegen klassifiziert und kartiert und in der Übersicht über die süddeutschen Moore auch kleinflächig berücksichtigt. Sie wurden bereits damals als Sukzessionsreihe betrachtet, die allerdings Zeiträume von Jahrhunderten benötigt. Heute zeigt die Vergleichsuntersuchung, dass die Sukzession viel schneller abläuft als damals angenommen, es wurde auch klar, dass viele Moorkomplexe die für natürlich gehalten wurden durch sehr extensive Nutzung beeinflusst waren.

3.3.1 Überblick

Zum Zeitpunkt der Erstaufnahme war die Hypothese der Entwicklung vom Niedermoor zum Hochmoor in jüngeren Mooren das in Abb. 46 dargestellte Schema. Die Entwicklung zum Hochmoor setzt ausreichend Niederschlag voraus. Bei geringeren Niederschlägen degradieren die Flachmoor-Streuwiesen ohne Nutzung zu *Molinia*-Brachen und entwickeln sich schließlich zu nassen, meist eutrophen Wäldern (Brennnessel, Holunder, Brombeeren, oft auch Indisches Springkraut als Bodenvegetation). Allerdings wurde damals die Geschwindigkeit der Sukzession zum Hochmoor sehr langsam eingeschätzt.

Die Begriffe Übergangsmoor und Zwischenmoor werden in der Literatur weitgehend synonym verwendet, das Flachmoor geht in das Hochmoor über, bzw. das Zwischenmoor steht zwischen Flach- und Hochmoor.

Das Schema gilt nur im Voralpengebiet und nur für Moorentwicklungen der letzten 300 Jahre. Die Entwicklung von Hochmooren seit dem Ende der Eiszeit in verschiedenen Moorregionen Deutsch-

lands wird von SUCCOW (1988, S. 239–249) anschaulich mit Profilschnitten beschrieben. Die jüngeren Übergangsmoore wurden von KAULE (1973) mit den Stufenkomplexen für das Voralpengebiet mit karbonatreichem Grundwasser weiter differenziert.



Abb. 46: Sukzessionsschema vom Flachmoor über das Übergangsmoor zum Hochmoor

Komplexe mit Kalkflachmoor-Schlenken und Bulte mit Hochmoorarten können primär als Schwingrasen an kalkoligotrophen Seen, also meist in Toteiskesseln, als Verlandungsgesellschaften entstehen oder durch Sukzession sehr nasser Streuwiesen, wenn diese brach fallen. Diese nassen Streuwiesen können sich nur entwickeln, wenn in der Aue kalkreiches Grundwasser aufsteigt oder an Hängen kalkreiches Grundwasser Durchströmungsmoore bildet. An der Oberfläche entstehen Kalkinkrustierungen. Die auffälligste Gefäßpflanze als Begleiter der Braunmooskomplexe ist *Cladium mariscus* (Schneide-ried). In den ersten Entwicklungsstadien der Braunmooskomplexe sind Bulte spärlich vertreten, in ihnen dominieren häufig noch Flachmoor-Torfmoose (*Sphagnum papillosum*, *Sph. palustre*, *Sph. subsecundum*). In der Regel sind jedoch bereits *Vaccinium oxycoccos* und *Eriophorum vaginatum* mit ge-ringer Deckung präsent.

Bei fortschreitender Sukzession folgen Übergangsmoorschlenken mit *Utricularia intermedia* und *U. minor*, dann in der Folge mit *Sph. cuspidatum* und *Sph. fallax*. Die Bulte werden zunehmend von Torfmoosen der Hochmoore gebildet. Im Pseudohochmoor-Stufenkomplex kommen nur noch mit ge-ringem Deckungsgrad Mineralbodenwasserzeiger vor (*Carex limosa*, *C. lasiocarpa*, *Eriophorum an-gustifolium*, *Molinia caerulea*). Schlenken sind mit 30 bis 50 % vorhanden. Sehr dystrophe nährstoff-arme Seen können auch direkt mit Pseudohochmoor-Schwingrasen verlanden. Im Hochmoorwach-tumskomplex fehlen die Schlenken, *Rhynchospora alba* kommt in Dellen vor.

Allerdings wurde die dargestellte Sukzession der Schwingrasenkomplexe bisher nie mit einer größe-ren Stichprobenzahl direkt nachgewiesen, da die Projektphasen zu kurz sind. Daueruntersuchungsflä-chen, die lange zurückreichen fehlen und für die Untersuchung abgestorbener und im Torf konservier-ter Pflanzenreste sind die Torfschichten zu geringmächtig. Die Entwicklung des Schemas erfolgte durch Übertragung eines räumlichen Nebeneinanders in eine zeitliche Abfolge (Zonation als Modell für die Sukzession). Die Entwicklung durch Sukzession wurde als sehr langsam eingeschätzt, jedenfalls erwartete KAULE (1973) keine signifikanten Entwicklungen in 40 Jahren ohne menschliche Eingriffe.

Die Auswertung der vergleichend dokumentierten Übergangsmoore in Abb. 51 zeigt, dass Braunmooskomplexe über 50 % zurückgegangen sind. Hier fand in 40 Jahren also wider Erwarten eine dramatische Entwicklung statt.

Die Sukzession in Streuwiesen ist dagegen oft belegt, zum Beispiel von BRAUNHOFER (1978) am Beispiel der Staffelseemoore. Wie im Schema in Abb. 46 dargestellt, kann die Entwicklung auf Streuwiesen sowohl in Gebüsch über *Molinia*-Brachen als auch in Richtung Hochmoor verlaufen.

In dieser Untersuchung kann die Entwicklung in einem Zeitraum von 40 Jahren in über 80 Probestellen erstmals an geocodiert dokumentierten Flächen nachgewiesen werden.



Abb. 47: Burger Moos (8138-04), 1969: in der Fläche überwogen in der Erstaufnahme Braunmooskomplexe. Foto: Archiv Kaule



Abb. 48: Burger Moos: ein großer Teil der Braunmooskomplexe hat sich zu Wasserschlauchkomplexen und sogar zu Pseudohochmoorkomplexen entwickelt, DSC_7430.JPG



Abb. 49: Moor zwischen oberer und unterer Lemberger Gumpe, 8140-01-A, 1939, PAUL UND LUTZ (1941)



Abb. 50: Moor zwischen oberer und unterer Lemberger Gumpe, 8140-01-A, 2011

Der Fotovergleich in Abb. 49 und 50 dokumentiert eindrücklich die Zunahme der Waldkiefern und Birken sowie den Ersatz der Rhynchosporion-Gesellschaften mit einzelnen Bulten am linken Moorrund durch Sumpfschachtelhalm und Hochstauden (*Molinia* und eutrophe Seggenriede) in 70 Jahren. Der Rhynchosporion-Randlagg wurde bis 1970 noch mit der Sense gemäht. Jetzt sind das Rhynchosporium und das Scheuchzerietum durch Eutrophierung und Eingriffe wie den Wegebau bis auf Fragmente erloschen, das Pseudohochmoor wurde durch einen Kiefern-Fichten-Moorwald ersetzt.

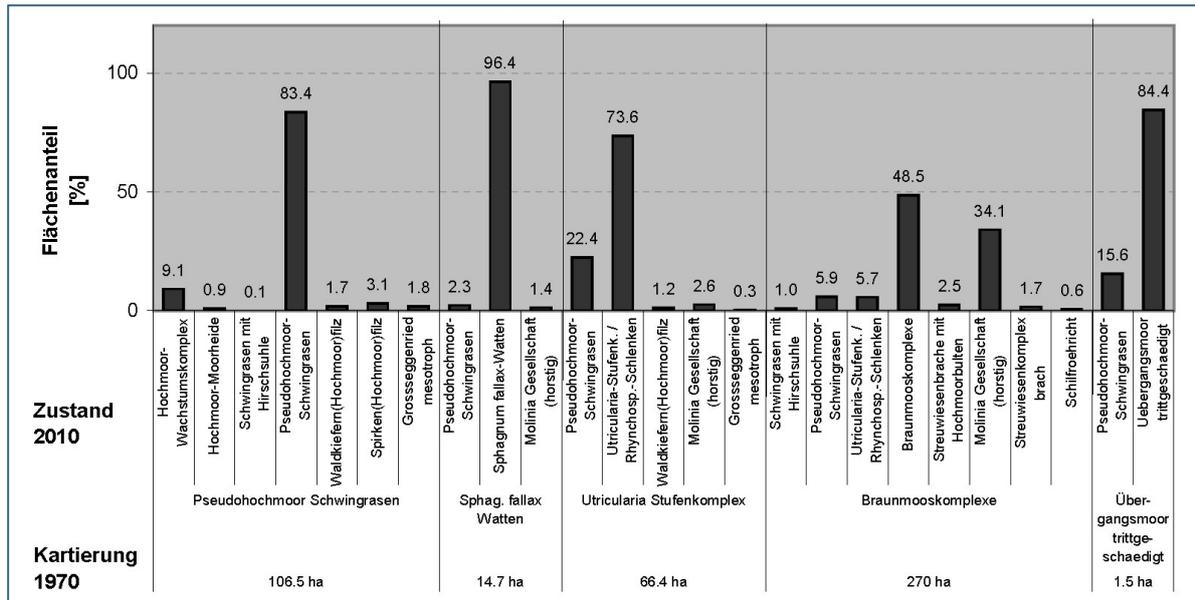


Abb. 51: Entwicklung der offenen Übergangsmoore in den drei Naturraumgruppen zwischen 1970 und 2013.

Pseudohochmoor-Schwingrasen sind zu 90 % stabil geblieben; ein Teil entwickelte sich zu fast reinen Bultflächen, die dann als Hochmoorwachstumskomplex eingestuft wurden, ein weiterer Teil zu Bergkiefernfilzen.

Sphagnum fallax-Watten wurden, da meist nur kleinflächig ausgebildet, nur mit wenigen ha erfasst; sie kamen und kommen in tieferen wassergefüllten Torfstichen und an Hochmoorseen vor und sind dort stabil geblieben.

Utricularia-Stufenkomplexe haben eine deutliche Tendenz zur Sukzession in Richtung Pseudohochmoor-Schwingrasen. Ein Teil eutrophierte und entwickelte sich zu Seggen-*Molinia*-Rieden. Hier muss berücksichtigt werden, dass ein Teil der sukzessionsbedingten Verluste durch Gewinne aus Braunmoosstufenkomplexen aufgefüllt wurde. Ihre Fläche ist insgesamt nicht sehr groß, so dass sie für den Naturschutz von sehr hoher Bedeutung sind. Aufgrund der Datengrundlage beziehen sich die Veränderungen (22,4 %) nur auf den Chiemgau.

Die **Braunmooskomplexe** zeigen mit über 50 % die stärkste Verlustrate. Einerseits durch Weiterentwicklung in Richtung Pseudohochmoor, vor allem aber durch Entwicklung horstiger *Molinia*-Brache. Da diese Komplexe zu den gefährdetsten Moorgesellschaften mit in Deutschland stark gefährdeten Moosvereinen zählen werden sie in Kap. 3.4 ausführlich dokumentiert und diskutiert.

3.4 Braunmooskomplexe und kalkoligotrophe Streuwiesen, ein Vergleich

Moose haben keine Wurzeln, sie können daher Trockenperioden nicht durch Wasseraufnahme aus tieferen Bodenschichten überbrücken, viele reagieren auch sehr empfindlich auf die Wasserchemie. Die Braunmoosvereine der *Scorpidium scorpioides*- und *Drepanocladus intermedius* coll.-Gruppen haben eine sehr enge Amplitude in Bezug auf den Wasserhaushalt. Sie benötigen sehr sauberes kalkreiches Grundwasser, das ganzjährig leicht überstaut bzw. nur wenige Wochen im Herbst knapp unter Flur ansteht. Diese Kombination von Standortbedingungen ist nur an kalkreichen oligotrophen Seen (Toteislöchern), in Auen mit aufsteigendem kalkreichem Grundwasser oder an flachen Hängen mit Sickerwasserquellen gegeben. Der starke Rückgang von Kalkflachmooren ist bekannt, folgerichtig sind sie in der FFH-Richtlinie als prioritäre Habitate eingestuft. Vegetationskundlich kommen sie in den kalkoligotrophen Varianten von Großseggenrieden, in Streuwiesen und Kleinseggenrieden und in kalkoligotrophen Übergangsmoorkomplexen (Schwingrasen) vor, dort bilden sie Moosvereine in den Schlenken und Bultfüßen. Auf Standortveränderungen reagieren sie deutlich vor den Gefäßpflanzen, sie sind damit ein idealer Indikator für den Erhaltungszustand von Flachmooren. Dies wird über eine umfangreiche Literaturanalyse abgesichert, siehe Teilprojekt „Braunmoose der *Scorpidium*-Gruppe als Indikator für den Wasserhaushalt und den Erhaltungszustand von Flachmooren“ (2014). Dieses Teilprojekt ist im Abschlussbericht des vom BfN geförderten F+E Vorhaben „Moorschutz in Deutschland“ (FKZ: 3511 82 0500) dokumentiert.

Tab. 5: Erfasste Braunmooskomplexe in den Naturraumgruppen als Summe und differenziert in Schwingrasen und Streuwiesen

	Gesamt	Schwingrasen	Streuwiesen
Chiemgau	20	12	8
Ammer-Loisach	41	19	22
Allgäu	29	20	9

Die größte Stichprobenzahl liegt im Ammer-Loisach-Hügelland, gefolgt vom Allgäu. Im Chiemgau ist die Zahl trotz intensiver Bearbeitung gering. Dies liegt am Fehlen großer Mooregebiete mit Übergangsmooren, in denen mehrere Stichproben erhoben wurden. In allen drei Räumen ist die Stichprobenzahl jedoch ausreichend.

Die Karten in Abb. 52 und Abb. 53 zeigen, dass die Vorkommen über den ganzen Voralpenraum verteilt vorliegen und auch den Klimagradierten abdecken, trotz einer Konzentration am Alpenrand. Die Karte aller Braunmooskomplexe (Abb. 52) zeigt stabile und erloschene Braunmooskomplexe im gesamten Niederschlagsgradienten, sowohl in Schwingrasen als auch in Streuwiesen (-Brachen). Es gibt sowohl erhaltene als auch erloschene nebeneinander, der Rückgang kann also nicht mit dem Niederschlag alleine erklärt werden.

Die Auswertung der vergleichend untersuchten Probeflächen erfolgt zunächst getrennt für Vorkommen in Schwingrasen (3.4.1) und in Streuwiesen (3.4.2). Dann folgt eine vergleichende Auswertung (3.4.3).

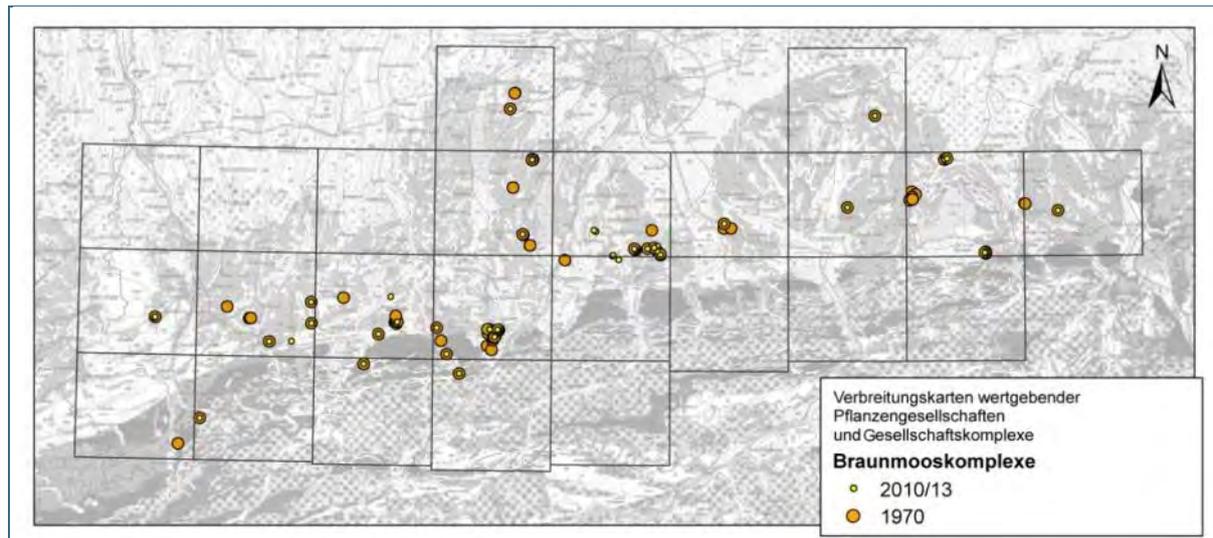


Abb. 52: Erhaltung der Braunmooskomplexe im Untersuchungsgebiet.
 Beige große Punkte zeigen ein Erlöschen seit 1970 an.
 Kleine gelbe Punkte zeigen rezente Nachweise an (2010/13).
 Große braune Kreise mit gelbem Mittelpunkt zeigen das Bestehen seit 1970 bis heute an.

3.4.1 Schwingrasen mit dem *Scorpidium*-Verein

Die Schwingrasen mit Braunmooskomplexen zeigen nur in den extremen Niederschlagszonen eine deutliche Abhängigkeit vom Niederschlag. In beiden Schwingrasen in der Niederschlagszone unter 1.000 mm/a ist *Scorpidium* erloschen. Hier muss angenommen werden, dass die sehr geringen Niederschläge zumindest Mitursache dafür sind. In den Schwingrasenflächen treten jetzt trockene Bulte mit *Polytrichum strictum* und *Calluna vulgaris* auf. In benachbarten Hochmooren ist dies ebenfalls zu beobachten. Ab 1.450 mm/a sind in den Komplexen die Braunmoose weitgehend stabil geblieben. In der Zone dazwischen sind die Ursachen unterschiedlich. Die Karte in Abb. 53 macht deutlich, dass fast alle erhaltenen Braunmooskomplexe am niederschlagsreichen Alpenrand liegen); sie zeigt auch, dass sich in den vergangenen 40 Jahren fast die Hälfte direkt zu Pseudohochmoor-Stufenkomplexen entwickelte (blauer Punkt); kleiner gelber Punkt: 1969–1973 nicht erfasst, neu in die Datei aufgenommen.

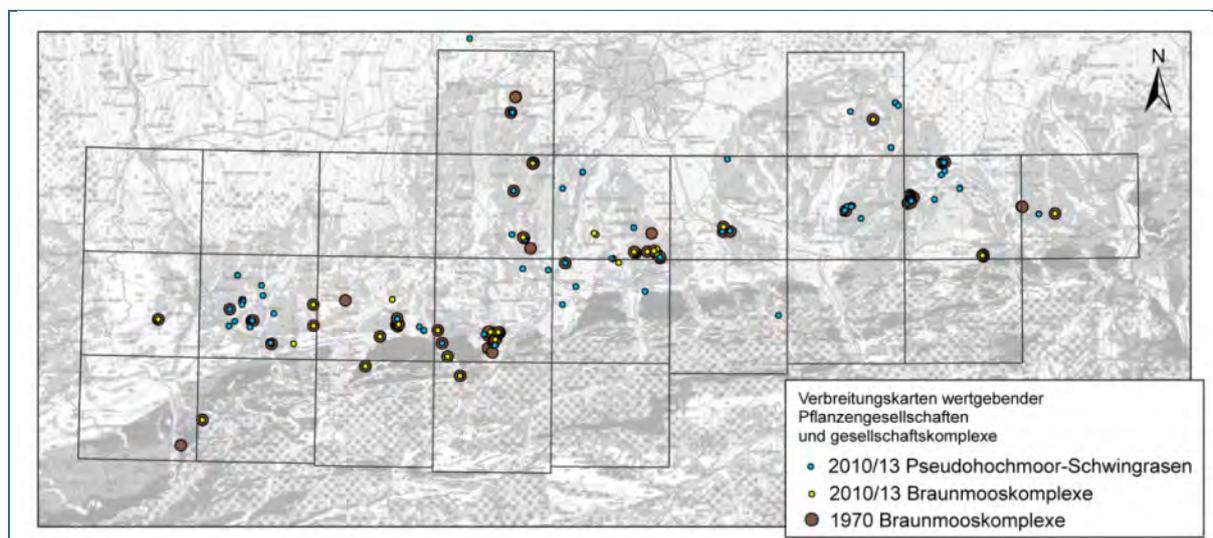


Abb. 53: Entwicklung der Braunmooskomplexe, Erläuterung siehe Text.

In 19 von 45 Schwingrasen erfolgte der Rückgang der Braunmooskomplexe bzw. das Erlöschen von *Scorpidium* meist direkt durch Entwicklung von Pseudohochmoorkomplexen, in weniger Fällen zu *Utricularia*-Komplexen. Bei den großen Vorkommen, die immerhin teilweise „stabil“ geblieben sind, ist die Tendenz zur Entwicklung in Richtung Hochmoor ebenfalls ausgeprägt, jedoch ohne Untersuchung im Mikromaßstab nicht nachweisbar. Wenn ein Braunmooskomplex von ca. 100 m² in einem Totteiskessel nach 40 Jahren ein Pseudohochmoor geworden ist, so ist die Aussage eindeutig. Bei einem großen Komplex von 1.000 m², in dem mehrere Vegetationstypen nebeneinander vorkommen, ist es nach 40 Jahren nicht abschätzbar wie viel Prozent wovon sich in welche Richtung verändert haben. Im Maßstab dieser Untersuchung bleibt der Bestand daher folgerichtig in der Klasse „häufig“ (Tab. 6), sofern die Braunmoose nicht sehr deutlich erkennbar zurückgegangen sind.

Es gibt in der Tab. 6 einige Ausnahmen, die einzeln diskutiert werden müssen. 1971 wurden die Schwingrasen im Murnauer Moos am Krebssee (ca. 1.330 mm/a) als stabil eingestuft (8332-07-D, Eschenloher Moos). Sie sind, ohne im Gelände erkennbare Ursachen, zu einer horstigen *Molinia*-Fläche ohne *Scorpidium* degradiert, während alle anderen 1965 kartierten Braunmooskomplexe im Murnauer Moos entweder weitgehend stabil geblieben sind oder sich weiter in Richtung Pseudohochmoor entwickelt haben, so der generellen Entwicklungstendenz entsprechen. Im Murnauer Moos trat noch im Ramsachfilz eine nicht zu erwartende Degradierung ein, hier könnte die Drainage zur eingetieften Ramsach die Ursache sein. Im Moor 8132-07-X, Kronfilz bei Seeshaupt ist das Torfstichbecken vermutlich ausgelaufen, es ist jetzt eine Brache. In der Teilfläche von 8142-07-X ist der sehr kleine Torfstich verschliff.

Braunmooskomplexe sind in Auen und in Torfstichen, die nach Aufgabe der Nutzung durch einen natürlichen Prozess mit kalkreichem Grundwasser geflutet wurden, nicht stabil. Sie können sich im Niederschlagsgradienten in Richtung Hochmoor entwickeln, jedoch gehen sie am Nordrand und in der Mitte des Jungmoränengebietes eher in *Molinia*-Brachen über. Dies ist in jedem Fall mit dem Erlöschen der Flachmoorarten verbunden. Dieser Prozess kann weder, noch sollte er aufgehalten werden. Es ist aber ein deutliches Signal, dass die großen Vorkommen mit besonderer Sorgfalt mit Pufferzonen umgeben werden müssen, in denen Nährstoffeintrag unterbunden bzw. minimiert wird. Braunmoos-Schwingrasen können auch durch Moorregeneration nicht entwickelt werden. In allen im Teilprojekt Moorrenaturierung untersuchten Mooren und Moorkomplexen entwickelten sich im Rückstau entweder *Sphagnum fallax*-Watten und Pseudohochmoor-Schwingrasen oder *Molinia*-Seggen-Riede, z. T. auch Schilfröhricht.



Abb. 54: Primärer Schwingrasen an einem See mit Braunmoos-Komplex, *Scorpidium* war 1970 und 2012 häufig in Schlenken. Attlesee, 8328-22



Abb. 55: Im Burger Moos sind die Braunmooskomplexe deutlich zurückgegangen. An ihre Stelle treten *Utricularia*-Komplexe und *Sphagnum fallax*-Watten. Burger Moos, 8138-04-X

Tab. 6: Entwicklung des *Scorpidium*-Vereins in Schwingrasen zwischen 1969 und 2013
 N=45; 8 Vorkommen erloschen; 13; deutlicher Rückgang; 24 relativ stabil, das heißt in beiden Untersuchungsperioden (1969/1972 und 2011/2013) in der gleichen Klasse

Kurzbezeichnung Moor	MOOR_ID	Niederschlag [mm]	Vorkommens Häufigkeit	
			1969–1973	2010–2013
NSG Gröbelmoos	7932-03-X	979	□	-
Schluifelder Moos	7932-01-X	981	□	-
Maisinger See	8132-05-X	1066	⊙	□
Moore südlich von Irlham	7938-02-A	1075	⊙	-
NSG Schollenmoos	8132-06-X	1082	⊙	□
Seeoner Seengebiet	8140-02-X	1174	⊙	□
Seeoner Seengebiet	8140-02-X	1174	⊙	⊙
Filze südlich vom Nußberger Weiher	8132-09-X	1176	□	□
Gschwanderfilz	8332-06-X	1186	●	●
MM Köchelmore	8332-07-C	1196	●	□
Kronfilz westlich Seeshaupt	8132-07-X	1218	□	-
Moor bei Graben/Seebruck	8140-05-X	1234	□	□
MM Hohenboigenmoos Schwingrasen	8332-07-B	1242	⊙	⊙
Großer Filz nördlich Bannwaldsee	8330-18-X	1273	⊙	⊙
Bannwaldsee/Mühlenberger Viehweide	8530-12-X	1273	⊙	□
Hofstätter See mit Burger Moos	8138-04-X	1273	●	⊙
Moor westlich Adelsreuth	8134-06-A	1283	⊙	□
NSG Egelsee und weitere Umgebung	8134-06-B	1283	□	□
Moor südl. Wattersdorf	8136-02-B	1305	⊙	□
Pulvermoos bei Unterammergau	8332-08-X	1308	●	⊙
Sossauer Filz	8140-06-X	1323	□	-
Eggstätt-Hemhofer-Seenplatte	8140-01-C	1332	⊙	-
Moore südlich Irschenberg	8136-03-A	1382	□	□
Mehlblockmoos	8328-07-A	1384	⊙	□
Kochelfilz bei Wurmansau	8332-12-X	1384	●	⊙
Wiesfilz	8330-04-X	1416	⊙	□
Weitmoos bei Nirnharting Süd	8142-07-X	1418	⊙	⊙
Weitmoos bei Nirnharting	8142-07-X	1418	⊙	-
Wölfemoos	8328-08-X	1425	⊙	⊙
Nachsee-Seemoos	8330-19-X	1426	⊙	□
Birnbaumer Filz	8330-09-X	1445	⊙	⊙
Sinkmoos	8328-11-X	1460	⊙	⊙
Kammerfilze West	8142-02-B	1476	⊙	-
Schwefelfilz	8330-06-X	1486	⊙	⊙
Bergener Moos	8340-04-A	1492	⊙	⊙
Blausee und Blauseemoor	8328-15-X	1500	□	□
Kemptner Wald (Teufelsküche)	8328-09-X	1512	□	□
Wässerfilz	8330-11-X	1520	⊙	⊙
Attlesee	8328-22-A	1553	⊙	⊙
Hintermoos	8530-11-B	1600	□	□
Wampenmoos	8134-12-E	1609	●	●
Kirchseefilzn im engeren Sinne	8134-12-A	1619	⊙	⊙
Egelsee	8134-12-C	1648	⊙	⊙
Moor am Hennerkopf	8530-05-B	1699	⊙	⊙
Strausbergmoos	8528-01-B	2008	⊙	⊙

3.4.2 Streuwiesen und Brachen mit dem *Scorpidium*-Verein

Die Grobübersicht über die nassen bis frischen Wiesengesellschaften auf Moorstandorten des Voralpengebietes im Feuchtigkeits- und Nährstoffgradienten (Tab. 1) zeigt, dass die hier untersuchten Davallseggenmoore und Schwingrasen mit *Scorpidium* (diese wurden vor 100 Jahren auch gemäht!) den äußersten Eckwert im Hinblick auf Nässe, Nährstoffarmut und Kalkgehalt im Grund- und Sickerwasser darstellen.

Die Tab. 7, Wiesengesellschaften auf kalkreichem Moor und Anmoor im Voralpengebiet, lehnt sich an das Schema von ELLENBERG (1963, S. 702 und 703) an. Sie ist jedoch an heutige Verhältnisse angepasst, denn viele der Gesellschaften, die vor 50 Jahren noch häufig waren, kommen kaum mehr vor. Andererseits würden wir die Intensivwiesen von damals heute als artenreiches Grünland einstufen. Die *Scorpidium*-Moosvereine benötigen ganzjährig oberflächennahen Grundwasserstand (GWS) und in der meisten Zeit des Jahres leichte Überstauungen. Die Kalk-Pfeifengraswiesen haben dagegen einen Durchschnitt von 17 cm mit einem Maximum von 3 cm und einem Minimum von 40 cm GWS unter Flur (GÖRS 1951).

Tab. 7: Einordnung der Streuwiesen und Grünlandgesellschaften im Hinblick auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt und Stellung der Enzian-Mehlprimel-Streuwiesen mit *Scorpidium*

Wasserhaushalt	Zunehmende Nutzungsintensität			
	mäßig feucht bis frisch		Übergang zu Halbtrockenrasen (Hardwiesen)	Glatthaferwiesen
feucht		meist artenarme <i>Molinia</i> -Brache	Glatthaferwiesen mit Feuchtezeigern	3 schüriges Intensivgrünland, verarmte Feuchtwiesen
mäßig nass		Kalk-Pfeifengraswiesen	gedüngte Feuchtwiesen (Calthion)	in der Regel deutlich drainiert, daher nicht vorkommend
nass		Davallseggenmoore	-	-
sehr nass	<i>Scorpidium</i>-Enzian-Mehlprimel-Streuwiesen		-	-
Nährstoffhaushalt	extrem nährstoffarm	sehr nährstoffarm	gedüngt	stark gedüngt

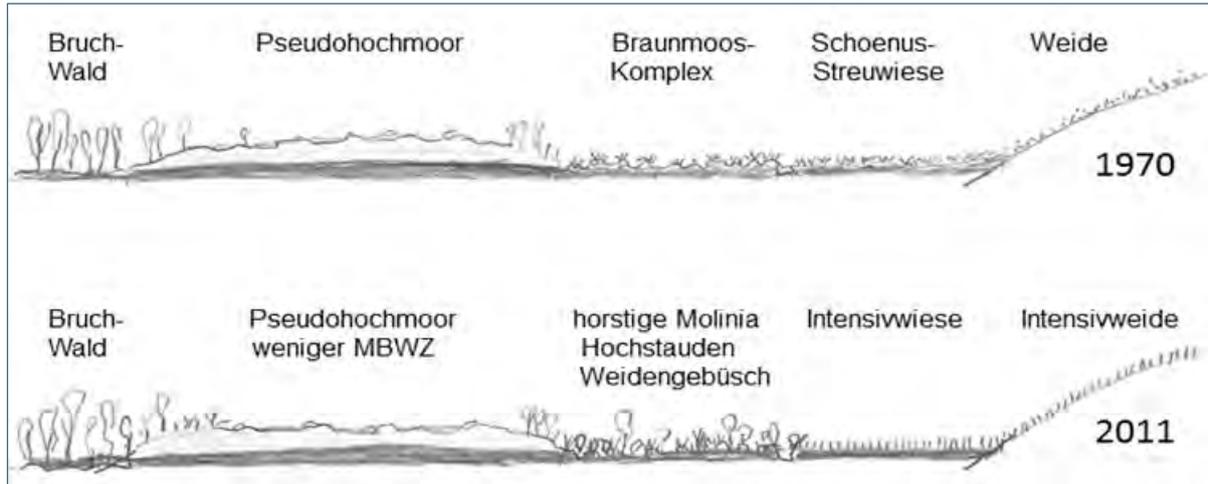


Abb. 56: Halbschematischer Schnitt durch das Moor nördlich Kleinseeaham in den Kartierungsjahren 1970 (oben) und 2011 (unten). Der Gradient der nährstoffarmen Moore von kalkreich bis kalkarm und sauer ist erloschen, der grundwasserbeeinflusste Teil ist intensiviert und eutrophiert. (Intensivierung, Nährstoffeintrag, Abb. 58). Das Pseudohochmoor ist erhalten, da es vom Regenwasser abhängt, die Mineralbodenwasserzeiger sind zurückgegangen (Abb. 57).



Abb. 57: Moore im Ausflussgebiet des Seehamer Sees (8136-02), Pseudohochmoor im zentralen Teil. Hier haben die Mineralbodenwasserzeiger deutlich abgenommen (DSC_0182.JPG).



Abb. 58: Horstige *Molinia*bestände mit Gebüsch entwickelten sich in ehemaligen Braunmooskomplexen (Randlagg der Fläche von Abb. 54) (DSC_0250.JPG).

Tab. 8 zeigt, dass von 40 in den Jahren 1969/73 und 2010/13 erfassten Streuwiesen mit *Scorpidium scorpioides* die Art in sieben erloschen ist oder unter der Nachweisgrenze einer mindestens halbständigen Nachsuche liegt. In sechs Wiesen konnte die Art nur noch in kleinen Reliktpopulationen in Nischen wie wassergefüllten Spurrinnen nachgewiesen werden. In 11 Mooren ist die Art deutlich zurückgegangen. Nur in 16 Mooren, also in deutlich weniger als der Hälfte, blieben die Populationen im Rahmen der Erfassungsgenauigkeit stabil, also in der gleichen Häufigkeitsklasse. Die Vorkommen von *Scorpidium* in Streuwiesen im Niederschlagsgradienten zeigen gegenüber den Schwingrasen jedoch ein deutlich anderes Muster.

Tab. 8: Entwicklung des *Sorpidium*-Vereins in Streuwiesen

N=40 zwischen 1969 und 2013: 7 Vorkommen erloschen; 6 Reliktpopulationen; 11 Deutlicher Rückgang; 16 in beiden Erfassungszeiträumen gleiche Häufigkeitsklasse.

Kurzbezeichnung Moor	MOOR_ID	Niederschlag [mm]	Vorkommens-Häufigkeit	
			1969-1973	2010-2013
Etterschlag	7932-02-X	983	☐	☐
Tannenbachfilz	8332-05-X	1010	⊙	-
Erlwiesfilz	8132-03-A	1042	⊙	☐
Wielenbach	8132-13-X	1063	⊙	⊙
Hardtwiesen	8132-10-X	1072	●	☐
Benediktenfilz	8136-04-X	1074	⊙	-
Trischlfilz Schöffau	8332-04-X	1150	⊙	⊙
Seeoner Seengeb.	8140-2-X	1174	☐	-
Rotmoos	8332-01-B	1192	☐	-
Aitranger Sees	8128-02-X	1246	☐	-
nördlich Schöffau	8332-03-A	1257	⊙	-
Schwieberdinger T.	8138-03-D	1260	⊙	-
Sindelsbachfilze	8334-06-A	1279	⊙	⊙
Seehamer See	8136-02-A	1296	●	⊙
Barmsee	8532-04-X	1306	●	●
westl. Ohlstädter Filz	8332-07-D	1324	●	-
MM Weidmoos	8332-07-B	1324	⊙	-
MM Krebssee	8332-07-F	1300	●	☐
Staltannen,	8330-23-X	1337	⊙	☐
Breitenfilz	8330-08-B	1338	☐	-
nördlich Wattersdorf	8136-02-C	1338	●	●
Weidmoos Ettal	8532-02-X	1427	⊙	☐
Wildsteig NSG	8330-25-X	1430	☐	☐
Westlich Heggen	8330-20-B	1447	⊙	⊙
Stellenmoos	8328-18-X	1455	☐	☐
Wolfsöd	8334-11-A	1469	⊙	⊙
Schnait Kirchbichl	8134-11-X	1483	☐	☐
Sattlermoos	8330-10-X	1509	⊙	⊙
Moore bei Lauter	8142-05-A	1512	●	⊙
Lobach Rohrm.	8328-26-X	1515	⊙	⊙
Knappenfeld	8142-06-D	1526	☐	-
Östl. Immenstadt	8526-04-C	1561	⊙	☐
Eillbachmoor	8334-01-A	1561	⊙	☐
Farchant	8532-06-X	1564	●	⊙
Pfrühlmoos	8532-01-X	1564	⊙	⊙
Kirchseefilzn	8134-12-A	1619	⊙	☐
Attenloher Filzn	8334-02-A	1676	⊙	☐
Breitenmoos	8326-02-X	1690	☐	☐
Jauchenmoos	8526-03-X	1757	⊙	-
Röthelmoos	8340-05-X	2104	☐	☐

Tab. 8 zeigt, dass bis knapp 1.300 mm die Vorkommen erloschen oder bis auf kleine Vorkommen in Mikrostandorten wie Fahrspuren reduziert sind. Hier ist eine mittelfristige Stabilität der Vorkommen unwahrscheinlich. Es gibt zwei Ausnahmen, die dies bestätigen: Beides sind gut erhaltene Moore mit Niederschlägen unter 1.300 mm/a, liegen in topographisch sehr günstigen Lagen mit extensiver Umgebung. Es handelt sich um kleine Tälchen, in denen die Flachmoore von Wald und Hochmoor umgeben sind. Das Wasser, von dem sie zusätzlich zum Niederschlag profitieren ist nährstoffarm.

Ab 1.300 mm/a bis 1.400 mm/a gingen in den meisten Streuwiesen die Braunmoose, allen voran *Scorpidium*, deutlich zurück mit Ausnahme des Moores am Barmsee; dort liegt die Streuwiese im Ausflussbereich des Sees hinter einem sehr breiten Schilfgürtel, einem oligotrophen *Carex rostrata*-Seggenried und dem Hochmoorkern, also auch in einer vom Wasserhaushalt begünstigten Lage. Hier ist der Bestand stabil in der obersten Häufigkeitsklasse.

Zwischen 1.400 mm/a und 2.100 mm/a sind die meisten Vorkommen weitgehend stabil oder nur schwach zurückgegangen, mit zwei Ausnahmen. Das Jauchenmoos bei Oberstdorf, das aber schon 1970 weitgehend zerstört war und jetzt von tief drainierten Intensivwiesen umgeben ist. Das noch bis 1935 als Mekka der Moorfloristen bekannte Moor ist jetzt eine wertlose Schilf- und *Molinia*-Brache. Das Gallmoos (8334-01-A) westlich Immenstadt ist am Rand drainiert worden. Der Rückgang ist hier auf Brache bei randlicher Entwässerung zurückzuführen.

Der Erhaltungszustand der untersuchten Streuwiesen ist also deutlich mit dem Niederschlag korreliert, dies darf aber nicht überinterpretiert werden. In der Zone mit höherem Niederschlag am Alpenrand ist generell auch die Umgebungsnutzung extensiver, da z. B. kein Ackerbau mehr möglich ist. Am Alpenrand sind auch, topographisch bedingt, kleinere und damit sauberere Einzugsgebiete vorhanden. Hier sind also aus mehreren Gründen bessere Bedingungen für die Wasserqualität gegeben.



Abb. 59: Sehr sorgfältig mit leichtem Gerät gepflegte Streuwiese mit *Scorpidium*-Schlenken. Moore bei Lauter, 8142-05-A



Abb. 60: Typische Vorkommen von *Scorpidium* im nassesten Mikrostandort, darüber „Bultfuss“ mit *Sphagnum contortum*. Moore bei Lauter, 8142-05-A

Mahd und Brache haben ebenfalls einen deutlichen Einfluss im Segment über 1.500 mm/a. In diesem Niederschlagsbereich liegen die meisten Vorkommen, die zwischen 1969–1970 und 2010–2013 zurückgegangen sind in Streuwiesenbrachen (grün in Tab. 8).

Insgesamt ist der Verlust an Streuwiesen mit sehr gutem Erhaltungszustand viel dramatischer, da die Streuwiesen, die bei der Erstaufnahme erfasst, aber nach 1972 noch entwässert und intensiviert wurden, nicht in der Datei enthalten sind.

Die 40 Streuwiesen sind nur eine Stichprobe aller noch vorhandenen Streuwiesen im bayerischen Voralpengebiet. Betrachtet man sie aber – mit aller Vorsicht – als repräsentativ, so können sie mit den Schwinggrasen, die weit vollständiger erfasst wurden, vergleichend ausgewertet werden.

3.4.3 Synthese

Wie stellen sich in diesem Spektrum kalkoligotrophe Schwingrasen und Streuwiesen im Vergleich dar?

Schwingrasen sind für streng an nährstoffarme aber, kalkreiche Bedingungen gebundene Flachmoorarten im Feuchtegradienten mittelfristig sicherer als Streuwiesen, sie entwickeln sich aber in 50-150 Jahren weiter zu Pseudohochmooren. Dann kommen Kalkflachmoor-Arten nur noch in begünstigten Sonderfällen wie in Schwingrasen an kleinen Seen mit sehr starken Grundwasseraustritten von Kalkwasser oder am Rand von *Cladium*-Rieden im Bereich von starken Grundwasseraustritten vor (Beispiele Maisinger See, Krebssee im Murnauer Moos, einzelne Teilflächen in der Eggstätt-Hemhofer-Seenplatte, sehr groß nur im Wurzacher Ried bei den Haidgauer Quellseen). *Cladium* geht jedoch nach eigenen Beobachtungen und Mitteilung von Kollegen (Bruno Haas im Raum Garmisch-Murnau) ebenfalls zurück. Dieser subjektive Eindruck müsste in einer Folgeuntersuchung bearbeitet werden und, wenn er bestätigt wird, die Ursachen des Rückgangs geklärt werden.

Kalkoligotrophe Schwingrasen können in überschaubarer Zeit nur unter sehr günstigen Bedingungen neu entstehen; Voraussetzung ist die sehr starke Vernässung kalkoligotropher Streuwiesenbrachen. Fast immer erfolgt die Entwicklung hier jedoch über *Sphagnum fallax-Carex rostrata*-Watten direkt zum Pseudohochmoor (BRAUNHOFER 1969). Die wenigen kalkoligotrophen Schwingrasen in kleinbäuerlichen Torfstichen haben eine hohe Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz. Sie sind gegenüber *Sphagnum fallax*-Watten in Torfstichen aber eine extreme Minderheit. Im Rahmen der von uns untersuchten Renaturierungsprojekten hat sich kein einziger kalkoligotropher Schwingrasen entwickelt. Die komplexen Standortvoraussetzungen und der Artenpool in angrenzenden Flächen sind nicht mehr gegeben.

In ca. 80 % der Flächen ist *Scorpidium* zurückgegangen oder erloschen, der *Drepanocladus intermedius*-Verein ist etwas weniger betroffen. In den Schwingrasen erfolgte der Rückgang überwiegend durch die natürliche Sukzession zu Pseudohochmooren. In den Streuwiesen ist eine deutliche Abhängigkeit vom Niederschlag erkennbar, wobei sich im Niederschlagsgradienten auch die Intensität der Umgebungsnutzung ändert. Am Nordrand des Jungmoränengebietes ist Ackerbau möglich, während der Alpenrand auch jetzt noch eine fast reine Grünlandregion ist und aufgrund der Topografie auch überwiegend weniger intensiv bewirtschaftet wird.

In der Niederschlagszone bis 1.250 mm/a liegen die drei weitgehend stabil gebliebenen Vorkommen in Streuwiesentälchen, die von Hochmoor und Wald umgeben sind, also ein sehr sauberes Einzugsgebiet haben. Im übrigen Gebiet erfolgte der Rückgang durch Brache, Grundwasserabsenkung, Grabenpflege oder Überflutung mit verschmutztem Wasser.

Streuwiesen sind im Vergleich zum Ausgangsbestand 1969/72 deutlich stärker zurückgegangen als Schwingrasen, auch wenn sie absolut immer noch weit größere Flächen einnehmen. Sie sind durch menschliche Nutzung und Bewirtschaftung entstanden und können somit erhalten werden. Zwischen 1750 und 1800 gab es landwirtschaftliche Anleitungen zur Entwicklung von Streuwiesen, u. a. im Allgäu zur Umnutzung von Flachsäckern oder Teichböden. Neuentwicklungen wie damals sind nicht mehr möglich, auch hier ist der Artenpool in der Landschaft nicht mehr gegeben, da weit konkurrenzstärkere Arten die angrenzenden Flächen besetzen und die Etablierungsnischen nutzen würden. Eine Neuentwicklung von Braunmooskomplexen könnte durch Beweidung gestörter Moore bei Vorhandensein von Restpopulation Erfolg haben.

Da sich die Vorkommen von Braunmooskomplexen in Schwingrasen mittelfristig fast alle in Richtung Pseudohochmoor entwickeln werden, hat der Naturschutz bei der Erhaltung dieser Moosvereine über die Streuwiesenpflege eine hohe Verantwortung.

Warum aber soll sich der Naturschutz mit großem Aufwand um eine so unscheinbare Gruppe wie die hier im Mittelpunkt stehenden Braunmoose kümmern?

Wie viele Extremstandorte sind die extrem kalkoligotrophen Flachmoore relativ artenarm. Darin gleichen sie den echten Hochmooren, die sich nur durch das Fehlen von Arten der Übergangsmoore auszeichnen. Kalkflachmoore ohne diese Moosarten sind oft artenreicher. Gerade die attraktiven Arten wie Orchideen und Enziane sind in weniger nassen und kalkreichen Mooren häufiger, zudem kommen viele dieser öffentlichkeitswirksamen Arten auch noch in Pfeifengraswiesen vor.

Die Antwort liegt in der Analyse der noch vorkommenden gut erhaltenen Streuwiesen. Streuwiesen können nicht in Parzellen, sondern nur in Moorlandschaften oder Kleineinzugsgebieten mit oligotrophem Wasser in einem guten Erhaltungszustand gesichert werden. Dies schließt immer eine Bandbreite der Standortbedingungen ein. Bricht hier der äußerste „Eckwert“ (kalkreich, oligotroph, sehr nass) weg, so rutscht automatisch der angrenzende Habitattyp oder Biotoptyp zum äußeren Rand des Streuwiesengradienten (siehe 7) und damit in die höchste Gefährdungsstufe. Die Erhaltung der extrem kalkoligotrophen Bestände der Quell-Davallseggen-Moore ist daher die Voraussetzung für die Sicherung eines guten Erhaltungszustandes der kalkreichen Enzian-Mehlprimel-Streuwiesen und der artenreichen *Molinia*-Streuwiesen.

Der *Scorpidium*-Verein kennzeichnet in Mehlprimel-Streuwiesen den kalkreich-nassen Eckwert. Unter weniger kalkreichen Bedingungen sind *Sphagnum recurvum*, *Eriophorum angustifolium* und *Carex rostrata* häufig die Arten, die die nassesten oligotrophen Teilhabitate eines Streuwiesenkomplexes anzeigen.

3.5 Bewaldete Übergangs- und Hochmoore

3.5.1 Überblick

Großflächige degradierte bewaldete Moore waren bei der Erstaufnahme 1969/1973 nicht im Fokus der Bestandsaufnahme. Die für den Naturschutz noch bedeutenden Moore sollten vor weiterem Abbau und Moorkultivierung bewahrt werden, damals war die Devise „Schutz“ und noch nicht Renaturierung. Dies hat sich zwischenzeitlich geändert. Moorrenaturierung ist, insbesondere auch mit Blick auf den Klimaschutz, der Reduktion der Treibhausgase durch Wiedervernässung, ein gesellschaftlich akzeptiertes Ziel. Mit Fichtenforst bestockte Randbereiche naturnaher Moore wurden erfasst, jedoch nicht großflächige Forste auf Moor. Die in der Wiederholungsaufnahme erfassten bewaldeten Moorflächen umfassen aber repräsentativ den gesamten Niederschlagsgradienten. Die Ergebnisse geben daher für die Entwicklung von Zielen für Renaturierungen auch in damals nicht erfassten Fichtenforsten auf Hochmoortorf wertvolle Hinweise. Sie ermöglichen Chancen von Maßnahmen in den entsprechenden Niederschlagszonen einzuschätzen.

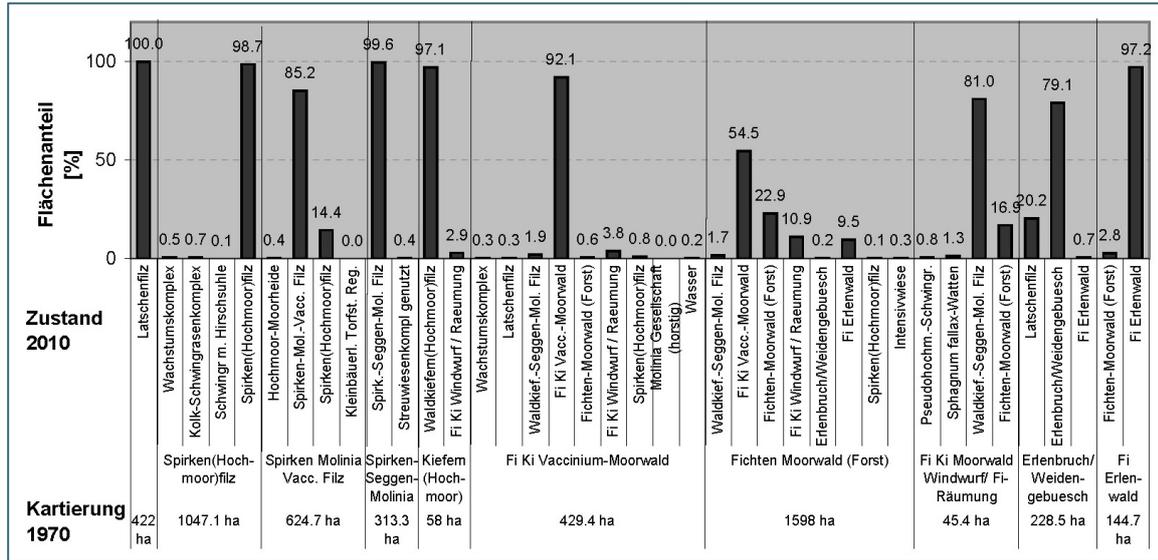


Abb. 61: Entwicklung der bewaldeten Übergangs- und Hochmoore und Fichtenforste auf Hochmoortorf mit Flächenangaben im gesamten bayerischen Voralpengebiet.

Latschenfilze sind im Rahmen der Erfassungsgenauigkeit stabil geblieben. Die Spirkenfilze umfassten in der Erstaufnahme ein breiteres Trophiespektrum, hier kamen Bestände mit überwiegend Niedermoorarten, *Molinia*-dominierte und solche mit dominant Hochmoorsphagnen vor. In dem Zeitraum von 40 Jahren zeigt sich sehr deutlich die Tendenz zur Ombrotrophierung, der Entwicklung zum Hochmoor-Spirkenfilz, aber auch eine Zunahme der Fichten, vor allem in der Verjüngung.

Im Hinblick auf den Moor- und Klimaschutz sehr positiv ist die Entwicklung der artenarmen Fichtenforste auf Hochmoortorf. Hier haben sich etwa 55 % in 40 Jahren zu Beerstrauch-Waldmoos-Fichtenwäldern entwickelt, ca. 25 % blieben „Forst“ und in ca. 10 % wanderten Erlen ein mit der Tendenz einer Sukzession zum Fichten-Erlenbruch. Die Torfmoose kolonisierten Windwurfflächen.

3.5.2 Vergleich zwischen den Naturraumgruppen (Ost-West Gradient)

Neben der pflanzengeographisch wichtigen Spirken-Latschengrenze zwischen Chiemgau und Isar sind besonders die Waldkiefernfilze und die minerotraphenten Filze interessant. Die Waldkiefernfilze haben ihren Schwerpunkt im Chiemgau, vor allem was sehr alte, fast natürlich erscheinende Vorkommen betrifft (Schönramer Filz, Freimoos bei Halfing, beide schon bei PAUL und RUOFF (1927) dokumentiert, Kesselseemoore in der Eggstätt-Seeoner Seenplatte). Im Allgäu sind es gut erkennbar meist jüngere Sekundärentwicklungen in Torfstichen, die selbstverständlich auch im Chiemgau vorkommen.

Die vergleichend erfassten Latschenfilze im Chiemgau haben sich kaum verändert. In Beständen, in denen 1970 fast keine Torfmoose vorkamen sind diese häufiger geworden, das lässt sich aber im Erfassungsmaßstab nicht darstellen. Deutlich minerotrophe Latschenfilze kommen nicht vor, da die großen Latschenfilze sekundär auf Hochmoorweiten entstanden. Sukzessionsstadien in brach liegenden Streuwiesen sind so licht, dass sie noch als Streuwiesenbrachen kartiert wurden. Die durch Hirsche aufgelichteten und eutrophierten Bestände im Sossauer Filz sind ein Sonderfall (Abb. 68).

Über Spirkenfilze liegt von WAGNER (2000) eine Monographie vor. Minerotrophe Filze mit Flachmoorseggen (*Carex lasiocarpa*) und *Molinia*-dominierte Filze haben ihren Schwerpunkt im Allgäu (510 ha, ca. 300 ha im Ammer-Loisach-Hügelland); im Chiemgau kommt als Hauptbaumart in den minerotrophen, sekundären Filzen die Waldkiefer vor. Die Filze sind ombrotropher geworden. Alle minerotrophen Spirkenfilze sind dichter geworden, dies dokumentiert sich auch an dem Rückgang lichtbedürftiger Arten wie *Carex chordorrhiza*. Diese Art wird in Filzen durch Bulttorfmoose und Beersträucher verdrängt.

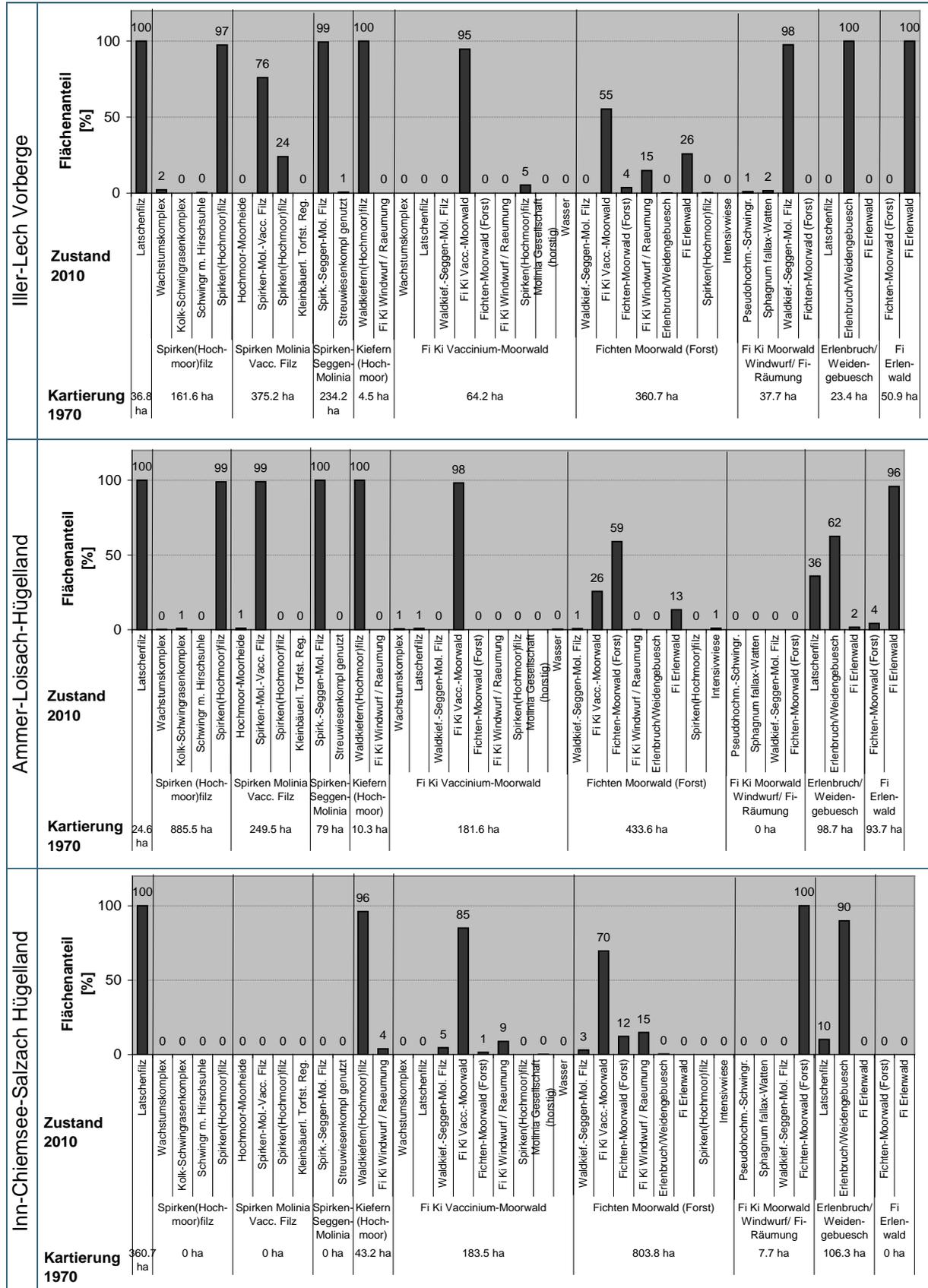


Abb. 62: Entwicklung der bewaldeten Moore in den drei Naturraumgruppen zwischen 1970 und 2013: Nur im Inn-Chiemsee-Salzach-Hügelland kommen im Alpenvorland Latschenfilze vor, in den zwei anderen Naturraumgruppe kommen sie nur in den Gebirgsmooren vor (siehe Karte in Abb. 63).

Da zumindest ein großer Teil der minerotropen Filze aus Waldweide hervorgegangen ist, sollten wieder Flächen in extensive Beweidung genommen werden, zumindest dort, wo Weidezeiger wie *Juniperus communis* und *Veratrum album* noch vorkommen. In Hochmoor-Spirkenfilzen, in denen Beersträucher dominierten, hat die Torfmoosdecke deutlich zugenommen. Hier liegt mit fast 900 ha der Schwerpunkt im Ammer-Loisach-Hügelland.

Die Auswertung der Fichtenforste auf Hochmoortorf in den Naturraumgruppen zeigt, dass der Anteil von Mooren, in denen die artenarmen Fichtenbestände mit Beersträuchern und Torfmoosen regenerieren, im Chiemgau am geringsten ist (55 %) und im Allgäu die höchsten Werte erreicht (85 %). Dies korreliert mit der Lage größerer forstlich genutzter Moore in den Naturraumgruppen. Im Chiemgau liegen sie unter oder knapp über der 1.300 mm/a Linie, im Ammer-Loisach-Hügelland deutlich über 1.300 mm/a und im Allgäu um 1.400 mm/a. Im gesamten Niederschlagsgradienten entwickelten sich in Torfstichsohlen und Senken der Mooroberfläche Bestände mit Torfmoosen, wobei zum Rand der Hochmoorregion Übergangsmoor-Torfmoose überwiegen (*Sphagnum palustre*, *Sph. girgensohnii*, *Sph. fimbriatum*, *Sph. warnstorffii*, besonders an Gräben auch *Sph. fallax*). In Kapitel 3.5.3 werden Beispiele aktiver Stimulierung der Torfmooskolonisation und des Torfmooswachstums analysiert.

Abb. 63 verdeutlicht die Verbreitung der verschiedenen Filztypen in einer räumlich feineren Auflösung als die Diagramme in Abb. 62. Latschenfilze sind im Alpenraum von Berchtesgaden bis in das Allgäu verbreitet. Im Chiemgau prägen sie auch die großen Filze im Vorland. Spirkenfilze bilden häufig die bewaldeten Hochmoore Ammer-Loisach-Hügelland, die Ostgrenze ist die Isar. Östlich der Isar kommen aber immer noch Filze vor, in denen hochwüchsige Bergkiefern einen bogigen Stammfuß haben (Benediktenfilz, Haken in den Chiemseemooren) oder zumindest Moore, in denen einzelne spirkenartige Individuen auffallen.

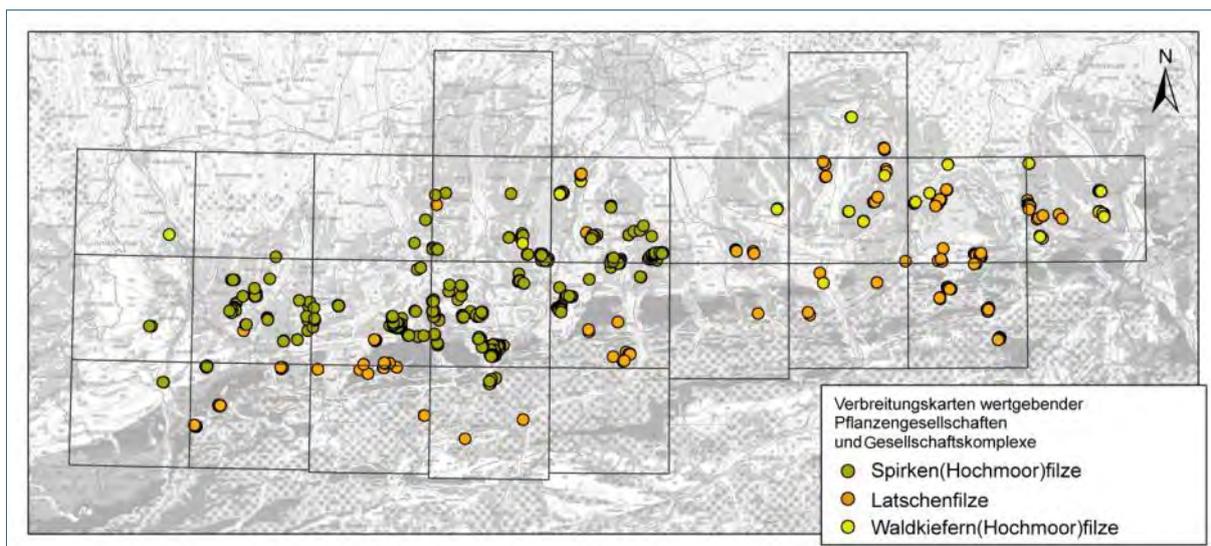


Abb. 63: Hochmoorfilze in den voralpinen Naturräumen und im Gebirgsraum. Es gibt ein deutliches Verbreitungsmuster der Haupt-Baumarten.

Die Waldkiefer kommt in verschiedenen Moorwaldtypen vor, von Bruchwäldern über Fichtenmoorwälder bis zu verheideten Mooren mit ziemlich dichtem Waldkiefernbestand; derartige Bestände sind hier nicht erfasst. Die Waldkiefernfilze, die in dieser Karte dargestellt sind, haben alle eine fast geschlossene Mooschicht, in der *Sphagnum magellanicum* dominiert. Es sind also Filze mit Pseudohochmoor- oder Hochmoor-Wachstumskomplexen in der Zwergstrauch- und Mooschicht. Sie kommen verstreut im gesamten Vorland vor, allerdings mit einem sehr deutlichen Schwerpunkt im Chiemgau. Die meisten sind gut erkennbare Sukzessionsstadien in alten Torfstichen; offensichtlich verbreiten sich die Samen der Waldkiefer weiter und etablieren sich zunächst besser.

Das Vorkommen im Moor beim Haltepunkt Reichholzried (8126-02) ist keineswegs das westlichste. Wir fanden Waldkieferfilze auch im Württemberger Allgäu, aber ausschließlich als Regenerationsstadien in alten Torfstichen. Im Chiemgau gibt es jedoch einige Filze, die schon PAUL und RUOFF (1927) beschreiben haben. Sie sind also zumindest über ein Jahrhundert stabil geblieben. Sie erinnern auffällig an die baltischen Waldkiefermoore, lediglich *Ledum palustre* fehlt.

3.5.3 Fallstudie Rodung bzw. Auflichtung von Fichtenbeständen auf Hochmoortorf

Über die Renaturierung entwässerter Hochmoore mit sekundären Fichtenbeständen liegen noch wenige Dokumentationen über längere Zeiträume vor. Hier werden die von uns im Rahmen der Kartierung erfassten Projekte beschrieben, auch um eine Datenbasis für Nachuntersuchungen zu haben. Die Stichprobenzahl ist leider nur sehr gering, jedoch zeigt sich, dass auch bei geringen Jahresniederschlägen eine erfolgreiche Besiedlung mit Torfmoosen erfolgen kann. Unsere fünf Stichproben decken immerhin einen Niederschlagsbereich von 1.000–1.300 mm/a ab. Hier sollte gezielt versucht werden die Stichprobenanzahl zu erhöhen, um diese Aussage zu belegen.

Die Entfernung alter Fichtenbestände bei Rückstau war in folgenden Mooren bereits erfolgreich bzw. erfolgversprechend oder es deuten sich zumindest erfolgversprechende Entwicklungen an:

7938-04-A Murner Filz bei Wasserburg	(1.017 mm/a)
8132-06-A Flachtenbergmoos (Kerschlach)	(1.082 mm/a)
8332-04-A Trischelfilz, Filz nördl. Vorderkehr	(1.150 mm/a)
8140-03-C Nördl. Chiemseemoore, Burghamer Filz	(1.278 mm/a)
8140-07-X Wildmoos bei Bergen	(1.321 mm/a)

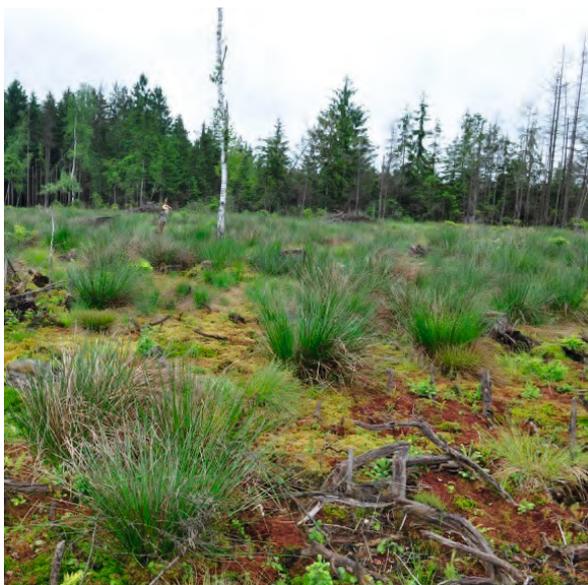


Abb. 64: 2009 gerodeter Fichtenforst auf Hochmoortorf, Zustand 2012. Die Besiedlung mit *Sphagnum magellanicum* ist beeindruckend. Wildmoos bei Bergen, 8140-07-X (1.321 mm/a).



Abb. 65: Sturmwurflläche von 1990, um 2000 abgeräumt. Besiedlung mit *Sph. magellanicum* und Beersträuchern. Murner Filz bei Wasserburg, 7938-04-A (1.017 mm/a). Der Erfolg wurde durch Rückstau ermöglicht.

In zahlreichen weiteren Mooren erfolgte die Rodung erst vor weniger als fünf Jahren, daher ist eine Aussage zur Entwicklungstendenz noch nicht möglich. Ein Monitoring sollte unbedingt erfolgen. Im bayerischen Voralpengebiet sind Fichtenforste noch vor Hochmoorgrünland die verbreitetste Nutzung entwässerter Hochmoore. Die Klimagasentwicklung (insbes. Kohlendioxid) durch Torfabbau ist in die-

sen Beständen sehr hoch. Eine Renaturierung ist daher prioritär und diese sollte die Erfolgchancen im voralpinen Klimagradien berücksichtigen. Komplettrödungen sind besonders dann erfolgversprechend, wenn eine massive Rückstauung und flächige Vernässung möglich ist. Sonst ist eine vorsichtige Auflichtung eher zu empfehlen.

3.5.4 Synthese

Spirkenfilze und Latschenfilze haben deutlich unterschiedliche Verbreitungsschwerpunkte. Die Latsche ist im Chiemgau die fast ausschließlich vorkommende Wuchsform und sie zieht sich in Gebirgsmooren von Berchtesgaden bis in die Allgäuer Alpen durch.

Latschenfilzen sind natürliche Glieder in der Hochmoorzonation, großflächige bewaldete Moore entstanden auf Hochmoortorf nach Vorentwässerung. Spirkenfilze sind ebenfalls Bestandteil der Hochmoorzonation, großflächige homogene Bestände sind jedoch vorwiegend durch Bewaldung von Nieder- und Übergangsmooren entstanden (vgl. dazu ausführlich WAGNER (2000)). In den Spirkenfilzen aller Trophiestufen nimmt die Fichte zu, sie hat offensichtlich die effektivere Verjüngungsrate. Große minerotrophe Latschenfilze gibt es dagegen nicht.

Waldkiefernfilze haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im östlichen Chiemgau. Nur dort kommen sehr alte, natürlich erscheinende „Waldkiefernhochmoore“ vor. Im ganzen Gebiet kommen sie sekundär in nassen Torfstichen vor, da sich die Waldkiefer offensichtlich leichter ausbreitet als die Bergkiefer.

Moorwälder mit dominantem Auftreten von Fichte sind natürliche Bestandteile der Hochmoore, sie bilden dort das untere Randgehänge (s. Abb. 18 und Abb. 19). Fichten kommen aber auch natürlich in minerotrophen Spirkenfilzen und in Randlag-Bruchwäldern vor, also in Niedermoorwäldern. Alle **natürlichen** Bestände mit Fichten sind sehr stark zurückgegangen, sie waren auch bereits zum Zeitpunkt der Erstaufnahme selten. Dies ist verständlich, da Moore vom Rand her kultiviert wurden.

Indikator für natürliche Bestände mit Fichten sind oft Plattenfichten, eine Wuchsform, die sonst an der Waldgrenze vorkommt, da sie an Raureif und hohen Schneedruck angepasst ist. Die Fichte ist in den natürlichen Beständen in den Mooren des Voralpengebietes zwar die dominante Baumart, kommt aber nie in Reinbeständen vor. Je nachdem ob sie im Randsumpf (Randlag) oder im Randgehänge vorkommt, sind die Begleitarten Schwarzerle oder Bergkiefer (Spirke). Fast immer mischen sich auch die Waldkiefer und die Moorbirke in die Bestände. Die noch erhaltenen Randzonen mit Fichtenmoorwäldern sind in den Blattbeschreibungen und den zusammenfassenden Auswertungen der Naturraumgruppen dokumentiert.

Die Auswertung zeigt, dass durch Vernässung naturnahe Fichtenwälder aus Forsten entwickelt werden können, ab 1.300 mm Jahresniederschlag bereits langsam durch natürlichen Grabenverfall, bei geringeren Niederschlägen ist zusätzlicher Rückstau zwingend. Fichten-Übergangs- und Fichten-Niedermoorwälder können sich im gesamten Niederschlagsgradienten in nassen rückgestauten Torfstich-Becken entwickeln, dies auch bei Niederschlägen unter 1.000 mm. Hier ist der Rückstau besonders wichtig, da solche Wälder die Grenzvorkommen der Hochmoorarten sichern.

Sekundär sollten Moorwälder in den Randzonen, die häufig nicht geschützt sind, entwickelt werden. Im Allgäu wurde dazu ein Konzept zur Ausweisung von Schutzwäldern um Hochmoore mit Vertretern der Forstverwaltung am 20. Juli 2011 bei einer Geländebegehung der „Allgäuer Moorallianz“ abgestimmt (H. Weixler, stellvertretender Forstbetriebsleiter, Forstbetrieb Sonthofen). Um die besten vollständig zonierte Hochmoore und Filze des Sulzschneider Waldes und des Kemptener Waldes soll ein Schutzstreifen zur Sicherung der Erhaltung und Entwicklung der Moorrandzone ausgewiesen werden. Die wichtigsten Randzonen sollen über die Forsteinrichtung als arB-Flächen (**a**ußer **r**egelmäßigem **B**etrieb) ausgewiesen werden.

Die halboffenen Moorwälder sind dichter geworden und die offenen Moorweiten werden besonders in der niederschlagsärmeren Zone langsam verkleinert. Die ökologische Bedeutung ist jedoch sehr groß; für viele Tier- und Pflanzenarten sind sie von hoher Bedeutung (LEDERBOGEN et al. 2004). Da Moorränder durch intensive Nutzung immer schärfer werden, gewinnen die inneren Ränder an Bedeutung. Bei den minerotrophen Spirkenfilzen hat sich extensive Beweidung, wo möglich verbunden mit einer Schwendung, als erfolgreiches Konzept erwiesen (LEDERBOGEN et al. 2004). Bei den Hochmoorfilzen sollen die Auswirkungen einer natürlichen Vernässung beobachtet werden.

Ein Monitoring der Verdichtung von Moorwäldern und der schleichenden Verschiebung von Grenzen der Moorweiten ist im unsicheren und kritischen Bereich zwischen 1.200 und 1.300 mm/a unbedingt nötig. Darunter ist der Rückgang offener Flächen sicher nachgewiesen, im Niederschlagsbereich über 1.300 mm/a entstehen durch Vernässung offene Weiten neu. Hier sind also Maßnahmen im Hinblick auf Moorweiten zumindest mittelfristig nicht so dringend.

In dieser Niederschlagszone liegen aber die meisten Moore in denen Waldweide wieder verstärkt zum Einsatz kommen könnte.

3.6 Gebirgsmoore und Hirscheinflüsse auf Moore

Die Gebirgsmoore sind im Hinblick auf die natürliche Sukzession weitgehend stabil geblieben. Oft können einzelne Schlenken oder Gehölze im Fotovergleich wieder identifiziert werden (vgl. Abb. 66 und Abb. 67).



Abb. 66: 1970, Kronberger Moos am Tatzelwurm (8338-05)



Abb. 67: 2012, Kronberger Moos am Tatzelwurm (8338-05, DSC_1910.JPG)

Die Struktur der Schlenken und das Latschenfilz des Kronberger Moores (Tatzelwurm) sind nach 40 Jahren kaum verändert (1970, Abb. 66; 2012, Abb. 67). Die Fotos stammen aus unterschiedlichen Jahreszeiten und wurden mit verschiedenen Kameras aufgenommen. Die lang gestreckte Schlenke ist in beiden Fotos in ihrer Form identisch. Auf dem Foto von 1970 ist die Birke im Hintergrund bereits als kleines Bäumchen vorhanden, sie ist in den folgenden 40 Jahren im Gegensatz zu den Latschen deutlich gewachsen, ebenso sind die Fichten deutlich höher geworden.

In den meisten Gebirgsmooren wurde jedoch gegenüber 1970 eine sehr deutliche Zunahme der Einflüsse durch Hirschpopulationen in empfindlichen Kolken mit Schwingrasen nachgewiesen.

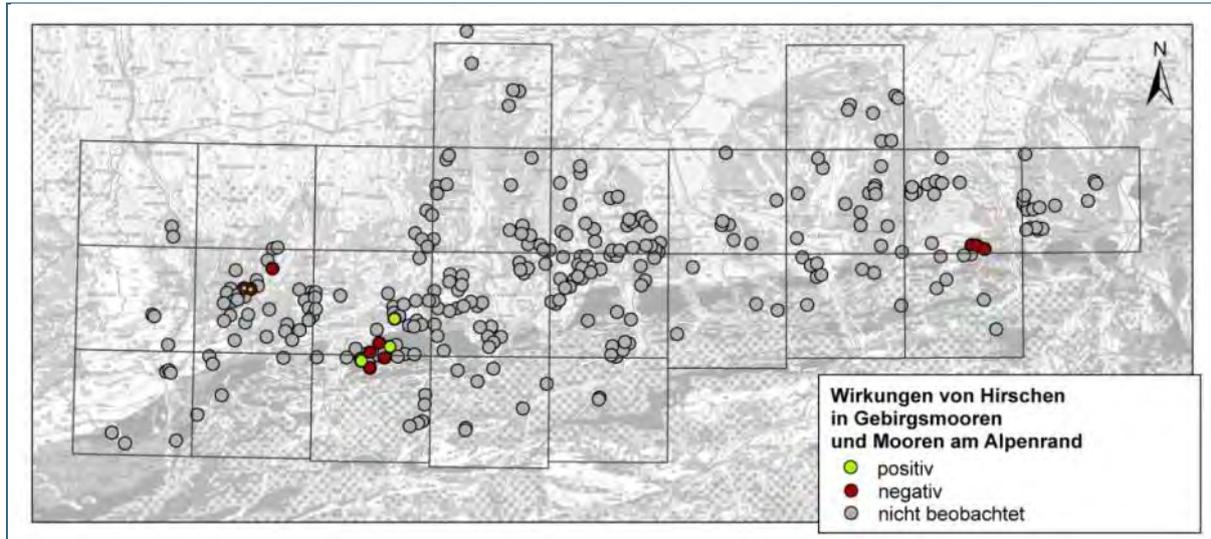


Abb. 68: Hirsche in Gebirgsmooren und Mooren am Alpenrand, roter Punkt sehr starke Schäden.

Negativ sehr starke Schäden – roter Punkt

- 8140-06 Sossauer Filz
- 8140-07 Wildmoos
- 8328-03 Schornmoos
- 8328-07 Mehlblock Moos Ost
- 8330-06 Schwefelfilz Südwest
- 8330-11 Wasserfilz
- 8330-14 Hochrieskopf
- 8530-02 Krottenstein
- 8530-04 Kugelwälz Wurzenberg
- 8530-07 Geigersau

Positiv, da nur gemäßigte Dichte und Ersatz von Waldweide – grüner Punkt

- 8328-07 Mehlblock Moos Teile vom Westteil
- 8330-06 Schwefelfilz Ost
- 8330-12 Heinzenmoos
- 8530-05 Wurzenberg

Keine Hirsche vorkommend oder nur sporadisch durchwandernd: grau



Abb. 69: Offene Moorweite durch Einfluss der Hirschpopulation im Mehlblockmoos (8328-07) im Kemptener Wald (Fegen, Äsung, Schälen der Spirken). Guter Zustand (!); das Filz ist aufgelichtet, aber die Torfmoosdecke weitgehend geschlossen. DSC_5453.JPG



Abb. 70: Sehr stark durch die Hirschpopulation gestörte Moorweite. Durch starkes Zertreten und Suhlen bei einer zu hohen Konzentration auf der Fläche bleibt fast nur Torfschlamm. Mehlblockmoos (8328-07)



Abb. 71: Salzlecke im Krottensteinmoos (8530-02); die Mooswatten in der Schlenke sind zertrampelt, *Sphagnum majus* war in dieser Fläche 2014 nicht mehr nachweisbar. DSC01349.JPG

Insbesondere in den Mooren im Ammergebirge sind sehr deutliche Schäden durch Hirsche an den Kolken nachzuweisen; dies liegt am Jagdmanagement. Das Problem wurde in der „Auswertung Allgäu“ ausführlich behandelt. Da die offenen Moore ideale Schussschneisen abgeben, werden Salzlecken mit Vorliebe am Rand der Kolke angelegt. Die Hirsche stehen daher in den Torfmooswatten. Betroffen sind dadurch die in Bayern fast nur in den Gebirgsmooren vorkommenden Schlenkentorfmoose, in erster Linie *Sphagnum majus* (siehe Kapitel 4 Leitarten).



Abb. 72: Intakter großer Kolk mit *Sphagnum majus* im Krottensteinmoos (8530-02), einer der wenigen großen Vorkommen, die 2014 noch erhalten waren. DSC01352.JPG

4 Entwicklungen von Leitarten und Reliktarten

Die naturschutzfachliche Bedeutung der Moorökosysteme und wesentliche ihrer Ökosystemdienstleistungen ergeben sich aus dem Arteninventar der Gesellschaften, wobei hier oft nur wenige Arten bzw. Artengruppen von Bedeutung sind. Aufgrund ihrer Anpassung an extreme Standortbedingungen reagieren viele charakteristische Arten der Übergangs- und Hochmoore sensibel auf Standortveränderungen und können deswegen als Indikatoren für Entwicklungstrends herangezogen werden. Bereits bei der Erstaufnahme wurde deswegen auf einige Arten besonders geachtet. Heute lassen sich für diese Trends ableiten, die im Wesentlichen die Eutrophierung und Entwässerung oder Nutzungsaufgabe der Moore widerspiegeln. Bemerkenswerterweise gibt es in den vergangenen vier Jahrzehnten sowohl Gewinner als auch Verlierer.

Die **Braunmoosvereine** sind sowohl in Streuwiesen als auch in Kalkoligotrophen Schwingrasen stark zurückgegangen, dabei ist der Rückgang von ***Scorpidium scorpioides*** am dramatischsten. Die Ursachen sind Entwässerung, Intensivierung, Brache, Nährstoffeinträge bei Überflutungen und über den Grundwasserpfad. Primäre Standorte dieser Arten gibt es nur sehr wenige (kalkoligotrophe Quellen in Mooren), sie benötigen Streuwiesennutzung. Daher sind diese Arten prioritär bei der Streuwiesenpflege (Kapitel 3.4 und 6.4) beschrieben.

Utricularia intermedia und ***Rhynchospora fusca*** gehören zu den wenigen Arten, die fast ausschließlich in Übergangsmooren vorkommen. In den untersuchten Mooren konnten die Arten weitgehend stabil bleiben. Obwohl Braunmooskomplexe mit diesen Arten durch Sukzession stark zurückgegangen sind, konnten sich diese beiden Arten in den Folgestadien bislang halten. In den nächsten Jahrzehnten dürften jedoch auch diese stark zurückgehen. Wie schon für die Braunmoosvereine ist auch hier die Pflege von Streuwiesen mit diesen Arten prioritär.

Carex chordorrhiza ist zwar in den meisten Mooren, in denen die Art 1974 dokumentiert wurde, noch präsent, jedoch sind ihre Populationen fast überall stark zurückgegangen. Ursache ist die fortschreitende Sukzession, d. h. die Entwicklung zu Gebüschern und Übergangsmoorwäldern und zu Pseudohochmooren mit wenigen Schlenken.

Rhynchospora alba und ***Drosera intermedia*** sind Gewinner; sie sind Erstbesiedler offener nasser Torfe und wurden durch die Moorrekultivierung gefördert. Die Bestände dürften aber bald aufgrund der Besiedlung mit Bultorfmoosen zurückgehen.

Sphagnum cuspidatum scheint erloschen zu sein, obwohl HÖLZER (2010) die Art in Mooren als verbreitet einstufte. An fast allen eindeutig identifizierbaren Fundorten meiner Untersuchung von 1969-1973 ist die Art nicht mehr präsent. Auffindbare alte Belege sind eindeutig korrekt bestimmt. Bereits PAUL (1932) dokumentiert eine große Variabilität der Arten der Sektion Cuspidata im Hinblick auf Wasserstand, pH-Wert, Carbonat-Angebot. Eine ausführliche Literaturanalyse findet sich bei HÖLZER (2010 S. 158–169), daraus: Höheres N-Angebot reduziert bei *Sphagnum cuspidatum* den Wuchs.

Sphagnum angustifolium und besonders ***Sphagnum fallax*** reagieren positiv auf das N-Angebot. Diese Arten sind aktuell Gewinner in der Moorentwicklung, so dass auch für *Sphagnum cuspidatum* Eutrophierung als eine wahrscheinliche Ursache für sein Verschwinden erscheint.

Sphagnum majus ist wie *Sphagnum cuspidatum* durch Stickstoff-Einträge gefährdet. *Sphagnum fallax* nimmt auch an seinen Standorten zu. In den Kolken der Gebirgsmoore ist die Art jedoch besonders durch Anlage von Salzlecken am Rand der Kolke und von Schussschneisen zurückgegangen und weiterhin bedroht.

Sphagnum magellanicum war in den letzten Jahrhunderten der wichtigste Torfbildner in Hochmooren. HÖLZER (2010) vermutet aufgrund von Befunden von TWENHÖVEN (1993) in Zukunft durch Nährstoffeintrag Konkurrenzverschiebungen zugunsten ***Sphagnum fallax***. Noch wird der Rückgang von *Sph. magellanicum* durch diese schleichende Verschiebung meinen Aufzeichnungen nach durch Neubesiedlung in regenerierenden Hochmoorheiden, Fichtenforsten und durch Sukzession in Streuwiesenbrachen aufgefangen, allerdings aufgrund der breiten Amplitude der Art in anderen Habitattypen (vergl. auch HÖLZER 2010). Insgesamt ist die Art **noch** ein Gewinner

Sphagnum palustre*, *Sphagnum warnstorffii und andere Niedermoor-Torfmoose sind „Gewinner“. Die Niedermoor-Torfmoosarten profitieren von der Entwicklung kalkoligotropher Übergangsmoorkomplexe in Richtung Pseudohochmoor, sie kolonisieren aber auch erfolgreich Sekundärstandorte: vorrangig sind dies Torfstiche mit Moorwald oder *Molinia*, oder nasse Streuwiesenbrachen. Da sie nicht ausschließlich auf Niederschlagswasser angewiesen sind, können sie auch Sekundärstandorte (z. B. Torfstichbecken mit lateralem Wasserzufluss) in der Zone unterhalb 1.100 mm N/a besiedeln. Sie sind damit auch wichtige Indikatoren für den Erfolg der Renaturierung von Mooren im klimatischen Grenzbereich.

Hochmoor-Flechtenheiden mit einer hohen Diversität an Strauchflechten waren mit knapp 250 ha in der Bestandsaufnahme von 1969/72 vertreten und sind um ca. 90 % zurückgegangen. In den Heiden wurden damals immer mehrere Arten nachgewiesen. Rezent konnte jedoch nur noch ***Cladonia arbuscula*** und ***C. rangiferina*** nachgewiesen werden. Der Rückgang an Flechtenheiden als Folge der Entwicklung wachsender Hochmoorkomplexe ist wünschenswert und ein Ziel der Moorregeneration.

Allerdings gibt es auch in wachsenden Hochmooren trockene Bulte und besonnte Heiden an Torfstichrändern. Das totale Erlöschen dieser Flechtenarten in vielen Mooren muss also noch weitere Ursachen haben, da potenzielle Habitate nach wie vor vorhanden sind. Wir vermuten Luftverschmutzung und Nährstoffeinträge (als die gleiche Ursache wie bei der Förderung von *Sphagnum angustifolium* incl. fo. *fallax*). Für diese Hypothese spricht, dass die Populationen der Strauchflechten in den Alpenmooren nicht erkennbar zurückgegangen sind.

Entsprechend dem Schwerpunkt der Erstaufnahme wurden spezielle floristische Untersuchungen zu Glazialrelikten nicht durchgeführt. Für zwei interessante Arten liegen jedoch Daten vor. Von *Betula nana* waren alle 1979–1974 dokumentierten Vorkommen noch erhalten, es wurden einige neue Funde in die Dokumentation aufgenommen. Die Vorkommen von *Carex magellanica* im Ammergebirge sind ebenfalls noch erhalten.

5 Regenerationsspotenzial im Klimagradienten

Die ausgeprägte Abhängigkeit der Hochmoore vom Wasserhaushalt limitiert in Bayern nicht nur ihr Vorkommen weitgehend auf den kühl-feuchten Bereich des Alpenvorlandes. Entlang des steilen Klimagradienten von Norden her auf den niederschlagsreichen Alpenrand zu, erhöht sich auch die Vitalität der Torfmoose und damit das Regenerationsspotenzial dieser Ökosysteme nach Entwässerung und Torfstecherei. Wir stellen hier die in den letzten 40 Jahren beobachtete Hochmoorregeneration in Abhängigkeit vom Jahresniederschlag dar.

Gestützt auf Klimawandelszenarien, die ein „Heranrücken“ der Bereiche geringen Jahres-, insbesondere aber Sommerniederschlags prognostizieren, wagen wir eine Maßnahmenpriorisierung für den langfristigen Zeithorizont der Entwicklung wachsender Hochmoore. Neben der Klimasensitivität berücksichtigen wir dabei auch die Klimarelevanz torfbildender Vegetation bzw. der Torfzehrung mit einer Abschätzung der korrespondierenden Treibhausgasemissionen.

5.1 Die Hochmoorentwicklung analysiert nach Niederschlagszonen

Für die Entwicklung torfbildender Vegetation lassen sich im Rückblick auf die Entwicklungen der degradierten Hochmoore und Torfstiche in den letzten 40 Jahren im Voralpenraum drei Niederschlagszonen unterscheiden (Abb. 73 unten).

Unter 1.000 mm/a Jahresniederschlag wurde in Hochmoorweiten keine Regeneration beobachtet. Um 900 mm/a verheideten sogar natürliche Moorweiten, die 1974 noch Wachstumskomplexe trugen. Ebenso wurden hier auch natürliche, damals offene Moorweiten mit Birken besiedelt. Trotz geringer Stichprobenanzahl (3) dürfen hier selbst bei Maßnahmen keine großen Erwartungen hinsichtlich Heidereneration aufgebaut werden. Demgegenüber waren in Torfstichsohlen selbst in diesem relativ trockenen Klimabereich geschlossene Decken an Schwingrasen entwickelbar. Die Voraussetzung hierfür war jedoch neben dem Einstau der Torfstichbecken zusätzlich ein lateraler Wasserzufluss mit oligotrophem Moorwasser. Auch hierin zeigt sich, dass die Moorregeneration unter 1.000 mm/a Niederschlag limitiert war.

Zwischen 1.000 und 1.300 mm/a ist die Entwicklung unterschiedlich und stark abhängig von der lokalklimatischen Situation und der Nähe zur 1.300 mm Linie. Unter 1.100 mm waren in einigen Fällen geringe Zunahmen torfbildender Vegetation auf degradierten Hochmoorweiten zu verzeichnen, allerdings auch vollständiges Ausbleiben von Regeneration. Wiedervernässungen zeigten erste Erfolge. Für die Schwingrasenentwicklung in Torfstichbecken sind Einstau und Zusatzwasser Voraussetzung. Zwischen 1.100 und 1.300 mm ist die Entwicklung torfbildender Vegetation besonders auf Hochmoorweiten heterogen. Die Hochmoorregeneration verläuft deutlich langsamer als bei höheren Niederschlägen und ist stark von guten Startbedingungen abhängig: In größeren Hochflächen ohne lateralen Abfluss regenerieren die Moore gut, ebenso bei viel torfbildender Vegetation bereits 1970 (noch aktives Selbsterhaltungspotenzial). Bereits Schlitzgräben wirken jedoch stark limitierend, ebenso randliche Drainage. Einstaumaßnahmen zeigten gute Erfolge. Die Torfstichsohlen regenerierten auch ohne Zusatzwasser und zeigen eine Entspannung der Niederschlagsknappheit an.

Ab 1.300 mm/a ist eine regelmäßige und starke Zunahme torfbildender Vegetation in Hochmoorweiten zu verzeichnen. Torfstichregeneration blieb nur bei anhaltender Drainage aus. Die Vitalität der Torfmoose zeigt sich auch in der weitgehenden Unterdrückung von Birkenanflug ab 1.200 mm Jahresniederschlag und in der langsamen Moorwaldregeneration auf Rodungsflächen. Ab Niederschlägen von 1.400 mm/Jahr wurde sogar beobachtet, dass alte Bäume aufgrund von Vernässung absterben.

5.2 Klimawandeleinflüsse

Exemplarisch für jede der drei Niederschlagszonen < 1.000 , $1.000 - 1.300$ und > 1.300 mm/ Jahr betrachten wir die zu erwartenden zukünftigen klimatischen Veränderungen für je ein Moor anhand von Daten des F&E-Projekt des BfN „Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen“ (Abb. 73). Generell ergibt sich das Bild der Verschiebung der Niederschlagszonen auf die Alpen zu und insbesondere einer angespannteren Wasserbilanz in den Sommermonaten. Dies ist die kritische Jahreszeit für Moore (Mai bis September), weil bei relativ hohen Temperaturen und längeren Trockenperioden die Moosschicht und der oberste Torfkörper austrocknen können. Zusätzlich negativ wirkt sich das in dieser Zeit starke Gehölzwachstums aus. In trockenen Sommern haben die Gehölze gegenüber den Torfmoosen einen Konkurrenzvorteil (Transpiration, Assimilation, starkes Wachstum, biologische Entwässerung).

Im Haspelmoor mit **weniger als 1.000 mm Jahresniederschlag** ist bereits im Referenzzeitraum 1961–1990 ab dem Monat Mai die Wasserbilanz nur schwach positiv und der Juli zeigt sich mit einer negativen klimatischen Wasserbilanz (temperaturabhängige Verdunstung gegen den Niederschlag gewertet (Abb. 73). Selbst im feuchten Klimaszenario ist bis 2055 mit vier Monaten Sommertrockenheit zu rechnen, die sich im trockenen Szenario noch verlängert. **Hochmoorwachstum scheint in dieser Niederschlagszone zukünftig nicht mehr möglich.** Bereits in den letzten 40 Jahren wurde Verheidung und Birkenanflug auf Wachstumskomplexen beobachtet.

Für den Niederschlagsbereich **1.000 bis 1.300 mm/a** wird das Bernrieder Filz betrachtet (Abb. 73), für das die Referenzjahre 1961-1990 eine durchgängig positive Wasserbilanz ausweisen und in dem durch Maßnahmen und natürlichen Grabenverfall großflächig, wenn auch schleppend, Torfmooswachstum erzielt werden konnte. Sowohl für das feuchte als auch für das trockene Klimaszenario, zeigt die zukünftige Wasserbilanz jedoch Ähnlichkeiten zu den aktuellen Bedingungen im Haspelmoor: Fast trockene und viele nur schwach feuchte Monate. Für die Zukunft ist der Niederschlagsbereich bis 1.300 mm/a somit als **kritisch** hinsichtlich Erhaltung und Regenerationsspotenzial einzuschätzen. **Nur bei rascher und sehr weitgehender Wiederherstellung eines ungestörten Wasserhaushaltes und damit des Selbsterhaltungspotenzials wachsender Hochmoore bestehen gute Erfolgsaussichten.** Mikroklimatische Besonderheiten (kühle Kessellage) sollten bei der Priorisierung berücksichtigt werden.

Im Niederschlagsbereich größer **1.300 mm/a** ist die Wasserbilanz in allen Monaten sowohl im Referenzzeitraum 1961–1990 als auch in dem feuchten und trockenen Klimaszenario deutlich positiv. Wir nehmen als Beispiel das Attenloher Filz. Es ist noch kein Gebirgsmoor hat, aber fast doppelt so viel Niederschlag wie das Haspelmoor (Abb. 73). Das trockene Szenario ähnelt jedoch dem aktuellen Klima der Zone $1.000 - 1.300$ mm/a. Regenerierten in dieser Zone in der Vergangenheit nicht zu stark gestörte Moore selbständig, **so können in einer pessimalen Zukunft auch hier Maßnahmen notwendig werden** (Grabenverschluss), um den Regenerationserfolg sicherzustellen. Im Hinblick auf die für Moore kritischen Trockenperioden im Sommer ist die regionale Unsicherheit der Abschätzung der Klimaentwicklung, gerade im Stauraum der Alpen besonders hoch.

Stellt man diese Abschätzungen zukünftiger Entwicklungen in den langfristigen Kontext der Klimafluktuationen seit der nacheiszeitlichen Wärmezeit, so möchten wir betonen, dass trotz der zu erwartenden Verschiebung der Klimazonen im Voralpin und dem unausweichlich erscheinenden Verlust der am nördlichsten gelegenen Hochmoore **speziell im Voralpenraum besonders günstige Voraussetzungen vorliegen, wachsende Hochmoore zu erhalten.** Die Stauwirkung der Alpen und der Niederschlagsreichtum in Voralpenland wird schon von PAUL und RUOFF (1927, S. 76–77) als Ursache dafür gesehen, dass sich hier die in Nordeuropa so deutlich abzeichnenden Grenztorfschichten weniger deutlich ausgeprägt finden. Diese Schichten stark zersetzten Torfes werden mit einer subborealen

Trocken- und Wärmeperiode in Zusammenhang gebracht (Lufttemperatur um ca. 2° höher als um 1900, was unter Berücksichtigung des rezenten Klimawandels um die Mitte diesen Jahrhunderts erreicht sein dürfte). Zwar sind auch im Voralpenraum *Eriophorum*-Anhäufungen und Stubbenhorizonte als Indizien einer temporären Verheidung und Gehölzentwicklung auf Moorweiten zu erkennen, jedoch weniger stark eine Torfzersetzung, die auf eine tiefgründige Austrocknung der Torfkörper schließen ließe.

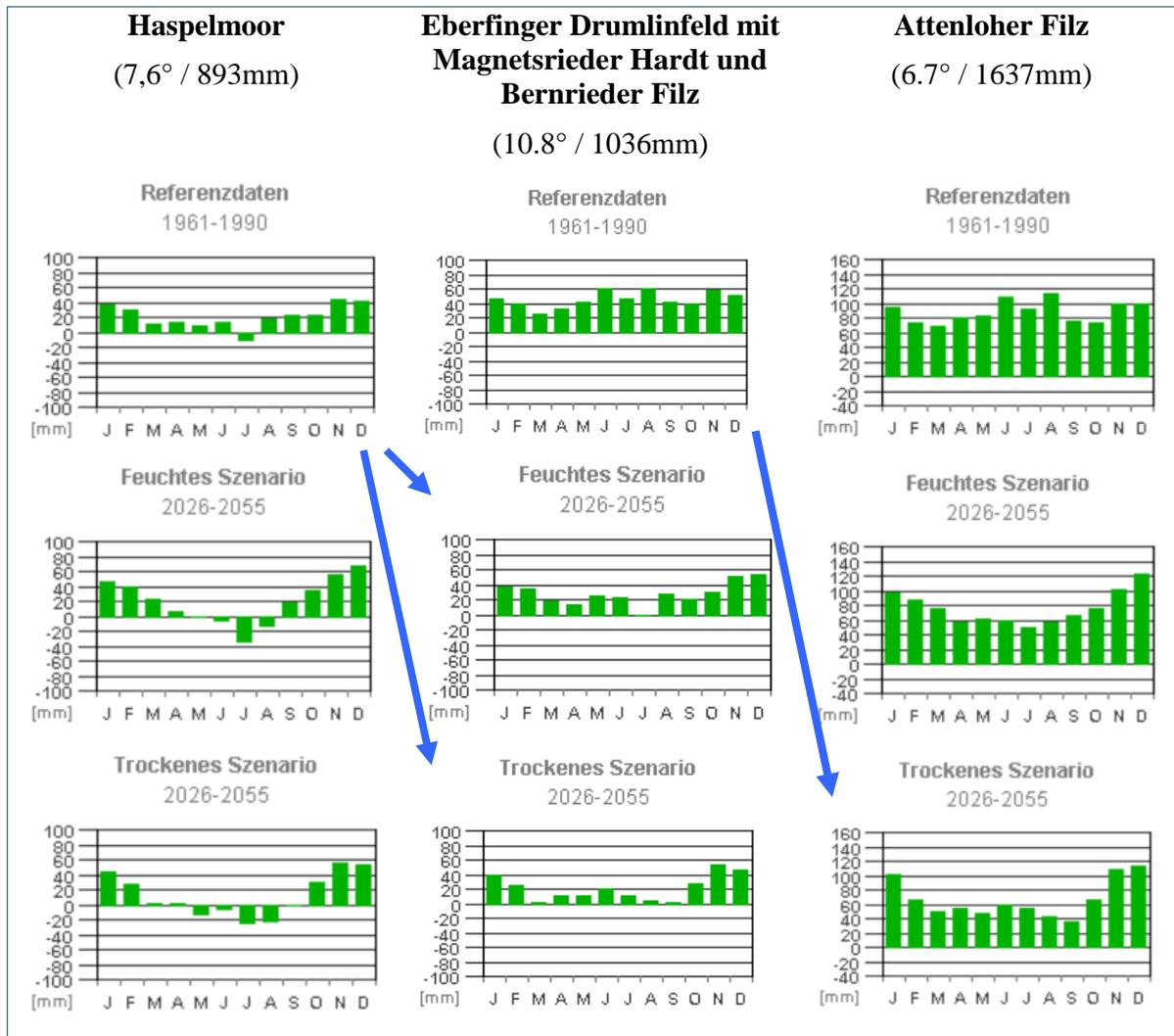


Abb. 73: Klimatische Wasserbilanz im aktuellen Klima (Referenzdaten) und in einem trockenem und einem feuchtem Klimawandelszenario für je ein Moor aus den drei Niederschlagsklassen:

Das Haspelmoor mit weniger als 1.000 mm, das Bernrieder Filz mit knapp über 1.000 mm und die Attenloher Filzen mit über 1.300 mm Jahresniederschlag. Zusätzlich ist zu jedem Moor die Jahresmitteltemperatur im Referenzzeitraum angegeben. Die Pfeile symbolisieren die zu erwartende Verschiebung der Klimazonen zum Alpenrand hin und damit die Limitierung zukünftiger Moorentwicklung auch im Niederschlagsbereich 1.000–1.300 mm Jahresniederschlag.

Datenquelle: F&E-Projekt des BfN „Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen“.

5.3 Klimawandelrelevanz

Die Regeneration der Hochmoore hat in den vergangenen 40 Jahren auch zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen geführt, die bei Torfzersetzung in dränierten Moorkörpern und bei der Flutung von Torfstichbecken frei werden (Methan), bis sich eine Schwingrasendecke gebildet hat (Oxidation). Wir versuchen hier eine **größenordnungsmäßige Bewertung** dieser grundsätzlichen Synergien zwischen Moorschutz und Klimaschutz und schätzen die vermiedenen Treibhausgasemissionen und die aktuell noch frei werdenden Treibhausgase aus Hochmoortorfen ab.

Dazu betrachten wir

- (i) die Heideregeneration aus Moorheide, Flechtenheide und Stillstandskomplexen zu Wachstumskomplexen oder *Sphagnum fallax*-Watten;
- (ii) die Regeneration kleinbäuerlicher Torfstiche zu Wachstumskomplexen, Schwingrasen, *Sphagnum fallax*-Watten oder dem Regenerationskomplex (kleinbäuerlicher Torfstich regeneriert);
- (iii) die Regeneration großflächiger Torfstiche aus offenen Torfflächen und aus initialen Regenerationsstadien zu Wachstumskomplexen, Schwingrasen, *Sphagnum fallax*-Watten und teilweise regenerierten Komplexen (großflächiger Torfstich in Teilen regeneriert).

Die Regeneration von Fichtenforst auf Hochmoortorf kann leider trotz sehr großer Flächen (vgl. Abb. 61) nicht angesprochen werden, da Emissionsfaktoren für Moorzäuner (noch) nicht verfügbar sind, um die freiwerdende Menge an CO₂-Äquivalenten pro Hektar und Jahr abschätzen zu können.

Basierend auf den Emissionsfaktoren von DRÖSLER et al. (2013) unterscheiden wir im Ausgangsstadium 1970 und dem aktuell regenerierten Zustand folgende Emissionskategorien:

- trockenes Hochmoor mit Grundwasserständen um 18 cm unter Flur (dränierte Hochmoorweiten, nicht abgebaute „Rippen“ zwischen Torfstichbecken und offene Torfflächen, 9,6 t CO₂-Äquivalenten pro Hektar und Jahr als Größenordnung der Emissionen),
- naturnahes bzw. wiedervernässtes und regeneriertes Hochmoor mit Grundwasserständen um 10 cm unter Flur (0,1 t und somit größenordnungsmäßig emissionsneutral),
- überstaute Torfflächen mit Grundwasserständen von 14 cm über Flur (Torfstichbecken v.a. in frischen kleinbäuerlichen Torfstichen, 8,3 t als Größenordnung der Emissionen).

Die zugeordneten Emissionsfaktoren beruhen nur auf wenigen Stichproben (zwei bis drei), welche zum Teil stark streuen, so dass sie nur als Größenordnungen interpretiert werden können.

Abb. 73 bilanziert die Regeneration in Heiden und Torfstichen für die Gesamtfläche der angesprochenen Hochmoore im bayerischen Voralpenraum. Insgesamt wird heute durch die Regeneration von 2.306 ha gestörter Hochmoore im Zeitraum 1970 bis 2010/13 jährlich die Emission von 12.763 t CO₂-Äquivalenten eingespart.

Tab. 9: Vermiedene Treibhausgasemissionen durch Regeneration der Heiden, der kleinbäuerlichen Torfstiche und der großflächigen Torfstiche. Quelle der Emissionsfaktoren: DRÖSLER et al. 2013.

Vegetation 1970	Zustandsbeschreibung	Flächenanteile der Emissionskategorien [%]			Regenerierte Fläche 2010/13 [Hektar]	Zustandsbeschreibung	Flächenanteile der Emissionskategorien [%]			Emissionsveränderung [t CO ₂ -Äqu./Jahr]
		trocken	naturnah	überstaut			trocken	naturnah	überstaut	
		9.6 t	0.1 t	8.3 t			9.6 t	0.1 t	8.3 t	
Heide	Großflächig entwässerte Hochfläche	100%	0%	0%	520	Großflächiger Wachstumskomplex	0%	100%	0%	-4'940
Kleinbäuerlicher Torfstich	Komplex aus trockenen Rippen, undränierten Hochflächen und überstauten Sohlen	30%	30%	40%	974	Trockene Rippen blieben bestehen, überstaute Sohlen mit Schwingrasen bedeckt	30%	70%	0%	-3'195
Großflächiger Torfstich	Komplex aus trockenen Rippen und trockenem offenem Torf	100%	0%	0%	812	Trockene Rippen blieben bestehen, eingestaute Sohlen mit Schwingrasen bedeckt	40%	60%	0%	-4'628
Summe					2'306					-12'763

Die Bilanzierung zeigt die Synergien zwischen Moorregeneration und Klimaschutz auch im Fall der Hochmoore auf. Zusätzlich besteht hier im Gegensatz zu den stark landwirtschaftlich genutzten Niedermooren ein wesentlich geringeres Konfliktpotenzial. Vielmehr haben auf Hochmoorflächen Naturschutz und Klimaschutz gleiche Interessen, während die Interessen von Klimaschutz und Landwirtschaft auf Niedermoorflächen stark divergieren können.

Unsere größenordnungsmäßige Abschätzung zeigt allerdings auch, dass Klimaschutz nicht die alleinige Triebfeder für die Hochmoorregeneration sein kann, sondern dass die naturschutzfachlichen Zielsetzungen von mindestens ebenso großer Bedeutung bei der Maßnahmenplanung sein müssen. Insbesondere im Fall der kleinbäuerlichen Torfstiche, die historisch bedingt aus einem eng verzahnten Nebeneinander aus trockenen Rippen und nassen Becken bestehen und wertvolle Komplexhabitate darstellen, sind Maßnahmen zu prüfen, wenn durch Vernässung der Rippen dieses Lebensraummosaik beeinträchtigen. **Zukünftige Maßnahmen zur Hochmoorregeneration sollten sich aus Sicht des Moorschutzes klar auf die heute noch trockenen Heiden auf dränierten Hochmoorweiten fokussieren.** Die Renaturierungsprozesse der Vergangenheit bewirkten eine Regeneration von 71 % der großflächigen und 60 % der kleinbäuerlichen Torfstiche. Hier verbleiben nur geringe Restflächen für weitere Regenerationsmaßnahmen mit aktuell geringen Treibhausgasemissionen (ca. 1'300 t CO₂-Äqu. pro Jahr im Fall der großen und 62 t im Fall der kleinbäuerlichen Torfstiche). Demgegenüber ist der Anteil regenerierter Heidestadien nur 52 %. Es verbleiben 457 ha Heide mit aktuellen Emissionen von ca. 4'400 t CO₂-Äquivalenten pro Jahr (siehe Abb. 74 und Tab. 10).

Die Priorität von Regenerationsmaßnahmen sollte dabei auf Flächen in der Niederschlagszone 1.000 bis 1.300 mm/Jahr gelegt werden, in der aktuell 238 ha und damit etwa die Hälfte der Heidevorkommen dokumentiert wurde. Aufgrund der zu erwartenden Klimaveränderungen sollte hier das Selbsterhaltungspotenzial der Torfkörper so rasch wie möglich revitalisiert werden um weiteren Torfschwund und die damit verbundenen Emissionen zu vermeiden.

In der Zone mit weniger als 1.000 mm Jahresniederschlag (1961–90) sind aktuell nur fünf ha Heidefläche dokumentiert. Maßnahmen sind hier auch aus Klimaschutzsicht nur unter besonders günstigen Umständen (Wasserdargebot, Naturschutz) sinnvoll. Auch wenn die Klimarelevanz des wahrscheinlichen Verlustes dieser Torflagerstätten natürlich nicht ohne weiteres in Tonnen CO₂- Äquivalenten pro Jahr quantifizierbar ist und damit nicht den Regenerationserfolgen im Niederschlagsband 1.000 bis 1.300 mm/Jahr gegenübergestellt werden kann, so lassen die Klimaszenarien aus pragmatischer Sicht keine andere Empfehlung zu.

Eine flächenspezifische Ursachenanalyse bedürfen die 214 ha Heidefläche, die trotz hoher Niederschläge (> 1.300 mm/Jahr) nicht regenerierten. Bereits geringe Wasserrückhaltmaßnahmen auf der Fläche sollten hier rasche Erfolge bringen. Aufgrund der auch zukünftig hohen Niederschläge ist jedoch weniger Eile als im trockeneren Niederschlagsbereich 1.000 bis 1.300 mm/Jahr geboten (Aktivierung des Selbsterhaltungspotenzials).

Diese Aussage bezieht sich Explizit nur auf die 1969–1970 untersuchten Hochmoorflächen. Wie mehrfach erwähnt, wurden die großen bewaldeten Moorflächen mit Fichtenforst auf Hochmoor und Übergangsmoortorf damals nicht erfasst, können also auch in einer Wiederholungsuntersuchung nicht bilanziert werden. Hier besteht noch Untersuchungsbedarf.

6 Priorisierung von Maßnahmen für den Naturschutz

6.1 Regeneration von (vor-)entwässerten Hochmoorhochflächen

Der Überblick über 40 Jahre Moorentwicklung auf vorentwässerten und verheideten Hochmoor-Hochflächen hat gezeigt, dass, mit Ausnahme der Niederschlagszone unter 1.000 mm/Jahr, eine Regeneration unter derzeitigen Klimabedingungen erfolgen kann und diese durch Schließung der Schlitzgräben und/oder Aufstau der Sammler unterstützt werden kann bzw. muss. Die Analyse im Niederschlagsgradienten (Kapitel 5.1) zeigt, dass Unterstützungsmaßnahmen in den drei Niederschlagszonen unterschiedlich prioritär und aufwendig sind.

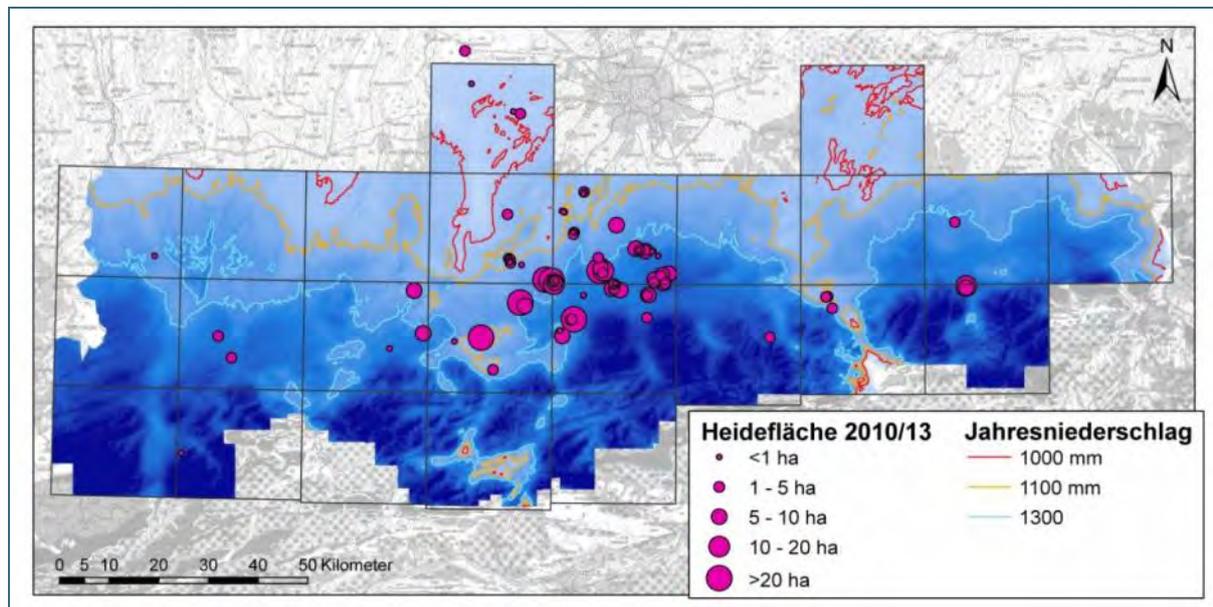


Abb. 74: Restheidevorkommen 2010/13 im Niederschlagsgradienten.

Große Heideflächen liegen auch heute noch in Niederschlagszonen, in denen Regeneration effektiv möglich ist. Die Heidefläche im „trockenen“ Bereich der Hochmoorverbreitung ist demgegenüber klein. Rezent vorkommende verheidete Hochmoor-Hochflächen haben einen deutlichen Schwerpunkt im Ammer-Loisach Hügelland. Es sind hier wahrscheinlich die höheren Temperaturen (vgl. Abb. 2), die im Vergleich zu den Iller-Lech-Vorbergen die Regeneration erschweren. Im Inn-Chiemsee-Salzach-Hügelland kommt hinzu, dass viele Moore vollständig abgebaut oder drainiert wurden und nun als intensives Grünland oder Forst genutzt werden.

Die Ausgangsbedingungen für die Moorregeneration sind somit nicht nur im Niederschlagsgradienten von Nord nach Süd, sondern auch im Ost-West-Vergleich regional unterschiedlich. Soll das Selbsterhaltungspotenzial wachsender Hochmoore schnellstmöglich reaktiviert werden, so ist das „warme“ Ammer-Loisach Hügelland zu priorisieren (mögliche Maßnahmenbündel siehe BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (LFU) (2010).

Generell sollte jedoch beachtet werden, dass auch Hochmoorheiden für den Artenschutz Bedeutung haben (Kreuzotter, Falter, Flechten), es sollte also nicht „um jeden Preis“ versucht werden alle Moorheiden zu vernässen.

Tab. 10: Die größten Restheidevorkommen in den drei Niederschlagszonen.

MOOR_ID	Moorname	Heidefläche [ha]	Jahresmitteltemperatur [°C]	Jahresniederschlag [mm]	Niederschlagszone
7932-04-X	Wildmoos östlich Moorenweis	0.12	7.7	956	<1000
7932-02-X	Wildmoos nördlich Etterschlag	0.57	7.7	979	<1000
7732-01-X	Haspelmoor	1.30	7.6	893	<1000
7932-03-X	NSG westlich Gilching (NSG Groebelmoos)	3.42	7.8	979	<1000
8340-01-X	Kendlmuehlfilz	10.00	7.7	1359	>1300
8134-07-X	Filze westlich von Königsdorf	13.39	7.8	1346	>1300
8340-01-X	Kendlmuehlfilz	14.93	7.7	1352	>1300
8334-07-E	Loisachfilz	20.78	7.7	1482	>1300
8134-07-X	Filze westlich von Königsdorf	25.23	7.8	1335	>1300
8132-12-B	Schechenfilz	11.66	7.7	1241	1000–1300
8332-05-B	Tannenbachfilz ost	21.57	7.2	1004	1000–1300
8332-10-D	Breitfilz	25.15	7.2	1269	1000–1300
8132-12-B	Schechenfilz	31.54	7.7	1222	1000–1300
8132-12-A	Weidfilz	71.01	7.7	1201	1000–1300

6.2 Torfstichsohlen und kleinbäuerliche Torfstiche

Die Regeneration von Torfstichsohlen ist in allen Niederschlagszonen möglich und hängt von der Wasserrückhaltung, der Kammerung und dem Mikrorelief ab. Unter 1.100 mm ist, als Input, Oberflächenabfluss aus den Torfkörpern der Umgebung zwingend. Kleinbäuerliche Torfstiche sind definitonsgemäß gekammert, so dass in der Regel nur die Blockierung von Gräben erforderlich ist. Je nach Wasserstand stellen sich dann Schwinggrasen oder Moorpolster direkt auf dem Torf ein.

Große offene Torfflächen regenerieren nur sehr langsam, da die Fläche extrem austrocknet und bei Starkregen Torf abgespült wird. Notwendig ist daher bei geeigneten großen Torfflächen eine Terrassierung nach dem Modell von Reisfeldern.



Abb. 75: Gekammerte Torfstichbecken mit deutlich voranschreitender Sukzession. Im Becken im Vordergrund dominieren die typischen Erstbesiedler: *Rhynchospora alba* und *Drosera intermedia*. Moor bei Obermoos, Teilgebiet Ost (8136-03, DSC_0096.JPG).

6.3 Drainageoptimierung unterlassen

2010/2013 wurden bei der Kartierung zahlreiche frisch ausgehobene Gräben festgestellt, auch in und am Rand von Schutzgebieten. Von Landwirten wird auch immer wieder nachgefragt, ob die Gräben zur Erleichterung der Pflege erneuert werden dürfen. Das ist fast immer auch mit einer Vertiefung verbunden. Oft wird, wenn dies nicht erlaubt wird, aus den Pflegeverträgen ausgestiegen. Dies ist eine Drohung bzw. ein Tatbestand, der im gesamten Voralpengebiet immer wieder zu hören ist. Weder Erneuerung der Gräben noch Brache kann jedoch langfristig eine Naturschutzstrategie sein. Nachvollziehbar ist, dass mit den Maschinen, die ein Grünlandbetrieb als Standard hat, sehr nasse Streuwiesen nicht befahren werden können. Geschieht das trotzdem, so sind die Schäden groß und nachhaltig. Die Pflege nasser oligotropher Streuwiesen muss über kostendeckende Pflegeverträge erfolgen.



Abb. 76: Frisch erneuerter und vertiefter Graben im Schutzgebiet Wolfsöd, 8334-11, DSC06377.JPG

6.4 Priorisierung von Mooren für Streuwiesenpflege und faire Aufwandsentschädigung

Viele Streuwiesen und Nasswiesen auf Niedermoor sind bereits stark degradiert, so dass sie mit den Maschinen befahren können, über die Betriebe mit Moorgrünland in der Regel verfügen.

Die Moore, an denen die Kalkflachmoor-Zeigermoose oder die Torfmoose der Hochmoorstreuwiesen noch vorkommen verlangen schwere, „normale“ Geräte nicht. Für die Pflege der nassesten und wertvollsten Moore müssen Wege gefunden werden, die eine sachgerechte, schonende Pflege ermöglichen.

Die Unterstützung der Pflegebetriebe muss die Kosten für angepasste, leichte Geräte abdecken. Die Staffelung der Unterstützung muss überprüft werden und die Anschaffungskosten für Geräte müssen durch langfristige Verträge gedeckt werden:

- Die Vertragsdauer muss so lange sein, dass sich Investitionen in Mähgeräte lohnen (die Einkommens- und Betriebssicherheit muss gewährleistet sein).
- Die Prämien müssen besser an die Anforderungen der sehr nassen Flächen angepasst werden (deutlichere Staffelung, die zeigt, dass sich die Pflege sehr nasser Flächen lohnt).

- Betrieben, die bereit sind sachgerecht zu pflegen, muss geholfen werden, ausreichend Flächen unter Vertrag zu bekommen.
- In Gebieten, die dem Staat oder Verbänden gehören muss eine Wiedervernässung angestrebt werden.



Abb. 77: Streuwiese mit Braunmoosen in sehr gutem Erhaltungszustand und einer hohen Diversität an Flachmoor-Streuwiesen. Moor bei Lauter, 8142-05, DSC_6300.JPG



Abb. 78: Hochmoorstreuwiese mit deutlich zu hoher Verletzung der Moosschicht durch zu schwere Geräte und falschen Mähzeitpunkt (das Moor war zum Mahdzeitpunkt wassergesättigt). Pechschnaid, 8142-06, DSC_1979.JPG

6.5 Gewässerqualität verbessern

Streuwiesen in Auen werden bei Hochwasser überflutet und, je nach Gewässerqualität, eutrophiert. Zu den Erhaltungsmaßnahmen für Streuwiesen in Auen gehört daher auch die Verbesserung der Wasserqualität der Flüsse und Bäche.

Die Gewässerqualität bei Hochwasser zu sichern ist in Zukunft jedoch eine besondere Herausforderung. Aus Gründen des Hochwasserschutzes müssen dezentral „in der Landschaft“ Überflutungsflächen bereitgestellt werden. Bei Hochwasser ist in der Regel das Wasser besonders belastet. Erosionsmaterial aus gedüngten Äckern, Überläufe von Kläranlagen und Sickergruben bringen Nährstofffrachten mit sich, die bei sinkendem Wasserstand abgelagert werden. Die Datengrundlage in diesem Projekt ist für die Absicherung des Rückgangs kalkoligotropher Arten durch Eutrophierung sehr gering, es sind dringend Vergleichsuntersuchungen in unterschiedlichen Auen erforderlich. Material mit lokalisierbaren Vegetationsaufnahmen für eine Wiederholungsuntersuchung liegt z. B. von BRAUN (1968), BRAUNHOFER (1978) und WAGNER (2000) vor. Der vorsorgende Hochwasserschutz und damit die Regeneration von Überflutungsflächen ist ein gemeinsames Ziel von Naturschutz und Hochwasserschutz. Um kostengünstig und schnell realisiert zu werden, darf er aber nicht zu Lasten der biotischen Lebensgrundlagen erfolgen. Es bedarf einer interdisziplinären und integrierten Planung.



Abb. 79: Die Ramsachüberflutungen sind die Entstehungs- und Erhaltungsvoraussetzungen der Auen-Überflutungsmoore im Murnauer Moos; seit Jahrzehnten bringen die das Murnauer Moos durchfließenden Bäche bei Hochwasser eutrophiertes Wasser ein. Die Vegetation hat sich dadurch seit 1970 erheblich verändert (MM, Teilgebiet Hohenboigen Moos, 8332-07, DSC_9283.JPG).

Sickerquellmoore am Hang sind besser vor Eintrag geschützt sofern ihr Wasser nicht von Trinkwassergewinnungsanlagen abgesaugt wird oder am Oberhang Intensivwiesen liegen. Außerdem sind sie fast immer sehr kleinflächig.

6.6 Beweidungsprojekte weiter unterstützen

Moore werden vermutlich erst seit dem 18. Jahrhundert regelmäßig als Streuwiesen genutzt. Vorher ist nur von Beweidung die Rede. BAUMANN (1895) dokumentiert zur damaligen Zeit ausschließlich Beweidung im Murnauer Moos (Weiderechte). v. HORNSTEIN (1959) dokumentiert Beweidung in Moorwäldern zurück bis in das 14. Jahrhundert. Ellenberg (1963 S. 50 ff) beschreibt die Entstehung von Wiesen aus Waldweide, in der mehr Laubheu als Wiesenheu gewonnen wurde. Wenn die Übergangsmoore in ihrer geschichtlichen Form durch Beweidung zumindest mit entstanden sind, so muss es auch Konzepte geben sie durch Beweidung zu erhalten (LEDERBOGEN et al. 2004, dort ausführlich behandelt, vgl. auch PERINGER, A. & ROSENTHAL 2009).

Im Rahmen der Bestandsaufnahme 2010/2013 wurden acht Moore bzw. Mooregebiete dokumentiert, die noch beweidet werden. In über 15 Mooren wurden *Juniperus communis* und andere Weidezeiger gefunden.

Durch den Tritt werden die Bulte und Schlenken herausmodelliert, bei nicht zu starker Trittbelastung regeneriert die Schlenkenvegetation innerhalb des Jahreszyklus. In Niedermoores behalten Kalkflachmoorarten, insbesondere Moose Anschluss zum Grundwasser. Die Ombrotrophierung bei hohen Niederschlägen wird verlangsamt.

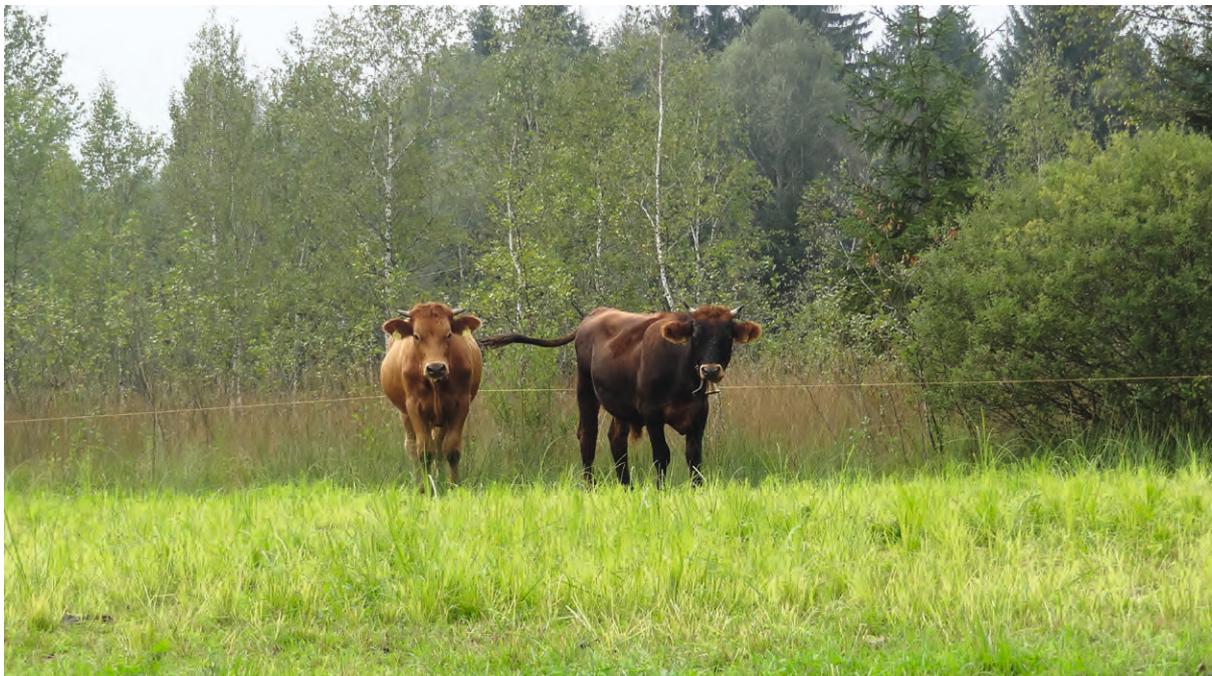


Abb. 80: Extensive Beweidung erhält vielfältige Moorkomplexe (Gaissach, 8334-02, DSC07265.JPG).

Im Rahmen der Wiederholungskartierung wurden folgende noch beweidete Moore erfasst: Bannwaldsee (8330-18, Nordwestteil), Mühlenberger Viehweide (8530-12), Lettigenbichel (8330-24), Wildsteig (8330-25), Moosenkopf an der Königsstraße (8330-23), Altenauer Filz (8332-06), Hohenkastener Filz westlich der Osterseen 8332-10-B, Murnauer Moos Süd (8332-07-F), Hochmoos bei Gaissach 8334-02.

6.7 Lichte Moorwaldkomplexe als neuen Schwerpunkt definieren

Bisher lag der Schwerpunkt von Entwicklungsmaßnahmen in Mooren auf der Entwicklung offener Hochmoore. Hier wurden beachtliche Erfolge erreicht. Dies soll auch so weiter gehen (Siehe Kapitel 6.1). Fichtenforste auf Hochmoor- und mächtigem Übergangsmoortorf nehmen jedoch weit größere Flächen ein als verheidete, vorentwässerte Hochmoore. Hier liegt also noch Potenzial. Kleinflächig

können, wenn Wasserrückstau möglich ist, offene oder halboffene Moorweiten entwickelt werden. Durch Grabenrückstau bzw. natürlichen Grabenverfall und Auflichtung können Beerstrauch-Torfmoos-Fichtenwälder entwickelt werden.



Abb. 81: Graben mit natürlichem Verfall, es entwickeln sich Torfmooswatten, die das Wasser weiter rückstauen, der Fichtenforst vernässt, Bäume sterben langsam ab, dadurch wird der Boden belichtet und Torfmoose kolonisieren den offenen Torf. Sossauer Filz, 8140-06, DSC_7307.JPG



Abb. 82: Torfstichsohle mit Entwicklung eines Übergangsmoorwaldes (*Sphagnum girgensohnii*, *Sph. fallax*, *Sph. palustre*). Moorkomplex Wildmoos bei Etterschlag, 7932-02, DSC05571.JPG

In Torfstichbecken können sich auch im niederschlagsarmen Band unter 1.100 mm/a sehr nasse Übergangsmoorwälder entwickeln.

Größere Moorwaldkomplexe mit eingewachsenen Torfstichen und alten Fichten und Kiefern sind ideal als Bruthabitat für den Schwarzstorch.

6.8 Umgebungsnutzung einbeziehen, von Einzelmooren zu Moorlandschaften

Moore, insbesondere Streuwiesen, müssen mit ihrem Wassereinzugsgebiet und der Umgebungsnutzung gesehen werden. Langfristig ist die Erhaltung wertvoller Bestände nur bei hohem Wasserstand mit sauberem Wasser realistisch. Wald in der Nachbarschaft ist günstig. Bei Intensivwiesen in der Umgebung und gutem Erhaltungszustand der Moore sollte eine Extensivierung der angrenzenden Wiesen angestrebt werden. Dies gilt insbesondere für Schwinggrasen in Kesselmooren und Streuwiesen in Muldenlage.

In dieser Hinsicht spielen Streuwiesen im Staatsforst eine wichtige Rolle. Die Bayerische Staatsforstverwaltung (BySF) hat eine ganz besondere Verantwortung zum Erhalt oligotropher Streuwiesen und Moore. Beispiele sind: Moore nördlich des Eibsees (8530-10 und -11), Moore im Wielenbachtal (8123-13), Breitenfilze im Ebenwald (8330-08), Erlwiesfilz (8132-03).

Die extensive und schonende Nutzung der engeren Umgebung ist jedoch nur der erste Schritt. Selbst in so großen Gebieten wie dem Murnauer Moos sind die Auenmoore durch die Gewässer des Einzugsgebietes kritisch belastet. Wir müssen von der Sicherung von Einzelmooren hin zum Schutz und der Entwicklung von Moorlandschaften kommen, die die gesamte Landschaftsmatrix, in die die Moore eingebettet sind, einbezieht. Dazu gehört das Abwasser der Siedlungen und Straßen, aber auch die Wasserentnahme für die lokale Trinkwasserversorgung oder für Bäder.

Für die Erhaltung unserer Moore sind demnach eine Vielzahl von Pflege-, Renaturierungs- und Verbesserungsmaßnahmen erforderlich. Diese lassen sich eigentlich nur in Gebieten mit hoher Dichte

schützenswerter Moore und Moorkomplexe realisieren und in Landschaften, die zumindest in großen Teilen noch nicht intensiv genutzt werden (hoher Waldanteil, noch wenig Biogasmais-Anbau, extensives Grünland noch nicht auf Fragmente beschränkt). Ein Beispiel dafür sind die Moore um die Wies. Aus diesem Gebiet zeigt Abb. 83 einen halbschematischen Ausschnitt.

Moorgebiet westlich von Wildsteig/Steingaden mit nahezu optimalen Voraussetzungen für den Schutz oligotropher Moore: Flachmoore in Auen, Hangquellmoore mit Braunmoosen, Übergangsmoore und ein Hochmoorkern. Leider ist die Besitzstruktur vermutlich nicht einfach um ein Modellvorhaben zu realisieren.



Abb. 83: Halbschematisches Maßnahmenkonzept für die integrierte Entwicklung eines Tales mit unterschiedlichen Moortypen und Maßnahmen innerhalb und außerhalb des engeren Schutzgebietes.
Luftbild: © GoogleEarth.

Auch wenn das Gebiet eher klein ist, sollten doch fast alle Ziele und Maßnahmen, die in den folgenden Empfehlungen aufgelistet sind, überprüft und ggf. realisiert werden:

- **Gewässerqualität:** Die beiden Bachläufe haben ein kleines Einzugsgebiet. Ihre Wasserqualität sollte durch Verwilderungs- und damit Selbstreinigungsstrecken vor Eintritt in das Gebiet verbessert und gesichert werden.
- **Rückstau (künstlicher Engpass) an der Straße im Norden:** Bei einem Zwangsrückstau würde bei Extremniederschlägen die Aue deutlich höher überfluten als jetzt, das Wasser sollte aber gerade bei Hochwasser sauber sein. Die oligotrophen Übergangsmoore im Mittelteil wären ein guter Indikator, inwieweit Hochwasserschutz und Sicherung oligotropher Lebensräume vereinbar sind.
- **Pflegegebiet erweitern:** Im Südwesten sollten Hangquellbereiche nach Erstpflege wieder regelmäßig genutzt werden.

- **Randzonen extensivieren:** Intensivwiesen in der Aue und an den Unterhängen extensivieren.
- **Beweidung erweitern:** Die kleine beweidete Parzelle im Westen könnte deutlich erweitert werden. Ein in Teilen beweideter, in Teilen gemähter und in einem weiteren Teil natürlich entwickelter Hang wäre auch interessant für ein vergleichendes Monitoring.
- **Entwässerung rückgängig machen:** Jüngere Gräben sollten geschlossen werden.

In den meisten der unten aufgelisteten Moorlandschaften und großen Mooregebiete, mindestens aber Teile von ihnen, befinden sich bereits Projekte in Planung und Umsetzung. Aus der Sicht dieser Wiederholungsuntersuchung ergeben sich vielleicht dennoch neue Aspekte bzw. es werden bestehende Schwerpunkte verstärkt.

- **Kemptener Wald und umliegende Moore:** Hier gilt es insbesondere die Hirschpopulationen besser zu steuern. Die Hirsche, die durch die Salzlecken in einigen empfindlichen Bereichen zu dicht stehen, sollten durch Verlegung der Salzlecken in weniger empfindliche Bereiche gelenkt werden.
- Die Beweidung durch Rinder im **Mehlblockmoos** sollte der Belastbarkeit der Moore angepasst werden.
- **Sulzschneider Wald:** Die Randzonen der Hochmoore sollten mit dem Staatsforst in ein Moorschutzkonzept einbezogen werden.
- **Moore um die Wies bis zur Ammer (Breitenfilz, Ebenwaldmoore):** Die Wieskirche ist Weltkulturerbe, die Moorlandschaft mit Streuwiesen und Allmenden könnte in ein integriertes Konzept eines „Weltkultur- und Naturerbes“ einbezogen werden. Über die Streuwiesenpflege hinaus, ist hier in den Auen eine Integration von dezentralem Hochwasserschutz, Gewässerqualität, Streuwiesenpflege und Extensivierung des Auengrünlandes anzustreben.
- **Murnauer Moos einschließlich Loisachmoore bis Pfrühlmoos:** Das Großschutzgebiet Murnauer Moos ist eines der leistungsfähigsten natürlichen Wasserrückhaltegebiete Bayerns. Die Flüsse bringen jedoch bei Hochwasser viel zu hohe Nährstofffrachten mit, die die Auen eutrophieren. Die Eutrophierung hat seit 1970 dramatisch zugenommen, kalkoligotrophe Lebenssträume sind in den Auen weitgehend erloschen. Die Einzugsgebiete müssen in das Schutzkonzept einbezogen werden.
- **Gebiet zwischen Staffelsee, Rottenbuch, Peißenberg und Oberhausen** (Grasleiten, Rotmoos im Zentrum). Es handelt sich um ein großes, wenig dicht besiedeltes Gebiet in der Nähe von München, das noch nicht von übergeordneten Straßen zerschnitten ist. Das sollte unbedingt so bleiben. Zahlreiche Hochmoorkerne liegen relativ geschützt im Wald, hier wäre die Moorwaldrenaturierung der Randzonen prioritär. Dort kommen auch noch kalkoligotrophe Streuwiesen vor. In den Auen ist integrierter Hochwasserschutz und Entwicklung von oligotrophem Auengrünland möglich.
- **Eggstätter-Seeoner Seenplatte:** In den Kleineinzugsgebieten der Toteiskessel sollte die Umgebungsnutzung extensiviert werden. Kontrolle der Lemberger Gumpen, Toteiskessel bei Stetten, Toteiskessel westlich und südlich von Kolster Seeon.
- **Stammbeckenmoore im Landkreis Rosenheim und Südliche Chiemseemoore:** In diesen Mooren werden zahlreiche Projekte umgesetzt. In den Nördlichen Chiemseemooren besteht noch Handlungsbedarf. Hier können noch große Flächen mit Fichtenforsten auf Hochmoortorf renaturiert werden (Positivbeispiele liegen im Gebiet vor Burghamer Filz 8140-03-C). Moorgrünland sollte extensiviert werden.

- **Pechschnaid (Knappenfeld / Lauter).** Hier handelt es sich um ein wenig zerschnittenes Mooregebiet mit hohem Waldanteil. Bei Niederschlägen über 1.450 mm/a sind die natürlichen Voraussetzungen für eine Moorrenaturierung gut. In den Mooren, die deutlich geneigt sind, sind Rücksturmaßnahmen durch flache Dämme erforderlich. Manche offene Torfflächen mit starkem Oberflächenabfluss haben sich seit 1970 kaum besiedelt. Erhaltenswert sind die Hochmoorstreuwiesen zwischen sekundären Waldkiefernbeständen, hier sind sehr leichte Pflegegeräte erforderlich.

6.9 Klimaschutz und Biodiversitätsschutz in Mooren, ein Interessensausgleich ist gut möglich

Durch die natürliche Entwicklung, zum Teil mit professioneller Unterstützung des Menschen, sind über die Hälfte der Hochmoorweiten, die 1970 stark degradiert waren, mit Torfmoosen regeneriert. Dies sorgt für einen klimaneutralen Zustand, bzw. für eine leichte Treibhausgassenke (THG-Senke). Die voralpinen Moore wachsen vielfach wieder!

In unseren Empfehlungen verbleibt aufgrund von Kriterien des Artenschutzes ein geringer Teil der Hoch- und Übergangsmoorfläche potenzieller THG-Emittent. Aufgrund vergleichsweise geringer Mengen ist ein Interessensausgleich mit Naturschutz jedoch konfliktfrei möglich. Dies zeigt folgende, erste sehr grobe Kalkulation:

Insgesamt wurden 5.850 ha Moorfläche erfasst, das dürfte etwa die für den Naturschutz relevante Fläche der Hoch- und Übergangsmoore im bayerischen Voralpengebiet sein. Davon sind etwa 5.550 ha in einem klimaneutralen Zustand oder sie sind sogar eine Klimagassenke bzw. sie könnten in den nächsten Jahrzehnten in einen solchen Zustand entwickelt werden (siehe Kap. 5 Klimagradient, 6.1 Heide und 6.7 Moorwälder). Dies ist ein erster Anhaltspunkt der möglicherweise zu positiv gerechnet ist, da die Fläche entwässerter Hochmoorrandbereiche, die nicht renaturiert werden können, nicht bekannt ist und Kanäle durch Moore laufen, die nicht eingestaut werden können.

Dem stehen etwa 100 ha Hochmoorheide und Flechtenkomplexe gegenüber, die aus Gründen des Artenschutzes nicht vernässt werden sollten und etwa 200 ha Übergangsmoore, in denen die Schwankungen des Wasserstandes unbedingt erhalten bleiben sollten (Überstauung im Winter bis Frühsommer, bis 10 cm unter Flur im Herbst). Eine Fläche von 300 ha bleibt also nach diesem Konzept THG-Emittent, diese könnte je nach Klimaentwicklung auch größer werden (Kap 5.3).

Diesen 300 ha bis 400 ha steht ein Vielfaches an entwässertem und intensiv genutztem Niedermoor gegenüber, in dem das Einsparpotenzial pro Hektar sehr viel größer ist als in den verbleibenden Hochmoortorfen.

Aus Bayern liegen uns keine Daten für die Flächen der Moortypen im Voralpengebiet vor. Geht man aber davon aus, dass aufgrund naturräumlicher Ähnlichkeit die Daten von Baden-Württemberg grob übertragen werden können, dann beträgt das Verhältnis von Hochmoor- zu Niedermoortorfen 2.100: 1.7000. Die Fläche der Niedermoortorfe ist also etwa 8,4-mal so groß wie die der Hochmoortorfe. Von den Niedermoortorfen ist ein weit geringerer Teil mit schutzwürdiger Vegetation bewachsen als in den Hochmoortorfen, in Baden-Württemberg liegen nur 7 % in Schutzgebieten, der Rest wird intensiv genutzt (Daten: Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg (MooreBW) BWplus; FKZ: BWM 10002/10003 Abschlussbericht).

Überträgt man die Verhältniszahlen als Anhaltspunkt auf Bayern dann stehen 300 ha THG emittierender Fläche in Hochmoor- und Übergangsmoor-Schutzgebieten (NSG, FFH) grob geschätzt 45.000 ha Intensivgrünland, Acker und Forst auf Niedermoor mit starken THG-Emissionen gegenüber. Dieser sehr überschlägige Vergleich zeigt, dass sich die Emissionen aus Naturschutzflächen, die im Hinblick auf Emissionsminimierung **nicht optimiert** werden sollten, im Bereich von weniger als einem Promille der Emissionen der Gesamtmoorfläche bewegen. Einen Zielkonflikt zwischen Biodiversitätsschutz und Klimaschutz in Mooren gibt es im Hinblick auf den Erhalt und die Renaturierung von Hoch- und Übergangsmooren so gesehen nicht.

Um diese vorläufige Einschätzung genauer kalkulieren zu können wird dringend empfohlen, die Moor- und Forstkarte, die Forsteinrichtung, eine Luftbildanalyse der Wälder und des Intensivgrünlandes, die Vektordaten der amtlichen bayerischen Vermessungsverwaltung (ATKIS) und die GIS-Daten dieser Wiederholungskartierung integriert auszuwerten.

7 Anhänge

7.1 Definition der Kartiereinheiten

Die Nummerierung folgt der Kodierung und der Gruppierung der Vegetationseinheiten in Tab. 1.

1 Hochmoor inkl. Degradationsstadien

1.1 Hochmoor-Wachstumskomplex

Pflanzensoziologische Einheit: Sphagnion medii Kästner & Flößner 1933 p.p.; Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi Hueck 1925; Oxycocco-Sphagnetum magellanicum.

Charakteristische Arten: *Sphagnum magellanicum*, *Sph. rubellum*, *Sph. recurvum*, *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium oxycoccos*, *Drosera rotundifolia*, *Andromeda polifolia*.

Struktur: 2 Schichten, Kraut und Zwergstrauchschicht kaum differenziert. Einzelne Individuen von Latschen im Komplex.

Vorkommen: Gesamtgebiet, wird in Lagen ab 750 m von *Trichophorum* dominierten Komplexen ersetzt.

Übergänge: Hochmoorheide; Pseudohochmoor, offene Moorwälder und Latschenfilze.

1.2 Hochmoor-Flechtenheide

Pflanzensoziologische Einheit: Sphagnion medii Kästner & Flößner 1933 p.p.; Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi Hueck 1925, trockene Varianten.

Charakteristische Arten: *Calluna vulgaris*, Strauchflechten, insbesondere *Cladonia arbuscula* und *C. rangiferina*.

Struktur: Trockene alte Besenheide, Flechten und Moospolster.

Vorkommen 1970: Vorentwässerte Hochmoore, trockene Rippen in Torfstichgebieten.

2010: bis auf eine Teilfläche in den Kendlmühlfilzen erloschen. Einzelne Gruppen von Strauchflechten noch vorhanden.

Übergänge: Unterwuchs in lichten Waldkiefernfilzen und zum Hochmoor-Stillstandskomplex.

1.3 Hochmoor-Stillstandskomplex

Pflanzensoziologische Einheit: Sphagnion medii Kästner & Flößner 1933 p.p.; Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi Hueck 1925, trockene Varianten, im Komplex mit artenarmen Caricetum limosae.

Charakteristische Arten: *Calluna vulgaris*, *Cladonia*-Arten der Rangiferina-Gruppe *Sphagnum cuspidatum*, *Zygogonium*, Algenbeläge.

Struktur: Trockene alte Besenheide, Flechten und Moospolster, einzelne Torfmoosbulte, offener Torf, *Sphagnum cuspidatum* und/oder *Sph. fallax*-Watten.

Vorkommen: 1970: Vorentwässerte Hochmoore, trockene Rippen in Torfstichgebieten. 2010: bis auf eine Teilfläche in den Kendlmühlfilzen erloschen.

Übergänge: Unterwuchs in lichten Waldkiefernfilzen, Moorheiden, halboffene Latschenfilze.

1.4 Hochmoorheide

Pflanzensoziologische Einheit: Die Hochmoorheide der entwässerten Moore hat pflanzensoziologisch außer der dominanten Art nichts mit den atlantischen Heiden zu tun. Es handelt sich um ein sehr artenarmes Degradationsstadium.

Struktur: Zwergstrauchschicht und Mooschicht.

Vorkommen: Degradierete Hochmoore.

Übergänge: Latschen- und Waldkiefernfilze, Hochmoorkomplexe, Kiefern-Fichten-Moorwald.

2 Gebirgshochmoore

2.1 Hochmoor-Bultkomplex

Pflanzensoziologische Einheit: Subatlantisch-Zentral europäisch montan-submontane *Sphagnum magellanicum*-Hochmoore mit *Trichophorum cespitosum*, *Vaccinium uliginosum*, *Carex pauciflora*, *Dicranum bergeri* und *Pinus mugo* agg. und *Picea abies*.

Untereinheiten, Struktur: Differenziert in Bulte, Schlenken und Latschengebüsch, einzelne Fichten.

Charakteristische Arten: *Eriophorum vaginatum*, *Trichophorum cespitosum* subsp. *cespitosum*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium oxycoccos*, *Vaccinium uliginosum*, *Calluna vulgaris*, *Carex pauciflora*, *Sphagnum magellanicum*, *Sph. capillifolium*, *Sph. rubellum*, *Sph. papillosum*, *Sph. fallax*, *Dicranum bergeri*.

Schlenken: *Carex limosa*, *Scheuchzeria palustris*, *Rhynchospora alba*, *Sphagnum cuspidatum*, *Gymnocolea inflata*.

Vorkommen: Voralpen ab 800 m NN.

Übergänge: Latschenfilze, Erosionskomplexe.

2.2 Hochmoorkolke

Die Kolke und Kolkkomplexe in den Gebirgsmooren sind so klein, dass im Erfassungsmaßstab nicht zwischen offenem Wasser und der Vegetation des Kolkrandes differenziert werden kann. Oft grenzt das offene Wasser direkt an einen Hochmoorwachstumskomplex oder ein Latschenfilz, meist ist jedoch ein Schwingrasen mit *Carex limosa* oder *C. rostrata* und *Sphagnum recurvum* coll. ausgebildet. Genauere Informationen enthält die Moorbeschreibung (7.2).

2.3 Erosionskomplex

Pflanzensoziologische Einheit: *Sphagno compacti-Scirpetum germanici* (Oberdorfer 1938).

Charakteristische Arten: *Trichophorum (Scirpus) cespitosum*, *Sphagnum compactum*, *Sph. nemoreum*, *Sph. fuscum*, *Sph. recurvum*, *Gymnocolea inflata*; einstrahlend Schlenkenarten.

Struktur: Seggenschicht, Moosschicht und offener Torf im Komplex. Beweidung führt zu mehr offenem Torf.

Vorkommen: Moore der Voralpen und Alpen.

Übergänge: Zum Latschenfilz, zur *Sphagnum magellanicum-Eriophorum vaginatum*-Bultgesellschaft und zu *Scheuchzeria palustris*-Schlenkengesellschaften.

2.4 Schwingrasen mit Hirschuhe

Hier sind die Schwingrasen der Hochmoorkolke durch Hirsche, meist angelockt durch Salzlecken, so stark beeinträchtigt, dass oft nur noch nackter Torf vorhanden ist.

2.5 Hochmoor-Bultkomplex mit Fichte

Diese Einheit entspricht dem Hochmoor-Bultkomplex der Gebirgsmoore (2.1), jedoch ist die Fichte hier wesentlich häufiger. In einigen Mooren fehlt die Latsche vollständig und wird zu 100 % durch die Fichte ersetzt.

3 Übergangsmoore offen

Hier werden die Vegetationskomplexe zusammengefasst, in denen sowohl echte Hochmoorarten als auch Arten der Niedermoore vorkommen. Sie können in eine ökologische Abfolge mit abnehmendem Grundwasser-Einfluss eingeordnet werden:

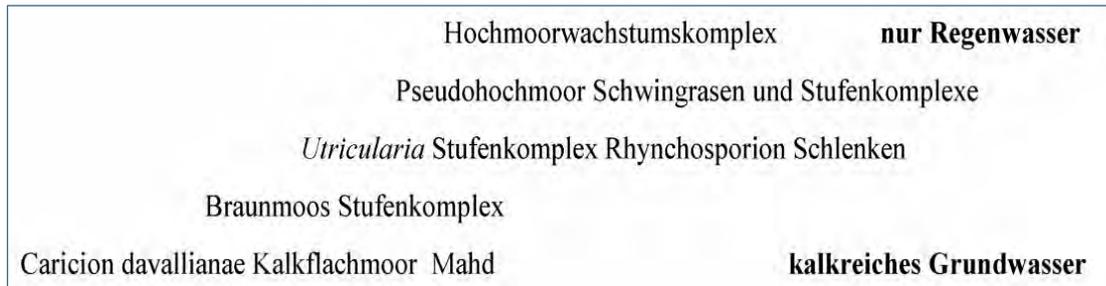


Abb. 84: Moorkomplexe bei abnehmendem Grundwassereinfluss

Dieses Schema ist eine Abstraktion, das die tatsächlich ablaufenden Prozesse zu interpretieren hilft. Die Varianz in den natürlichen Ausgangsbedingungen ist bereits hoch, in der intensiv genutzten Landschaft beeinflussen Randnutzung, Eutrophierung, Entwässerung der Umgebung, Störungen und hohe Wilddichten den Sukzessionsverlauf weit mehr als die langsame Entwicklungstendenz unter Ausschluss dieser Faktoren. Caricion davallianae-Streuwiesen entwickeln sich bei Brache folgerichtig auch meist zu *Molinia*-dominierten Gesellschaften oder eutrophen Hochstaudenfluren, nur selten etablieren sich *Sphagnum*-Bulte mit Hochmoorarten. Der Rückgang von Streuwiesen beruht in erster Linie auf Eutrophierung, Entwässerung, Nutzungsaufgabe und nicht auf der Sukzession nach dem beschriebenen Schema.

Der Begriff „Stufenkomplex“ wurde von JENSEN (1961) eingeführt und von KAULE (1973) im Voralpengebiet als Klassifizierungsgrundlage weiter entwickelt. Er beruht auf der Erkenntnis, dass sich Schlenken und Bulte in einem Komplex beim Moorwachstum nicht ablösen, sondern gemeinsam „in Stufen“ vom Grundwasser unabhängiger werden. Das Schema in Abb. 46 kann mit dieser Untersuchung als echtes Sukzessionsschema mit echten Zeitreihen belegt werden, 40 Jahre waren für diese Entwicklung ausreichend (siehe Kap. 3). 1974 wurde es aufgrund von räumlichem Nebeneinander, also durch unechte Zeitreihen als Hypothese entwickelt.

3.1 Pseudohochmoor-Schwingrasen

Pflanzensoziologische Einheit: Oxycocco-Sphagnetum magellanici (Kästner & Flößner 1933), Übergang zu, bzw. im Komplex mit Caricetum limosae.

Charakteristische Arten: *Sphagnum magellanicum*, *Sph. recurvum*, *Sph. rubellum*, *Vaccinium oxycoccos*, *Andromeda polifolia*, *Eriophorum vaginatum*, *Drosera* div. spec., *Sph. cuspidatum*, *Sph. fallax*, *Carex limosa*, *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Eriophorum angustifolium*, *Carex lasiocarpa*, *Menyanthes trifoliata* und andere Flachmoorarten als Mineralbodenwasserzeiger. Einzelne Bergkiefern.

Struktur: Mooschicht, Zwergstrauch- und Krautschicht.

3.2 *Sphagnum fallax*-Watten und Rhynchosporion-Schlenken in Moorrandozonen

Pflanzensoziologische Einheit: Rumpfassoziation des Caricetum limosae.

Charakteristische Arten: *Sphagnum fallax*-Watten meist nur mit einer weiteren dominanten Art. *Carex elata*, *C. limosa*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Eriophorum angustifolium*, *Eriophorum vaginatum*, *Molinia caerulea* oder einzelne Schilfhalm.

Vorkommen: Torfstichverlandung und entwaldete Randzonen von Schwingrasen.

Übergänge: Zu Pseudohochmoor-Schwingrasen.

3.3 *Utricularia*-Stufenkomplex

Pflanzensoziologische Einheit: Komplex aus minerotrophem *Sphagnetum magellanici* und Scheuchzerion (Rumpfassoziationen) und Sphagno-Utricularion-Gesellschaften.

Charakteristische Arten: *Utricularia intermedia*, *Utricularia minor*, *Rhynchospora fusca*. Mit diesen Arten ist der *Utricularia*-Stufenkomplex der einzige Übergangsmoorkomplex, der Arten enthält, die weder im Hochmoor noch in Flachmooren vorkommen.

Vorkommen: Toteiskessel, nasse Moorrاندzonen.

Übergänge: Zum Pseudohochmoor.

3.4 *Braunmooskomplexe*

Pflanzensoziologische Einheit: Bult-Schlenkenkomplex aus Flachmoorschlenken mit *Caricion davallianae* Arten (*Scorpidio-Utricularietum minoris* Müll. et Görs) im Komplex mit minerotrophem *Sphagnetum magellanici*.

Charakteristische Arten: *Scorpidium scorpioides*, *Drepanocladus intermedius*, *Chrysohypnum stellatum*, *Sphagnum contortum*, *Sph. subsecundum*. In den Bultflächen, meist *Sphagnum papillosum*, *Sph. subnitens*, *Sph. recurvum*, *Sph. palustre*. Immer sind Hochmoor-Phanerogamen präsent: *Vaccinium oxycoccos*, *Eriophorum vaginatum*, *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia*.

Vorkommen: Toteiskessel, Moorrاندzonen.

Übergänge: Flachmoor-Streuwiesen, Molinion, Pseudohochmoor.

3.5 *Übergangsmoor trittgeschädigt:* In der Regel ein Pseudohochmoor-Schwingrasen, der durch Badebetrieb eine Torfschlammfläche wurde.

4 Bewaldete Übergangs- und Hochmoore

4.1 Latschenfilz

Pflanzensoziologische Einheit: *Pino rotundatae-Sphagnetum magellanici* Kästner & Flössner 1933, *Vaccinio-Pinetum mugii*, *Sphagno-Pinetum auct. p.p.*

Charakteristische Arten: *Pinus mugo*, *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus*, *V. vitis-idaea*, bei Mineralbodenwassereinfluß *Molinia caerulea*, *Sphagnum magellanicum*, *Sph. recurvum*, *S. rubellum*, *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium oxycoccos*, *Melampyrum pratense* subsp. *paludosum*.

Struktur: Strauch, Zwergstrauch-, Kraut- und Moosschicht, jedoch oft in „patches“ räumlich strukturiert, d. h. Moospolster kommen in Lücken, häufig auch in Wildwechseln zwischen den Latschen, vor.

Vorkommen: Chiemgau und Alpenmoore, im Nordosten (Blatt Laufen) seltener. Im Westen werden die Latschenfilze häufig von Spirkenfilzen abgelöst.

Übergänge: Waldkiefernfilz, Kiefern-Fichten-Moorwald, offene Hochmoorgesellschaften und deren trockene Degradationsstadien.

4.2 Waldkiefern(Hochmoor)filz

und

4.3 Waldkiefern-Seggen-*Molinia* Filz

Pflanzensoziologische Einheit: *Eriophoro vaginati-Pinetum sylvestris* Hueck 1931 em. Neuhäusl in Rybníček et al. 1984;

Charakteristische Arten: *Pinus sylvestris* (incl. *Pinus sylvestris* var. *nana*), *Picea abies*, *Betula pubescens*, *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium oxycoccos*, *V. myrtillus*, *V. uliginosum*, *Andromeda polifolia*, *Melampyrum pratense* subsp. *paludosum*, *Calluna vulgaris*, *Sphagnum acutifolium*, *Sph. magellanicum*, *Sph. rubellum*, *Sph. recurvum*, *Hylocomium splendens*.

Im Waldkiefern-Seggen-*Molinia*-Filz sind die Hochmoorarten weniger dominant. Dafür kommen Mineralbodenwasserzeiger vor: *Molinia caerulea*, *Carex rostrata*, *Carex elata*.

Struktur: 3-4 Schichten, lichte Baumschicht kontinuierlich in junge Bäume übergehend; Kraut- und Zwergstrauchschicht oft verschmolzen, Mooschicht.

Vorkommen: In Bayern überwiegend im Chiemgau, strukturell den kontinentalen Waldkiefernmooren ähnlich.

Übergänge: Waldkiefern-Fichten-Moorwald mit dominanten *Vaccinium myrtillus* und *V. uliginosum* oder mit *Molinia*; Pseudohochmoor; offenes Hochmoor.

Waldkiefernfilze werden bereits von PAUL & RUOFF 1927 erwähnt, die von ihnen räumlich nachvollziehbar dokumentierten Bestände sind natürlich oder zumindest sehr alt, die Autoren vermuten eine Förderung durch Streunutzung. Die Übersichtstabelle der Vorkommen von 2011 in PERINGER und KAULE (2011) S.133 zeigt jedoch, dass 26 von 37 Waldkiefernfilzen nachweisbar Regenerationsstadien in Torfstichen sind. Hier können sie jedoch sehr lange stabile Dauerstadien bilden. In einigen bereits 1970 dokumentierten Beständen waren die Kiefern damals schon mindestens 40 Jahre alt. Torfstiche, die 1970 noch nicht mit dieser Vegetationseinheit bewachsen waren, tragen jetzt junge Waldkiefernfilze.

4.4 Fichten-Kiefern-*Vaccinium*-Moorwald

Pflanzensoziologische Einheit: Piceo-Vaccinietum uliginosi Seib. in Oberd., Vaccinietum uliginosi-Pinetum sylvestris de Kleist 29.

Charakteristische Arten: *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens* (*carpatica*).

Untereinheiten:

Beerstrauch-Variante: *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idea*, *V. oxycoccos*, *Blechnum spicant*, *Molinia caerulea*, *Dryopteris carthusiana*, *Sphagnum acutifolium*, *Sph. girgensohnii*, *Polytrichum vulgare*, *Hylocomium splendens*, *Mnium undulatum*.

***Molinia*-Seggen-Variante:** *Molinia caerulea*, *Carex elata*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Dryopteris carthusiana*, *Polytrichum commune*, *Mnium undulatum*.

Struktur: Baum-, Strauch-, Zwergstrauch-, Mooschicht.

Vorkommen: Moorrundzonen, Torfstiche, entwässerte und aufgeforstete Moore, gesamtes Untersuchungsgebiet.

Übergänge: Erlenbruchwald, torfmoosreiche Varianten bilden einen Übergang zum Waldkiefernfilz.

4.5 Fichtenforst auf Hochmoortorf

Pflanzensoziologische Einheit: Keine Gesellschaft, mehr oder weniger Reinbestände von künstlich etablierten Fichten.

Charakteristische Arten: Arten der randlich vorkommenden Gesellschaften, die einstrahlen: *Molinia caerulea*, *Blechnum spicant*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum commune*, *Dryopteris carthusiana*, *Vaccinium myrtillus*.

Struktur: Baumschicht, einzelne Moose und Gefäßpflanzen.

Vorkommen: Torfkörper entwässerter großer Moore, gesamtes Untersuchungsgebiet.

Übergänge: Übergänge zu Seggen-, *Molinia*- und Heidelbeer-Moorwäldern.

4.6 Fi-Ki-Moorwald Windwurf/Fichten-Räumung: Windwurfflächen die meist aufgrund der Borkenkäfervermehrung geräumt wurden, bei Vernässung regeneriert mit Torfmoosen.

4.7 Erlenbruch/Weidengebüsch: Sukzessionsstadien von Streuwiesen.

4.8 Fichten-Erlenwald: *Carici elongatae*-Alnetum, aufgrund der Höhenlage und des Einflusses der Randwälder ist der Anteil an Fichten in der Baumschicht sehr hoch.

Übergänge: Fichten-Kiefern-*Vaccinium*-Moorwald.

4.9 Spirken(Hochmoor)filz

Pflanzensoziologische Einheit: *Pino rotundatae*-*Sphagnetum magellanici* Kästner & Flössner 1933, *Vaccinio*-*Pinetum mugii*, *Sphagno*-*pinetum* auct. p.p.

Charakteristische Arten: *Pinus mugo* subsp. *uncinata*, *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus*, *V. vitis-idea*, bei Mineralbodenwassereinfluss *Molinia caerulea* (siehe 4.10), *Sphagnum magellanicum*, *Sph. recurvum*, *S. rubellum*, *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium oxycoccos*, *Melampyrum pratensis* subsp. *paludosum*.

Struktur: Strauch, Zwergstrauch-, Kraut- und Moosschicht, jedoch oft in „patches“ räumlich strukturiert, d. h. Moospolster kommen in Lücken, häufig auch in Wildwechseln zwischen den Latschen vor.

Vorkommen: Im Ammer-Loisach-Hügelland und im Allgäu.

Übergänge: Waldkiefernfilz, Kiefern-Fichten-Moorwald, offene Hochmoorgesellschaften und deren trockene Degradationsstadien.

4.10 Spirken-*Molinia*-*Vaccinium* Filz und 4.11 Spirken-Seggen-*Molinia* Filz

Pflanzensoziologische Einheit: *Carex lasiocarpa*-*Pinus rotundata* Gesellschaft (WAGNER 2000)

Charakteristische Arten: *Pinus mugo* subsp. *uncinata*, *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus*, *V. vitis-idea*, *Sphagnum magellanicum*, *Sph. recurvum*, *S. rubelleum*, *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium oxycoccos*, *Melampyrum pratensis* subsp. *paludosum*. Bei stärkerem Mineralbodenwassereinfluss mit zunehmender Deckung: *Molinia caerulea*, *Eriophorum angustifolium*, *Carex lasiocarpa*. In sehr deutlich minerotropen Filzen kommen Moose der *Scorpidium*-Gruppe vor, die Hochmoortorfmoose fehlen oder sind selten.

Struktur: Baum-, Zwergstrauch- Kraut- und Moosschicht, jedoch oft in „patches“ räumlich strukturiert, d. h. Moospolster kommen in Lücken vor.

Vorkommen: Im Ammer-Loisach-Hügelland und im Allgäu.

Übergänge: Waldkiefernfilz, Kiefern-Fichten-Moorwald, offene Übergangsmoorgesellschaften und deren trockene Degradationsstadien.

4.12 Fichten-Hangmoor

Das Fichtenhangmoor ist keine definierte pflanzensoziologische Einheit. Es handelt sich um sehr artenarme Bestände, in denen Fichten, *Sphagnum angustifolium* und *Eriophorum vaginatum* dominant sind und sonst kaum Hochmoorarten vorkommen.

Struktur: Baumschicht, Krautschicht Moosschicht.

Vorkommen: Ammergebirge und Ammerberge.

Übergänge: Kiefern-Fichten-Moorwald.

5 Streuwiesen

Streuwiesen wurden 1969–1973 entsprechend der Zielsetzung der Arbeit nur am Rand von Mooren, als Ersatzgesellschaft der Bruchwälder erfasst. Es handelte sich um verschiedene Assoziationen der Molinon- und Caricion davallianae-Verbände. Bis auf wenige Ausnahmen kommen dort jetzt *Molinia*-Brachestadien oder Intensivwiesen vor.

6 Riede und Röhrichte

Diese Gesellschaften wurden nur pauschal erfasst, meist als Sukzessionsstadien in bis zum mineralischen Grund abgetorften Flächen.

7 Torfstiche

Torfstiche wurden als Komplex erfasst, Definitionen siehe Kap. 3.2

- 7.1 Offene Torfflächen (historisch)
- 7.2 Torfstich, initiales Regenerationsstadium
- 7.3 Kleinbäuerlicher Torfstich regeneriert
- 7.4 Großflächiger, offener Torfstich
- 7.5 Großflächiger Torfstich, in Teilen regeneriert
- 7.6 Kleinbäuerlicher Torfstich aktiv (historisch)

8 Umgebungsvegetation: Nutzungstypen: Acker, Grünland, Forst.

7.2 Definition der Vegetationskomplexe

Der folgende Text ist dem Kapitel 8 in KAULE (1974) entnommen (S. 309ff) und wird hier aus Gründen der Vollständigkeit und der eingeschränkten Verfügbarkeit der Originalausgabe wiedergegeben. Die Kapitelnummern wurden vom Original übernommen.

Die Pflanzengesellschaften der Übergangs- und Hochmoore kommen häufig nicht als einheitliche Flächen vor. Meist bilden sie ein kleinräumiges Mosaik aus verschiedenen Gesellschaften, so genannte Vegetationskomplexe.

Es werden einerseits Komplexe unterschieden, die sich auf den Wachstumszustand der Moore beziehen: Regenerationskomplex (OSVALD 1923), Wachstumskomplex (HUECK 1928), Stillstandskomplex (OSVALD 1923), Erosionskomplex (OSVALD 1923). Zum anderen kann man, betrachtet man die Übergangs- und Hochmoore gemeinsam, von nährstoffbedingten Komplexen sprechen, den Stufenkomplexen (JENSEN 1961).

7.2.1 Regenerationskomplexe

Der von OSVALD (1923) geschilderte Regenerationskomplex beruht auf der Annahme, dass ein zyklischer Wechsel innerhalb der Vegetation eines wachsenden Hochmoores stattfindet. Aus einer Schlenke entwickelt sich langsam ein Bult, der mit der Zeit so trocken wird, dass er sein Wachstum einstellt, während in die umliegenden Schlenken jetzt langsam Bultarten einwandern und das Höhenwachstum übernehmen. Der ehemalige Bult wird zu einer Senke, in der eine neue Schlenke entsteht, der Zyklus ist geschlossen. TANSLEY (1939, 1965) belegt für Moore in Großbritannien diese Auffassung mit Torfuntersuchungen.

Die Theorie eines generell zyklischen Wachstums der Hochmoore wird von jüngeren Autoren in manchen Gebieten durch aufgrund z. T. sehr genaue Großrestuntersuchungen abgelehnt: EUROLA (1962) für Südfinnland, JENSEN (1961) für den Oberharz, GROSSE-BRAUCKMANN (1968) für Teile Nordwestdeutschlands und CASPARIE (1969) für das angrenzende Gebiet in den Niederlanden. Die Autoren vertreten die Auffassung, dass Schlenken im Hochmoor entweder nur in Stillstandskomplexen vorhanden oder in ihrer Lage stabil sind. In diesen Gebieten kommen Schlenken nur bei Stockung des Moorwachstums vor und bilden einen Horizont im Torf, während die Hauptschicht des ombrotrophen Torflagers von einheitlichen Bulttorfen gebildet wird; ausschließlich Bulte stellen also den Wachstumskomplex dar.

7.2.2 Wachstumskomplexe

Der von HUECK (1928) geprägte Begriff wurde von JENSEN auf die Hochmoorwachstumskomplexe des Oberharzes eingeschränkt. KAULE (1973) betrachtet generell die Kombination von Pflanzengesellschaften als Wachstumskomplex, die den Hauptteil des ombrotrophen Torflagers eines Moores aufgebaut hat und aufbaut.

Damit eindeutige Entscheidungen über das Aussehen der Wachstumskomplexe getroffen werden können, müssen folgende Fragen geklärt werden:

Wie sieht die Pflanzendecke eines rezent noch torfbildenden Hochmoores aus?

Entspricht die dort vorkommende Vegetation dem Torf im Profilaufbau, der den wesentlichsten Teil des ombrotrophen Torflagers bildet?

Ist die Lage der gegebenenfalls im Gebiet in Hochmooren vorkommenden Schlenken stabil, oder findet ein Wechsel statt, der durch Alternieren von Schlenken- und Bulttorfen im Profil erkennbar sein muss?

Kommen Schlenken nur in Zeitperioden oder auf Flächen vor, in denen das Moorwachstum stagniert?

Am eindrucksvollsten hat CASPARIE (1969) anhand von Kartierungen von Torfstichwänden im Bourtinger Moor nachgewiesen, dass dort von einem zyklischen Wechsel nicht die Rede sein kann. EUROLA (1962) schließt für Schärenfinnland die Möglichkeit eines Bult-Schlenkenwechsels nicht aus, in Küstenfinnland (Kermihochmoore) ist die Lage der Schlenken dagegen stabil. Hierfür macht EUROLA (1962) die Niederschlagsverhältnisse verantwortlich. Im niederschlagsreicheren Küstenfinnland sind die Schlenken während des ganzen Jahres sehr nass, die überflutungsempfindlichen Bulttorfmoose können nicht einwandern, die Schlenken bleiben stabil.

Im niederschlagsärmeren Schärenfinnland trocknen die Schlenken über den Sommer weitgehend aus, Bulttorfmoose können einwandern. Während die Morphologie und das Moorwachstum der Kermihochmoore durch Profile belegt sind, erscheint uns nach eigenen kurzen Untersuchungen in Finnland die Struktur der Wachstumskomplexe in Schärenfinnland noch ungeklärt. Bei den Mooren mit einer ausgeprägten Bult-Schlenkenstruktur ist die Vegetation der Bulte so trocken, dass kaum Torf gebildet wird. Daneben fanden wir jedoch auch große einheitliche Bultflächen in Mooren, in denen im Wesentlichen *Sphagnum fuscum* dominiert. Diese Gesellschaften kommen als Torfbildner weit eher in Frage.

Leider fehlen im Voralpengebiet und den von uns untersuchten Mittelgebirgen noch botanische Großrestuntersuchungen von Torfprofilen, insbesondere von Stichwänden. Einzelne Bohrkerne reichen zur Bestimmung fossiler Pflanzengesellschaften nicht aus. Die vegetationsgeschichtliche Absicherung der hier vertretenen Auffassung steht also noch aus. Wir können nur das rezent vorhandene Material zusammenstellen und auswerten. Für gesicherte Aussagen gibt es nicht mehr genügend Moore mit Wachstumskomplexen.

Sieht man von den kleinen Hochlagenmooren der Gebirge ab, so fanden wir im Voralpinen Hügel- und Moorland und den Alpentälern 28 Hochmoore, deren Pflanzendecke als Wachstumskomplex angesprochen werden kann. Davon enthalten 22 höchstens Schlenkenfragmente, zwei in geringem Maße Schlenken und vier haben echte Bult-Schlenkenkomplexe. Ohne Schlenken im Wachstumskomplex der Hochmoorteile sind (bis 2 % Schlenkenfragmente sind möglich): 8138-02 Freimoos, 8334-06 Sindelsbachfilze, 8134-06 Egelsee Filz, 8134-09 Marihartshofen, 8134-10 Dietramszell, 8332-01 Rothfilz (2 % Schlenkenfragmente), 8332/07 Murnauer Moos (Ohlstädter Filz und Filz beim Schwarzsee), 8330-01 Weitfilz bei Peiting, 8130-01 Kappenzipfel, 8130-02 Oberoblander Filz, 8328-01 Bruckmoos, 8328-03 Muckenbergl, 8328-23 Weihermoos bei Klosterhof, 8124-01 Flache Schlenken innerhalb

überwiegender Bultflächen treten bei folgenden Mooren auf: 8340-03 Mettenhamer Filz, 8340-01 Kendlmühlfilze.

Tiefe Schlenken mit hohem Flächenanteil kommen in folgenden Hochmooren vor: L 8334/03 Jachenau, 8532-01 Pfrühlmoos bei Eschenlohe, 8330-05 Kläperfilz, 8330-08 Wildseefilz, ombrotropher Südteil.

Alle Moore der Hochlagen der Gebirge (ALCS, ASCS, W und 0) bestehen im Inneren aus Bult-Schlenkenkomplexen, sie sind jedoch höchstens mit Einschränkung als ombrotroph zu bezeichnen.

Die Übergangsmoore des Gebietes sind ebenfalls deutlich in Bulte und Schlenken gegliedert, Ausnahmen sind nur einige Pseudohochmoore, die aus einheitlichen Bultflächen bestehen.

Alle nicht mehr wachsenden Moore (Stillstandskomplexe, siehe unten) tragen ebenfalls Bulte und Schlenken, die Schlenken bestehen jedoch im Untergrund aus sehr festem Torf.

Mit allen Einschränkungen der Auswertung von ausschließlich rezemtem Material in diesem Zusammenhang lässt sich sagen:

Bult-Schlenkenkomplexe kommen in Übergangsmooren, in Stillstandskomplexen und in einigen Hochmooren am Alpenrand und den Alpentälern sowie in den kleinen Hochlagenmooren vor.

Die großen Hochmoore des Voralpinen Hügel- und Moorlandes und das eine erhaltene Moor in den Schotterplatten tragen als rezemten Wachstumskomplex einheitliche Bultflächen mit kleinen Bergkiefern und höchstens vereinzelt (weniger als 2 %) Schlenkenfragmenten.

Möglicherweise ist für die Ausbildung von einheitlichen Bultflächen oder echten Bult-Schlenkenkomplexen der Klimafaktor entscheidend, vor allem der Niederschlag und/oder das Fehlen von Trockenperioden. Für diese Aufnahme spricht auch das Vorkommen von Schlenken in Übergangsmooren, die ja eine zusätzliche Wasserversorgung haben.

Die Schlenken sind in Mooren, in denen sie häufig auftreten, meist ziemlich tief, d. h. sie müssen über lange Zeiträume in ihrer Lage stabil bleiben und werden beim Höherwachsen des Moores mit „heraufgezogen“. Es handelt sich entweder um tiefe Wasserlöcher ohne Pflanzendecke oder um flutende Torfmoosrasen mit spärlichen höheren Pflanzen, unter denen freies Wasser oder Detritus ansteht, jedenfalls aber kein standfester Torf vorkommt.

7.2.3 Stillstandskomplexe

Das Moorwachstum kann aus verschiedenen Gründen zum Stillstand kommen:

Klimaänderungen: Im Laufe der Geschichte unserer Hochmoore seit der Eiszeit traten Klimaschwankungen auf, die möglicherweise auch zu einer Stagnation des Hochmoorwachstums geführt haben (Problem der Recurrenzflächen).

Die Mooroberfläche wird, je höher sie emporwächst, immer besser entwässert. Mit der Zeit kann eine natürliche Grenze im Höhenwachstum erreicht werden.

Störungen und Veränderungen durch den Menschen: Die weitaus häufigste Ursache für das Entstehen von Stillstandskomplexen ist die Vorentwässerung von Hochmooren, die Randentwässerung und die randliche Abtorfung. In einem Bereich von 40–100 m wird die Moorvegetation von Graben- und Stichwänden stark beeinflusst. Daueruntersuchungen über die weiteren Auswirkungen liegen noch nicht vor.

Die Vegetation der Stillstandskomplexe trägt kaum noch zur Torfbildung eines Hochmoores bei. Von KAULE (1973) wurde ein Stillstandskomplex der voralpinen Moore im Maßstab 1 : 25 kartiert und mit Tabellen und Fotos belegt. Ähnlich sieht auch der Stillstandskomplex der anderen Mooregebiete aus (vgl. auch JENSEN 1961).

Auffällig ist das Durcheinander von trockenen Bulten und Schlenken. In den Bulten dominieren Heidekraut und Flechten, *Sphagnum acutifolium* kommt gegenüber den anderen Bulttorfmoosen sehr zahlreich vor. Auf nacktem Torf bilden sich Lebermoosüberzüge und in nassen Senken Schlenken. Sie unterscheiden sich jedoch ganz wesentlich von den Schlenken der wachsenden Moore. Neben einem verhältnismäßig hohen Anteil an Bultarten kommen nur *Rhynchospora alba* und *Sphagnum cuspidatum* von den Schlenkenarten häufig vor. *Sphagnum tennellum* wächst meist am Schlenkenrand. Bei genauerer Untersuchung einer solchen Schlenke erkennt man, dass sie den sehr festen Torf, auf dem sie vorkommt, nicht gebildet haben kann. Die lebenden Torfmoose zeigen keinerlei Übergänge zu Weißtorf. Sie schwimmen in den Mulden beinahe direkt auf festem braunschwarzem Torf.

Während in den Stillstandskomplexen immerhin noch zahlreiche Arten der wachsenden Hochmoore vorkommen, treten bei weiterer Degradierung von Hochmoorflächen Ersatzgesellschaften auf: Hochmoor-Flechtenheiden, *Molinia*-Bestände und schließlich Hochmoorgrünland oder Forste.

7.2.4 Erosionskomplexe

Große Hochmoore in ebener Lage, die ein eigenes Entwässerungssystem haben, fehlen im Voralpinen Hügelland. Rüllen und Erosionskomplexe kommen nur in den stark hängenden Gebirgsmooren vor: Vogesen, Hinterer Bayerischer Wald, Alpen und Voralpen.

Die wichtigste Pflanzengesellschaft der Erosionskomplexe ist die *Trichophorum caespitosum-Lophozia inflata*-Gesellschaft, daneben kommen auch Bultgesellschaften, meist in den trockeneren Ausbildungen, und Schlenkenfragmente, seltener echte Schlenken vor. Häufig sind auch unbewachsene Torfflächen, Blaualgen- und Lebermoosüberzüge.

7.2.5 Stufenkomplexe

Diese vom Nährstoff-, Kalk-, Sauerstoffgehalt und eventuell der Wasserbewegung abhängigen Vegetationskomplexe der Moore wurden von JENSEN für ein Mittelgebirge (Harz) und von KAULE (1973) für das östliche Voralpengebiet beschrieben und in Beispielen kartiert.

In den Gebirgen kommen Stufenkomplexreihen vor allem in Hangmooren vor, in denen der Einfluss des einströmenden mineralischen Wassers mit zunehmender Entfernung vom Moorrand durch die Filterwirkung des Torfes aufhört. Die Zahl der Mineralbodenwasserzeiger (Mbwz.) in den Komplexen nimmt dann deutlich ab, bis nur noch die exklusivsten Mineralbodenwasserzeiger in hochmoorartiger Vegetation vorkommen (*Eriophorum angustifolium*, *Vaccinium uliginosum*).

Im Voralpinen Hügel- und Moorland sind Stufenkomplexreihen vor allem in ausgedehnten Schwingrasen zu beobachten, wenn mit zunehmender Entfernung von einem See, dem Moorrand oder einem Bachlauf der Einfluss des mineralischen Wassers immer schwächer wird.

Die wichtigsten Stufenkomplexe (ohne Untereinheiten) sind:

Braunmoos-Stufenkomplex: Mineralbodenwasserzeiger sind mit höherem Anteil vertreten als ombrotrophe Arten. In den Schlenken und Bultfuß-Gesellschaften dominieren Braunmoose (Tab. 10), neben Bulten mit Hochmoor-Torfmoosen sind auch solche mit minerotrophen Sphagnen häufig (*Sphagnum centrale* et *subnitens* Gesellschaft, Abschnitt 7.2., Tabelle 7, KAULE 1973). *Eriophorum vaginatum* fehlt oder ist selten.

Wasserschlauch-Stufenkomplex: Braunmoose fehlen ebenso wie die Schlenkentorfmoose, *Eriophorum vaginatum* ist selten. In den Bulten überwiegen Hochmoorarten, die Bultränder sind mit Lebermoosen überzogen, in den Schlenken ist *Utricularia intermedia* die wichtigste Art. Pseudohochmoor-Stufenkomplexe: Hier kommen Komplexe aus Bulten und Torfmoos-Schlenken vor, in denen nur exklusive Mineralbodenwasserzeiger in einer sonst hochmoorartigen Vegetation vorkommen. Die Torfmoos-Schlenken haben hier ihr Optimum (Scheuchzerietum s. str.). Als Grenze zum eigentlichen Hochmoor-Wachstumskomplex kommen jedoch auch einheitliche Bultflächen ohne Schlenken mit vereinzelt Mbz. vor.

7.3 Kartierte Moore mit Jahresniederschlag

Tab. 11: Liste der kartierten Moore (Name des Moores laut TK50 und Moor ID) mit geographischen Koordinaten (Länge, Breite in Grad für die Lokalisierung in GoogleEarth) und Jahresniederschlag (Nann, Referenzperiode 1971–2000). Die Moor ID besteht aus der TK50 Blattnummer, der Nummer des Moores aus der Habilitationschrift von KAULE (1974) und einem Buchstaben der ggf. Teilgebiete unterscheidet, wobei bei Mooren ohne Teilgebiete ein X am Ende steht. Der Moorname entspricht der TK50. Umlaute wurden geändert, die Schreibweise entspricht damit der Geodatenbank am LfU um den Zugriff über die Suchfunktion zu erleichtern. Die Koordinaten verorten die Moorflächen in begrenzter Genauigkeit, da sich bei der Transformation des Landeskoordinatensystems (DHDN Zone 4) in das WGS84 Projektionsfehler ergeben. Für die exakte Lokalisierung liegen Punktshapefiles am LfU vor.

Die Niederschlagswerte basieren auf dem Gemeinschaftsprojekt des Deutschen Wetterdienstes, Abteilung Agrarmeteorologie, des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Moor-ID	Moorname	Länge [°]	Breite [°]	Nann [mm]
7732-01-X	Haspelmoor	11.0902242655	48.2229890457	923
7932-01-X	Schluifelder Moos noerdlich Woerthsee	11.2121872785	48.0814256561	981
7932-02-X	Wildmoos noerdlich Etterschlag	11.2238133203	48.1111258311	983
7932-03-X	NSG westlich Gilching (NSG Groebelmoos)	11.2410475324	48.1096537117	979
7932-04-X	Wildmoos oestlich Moorenweis	11.1061330409	48.1617134131	955
7938-01-A	Kesselsee-Gebiet Kleines Moor bei Oed nordoestlich Kesselsee	12.1804950575	48.0855107018	1009
7938-01-B	Kesselsee-Gebiet Moore bei Oed westlich Pfaffing	12.1749045750	48.0759468259	1020
7938-02-A	Irlhamer Moos	12.3096953857	48.1024748456	1075
7938-02-B	Nordostteil des Irlhamer Moos	12.3178479888	48.0979647674	1046
7938-03-X	Moore zwischen Wasserburg und Penzig	12.2459234579	48.0695898910	1022
7938-04-A	Murner Filz	12.2697947436	48.0159963425	1017
7938-04-B	Kesselmoor bei Pfaffing	12.2977706153	48.0165986675	1057
8126-01-X	Moor oestlich Reicholzried	10.2683261408	47.8202644826	1255
8126-02-X	Moor am Haltepunkt Reichholzried	10.2638512865	47.8393174332	1249
8128-01-X	Moore nordoestlich Elbsee	10.5637688472	47.8035693117	1228
8128-02-X	Moor westlich Elbsee	10.5503415920	47.8011454652	1246
8130-01-X	Schwaigwaldmoos, ehemals Kappenzipfel	10.9822581606	47.8785116765	1074
8130-02-X	Oberblander Filz	10.9511891742	47.8350982830	1149
8130-03-X	Weiter Filz	10.9710893482	47.8233556237	1119
8130-04-X	Schwarzlaich	10.9870267715	47.8094342355	1144
8130-05-X	Rohrmoos	10.9983354298	47.8702681053	1056
8132-01-X	Haelsle	11.0440071525	47.9850633888	1020
8132-02-X	Dettenhofer Filz	11.0369178029	47.9766647205	1021
8132-03-A	Erlwiesfilz	11.0116538768	47.9113009140	1063
8132-03-B	Ochsenfilz	11.0101041774	47.9253109303	1042

Moor-ID	Moorname	Länge [°]	Breite [°]	Nann [mm]
8132-03-C	Beermoos	11.0384671901	47.9292060745	1025
8132-05-X	Maisinger See	11.2785867735	47.9818422245	1066
8132-06-X	Moore im Kerschbacher Forst	11.2206717564	47.9292534596	1082
8132-07-X	Kronfilz westlich Seeshaupt	11.2708771715	47.8161186079	1218
8132-08-X	Bernrieder Filz	11.2547074849	47.8521548361	1074
8132-09-A	Filz suedlich vom Nussberger Weiher	11.2520461928	47.8363517622	1142
8132-09-B	Hoellfilz	11.2764479589	47.8332390064	1142
8132-10-X	Hardtwiesen oestlich Weilheim	11.2184401975	47.8431006587	1072
8132-11-X	Osterseefilz	11.3053852321	47.8151077244	1199
8132-12-A	Weidfilz	11.3147709075	47.8060307591	1205
8132-12-B	Schechenfilz	11.3316064043	47.8057278619	1222
8132-13-X	Wielenbachfilz	11.0039882144	47.8240025669	1056
8134-01-A	Moore westlich von Irschenhausen	11.4169941424	47.9531512844	1092
8134-01-B	Moore westlich von Irschenhausen	11.4156823515	47.9666308346	1094
8134-02-X	Allmanns-Filz	11.3594062217	47.9341344965	1101
8134-03-X	Muensingener Filz	11.3881766706	47.8935527767	1137
8134-04-X	NSG Schellenberg SW von Eurasburg	11.3655103575	47.8406693434	1252
8134-05-X	Moor noerdlich Mandl	11.3781919819	47.8351005450	1322
8134-06-A	Kesselmoor westlich Adelsreuth	11.4327592510	47.8569345743	1206
8134-06-B	Moore zwischen Schwaigwall und Babenstuben	11.4570855327	47.8462906386	1283
8134-07-X	Filze westlich von Koenigsdorf	11.4598534751	47.8229270763	1341
8134-08-A	Obereglinger Filz	11.5018495323	47.9058263771	1267
8134-08-B	Moor bei Moosham	11.5228742463	47.9087729844	1220
8134-09-X	NSG westlich Manhartshofen	11.5513186435	47.8531895306	1429
8134-10-A	Filz oestlich von Humbach	11.5560735097	47.8651957314	1404
8134-10-B	Filz NW von Thankirchen	11.5644640299	47.8602705677	1418
8134-10-C	Filze westlich St. Leonhard	11.5792378430	47.8646081748	1411
8134-10-D	NSG NW Ried	11.5926691859	47.8701541490	1415
8134-10-E	Moor zwischen Osten und Ried	11.6025150912	47.8603775689	1410
8134-10-F	Filz zwischen Gastwies und Reit	11.6159708318	47.8520342474	1495
8134-11-X	NSG noerdlich Schnaitt bei Kirchbichl	11.5662804083	47.8112643463	1483
8134-12-A	Kirchseefilzn im engeren Sinne	11.6184043309	47.8142870095	1619
8134-12-B	Neuweiher	11.6304807441	47.8078561389	1623
8134-12-C	Egelsee und westlich gelegenes Filz	11.6394149188	47.8033151202	1648

Moor-ID	Moorname	Länge [°]	Breite [°]	Nann [mm]
8134-12-D	Winkfilzen noerdlich von Sachsenkam	11.6434823287	47.8206505843	1607
8134-12-E	Wampenmoos	11.6039282760	47.8152476533	1609
8134-13-A	Suedoestlich Koenigsdorf Abschnitt nordoestlich vom Steinbruch	11.5081804302	47.8054838552	1483
8134-13-B	Suedoestlich Koenigsdorf Abschnitt oestlich vom Rotbach	11.5292498174	47.8057991177	1464
8136-01-X	Kastenseeoner See	11.8286472057	47.9933830760	1110
8136-02-A	Noerdlich Kleinseeham	11.8375154071	47.8558740602	1296
8136-02-B	Suedlich Wattersdorf	11.8173929727	47.8551359087	1368
8136-02-C	Noerdlich Wattersdorf an der Autobahn	11.8195401838	47.8627847412	1338
8136-03-A	Moore suedlich Irschenberg Teilgebiet Ost	11.9016505497	47.8200197835	1382
8136-03-B	Moore suedlich Irschenberg Teilgebiet West	11.8510396892	47.8263850146	1415
8136-04-X	Benediktenfilz NNW Mietraching	11.9719800574	47.9026437580	1074
8138-01-A	Jaegerwald und Frauenoeder Filz (NSG) Rottmooser Filz (Nordteil)	12.0899467428	47.9830991592	988
8138-01-B	Jaegerwald und Frauenoeder Filz (NSG) Frauenoeder Filz (NSG, Suedteil)	12.1038003551	47.9644355561	1058
8138-02-X	Freimoos bei Halfing und Woelkhamer See	12.2685990494	47.9679249777	1135
8138-03-A	Stucksdorfer Moos	12.2343540452	47.9163467244	1194
8138-03-B	Hintermoos suedliches Teilgebiet	12.2495795845	47.9253338899	1227
8138-03-C	Hintermoos noerdliches Teilgebiet	12.2517151172	47.9305767043	1210
8138-03-D	Suedliches Streuwiesental (Schwaberinger Tal)	12.2526913353	47.9143711925	1260
8138-04-X	Hofstaetter See mit Burger Moos	12.1669345801	47.8955970573	1273
8138-05-X	Willinger- Abgebrannte- Hochrunst- Kollerfilze	12.0295513466	47.8303627121	1124
8138-06-X	Ofenwinkl	12.2864124952	47.8527586371	1446
8138-07-X	Ginnertinger Filz NE Frasdorf	12.2676093922	47.8149722627	1515
8138-08-X	Umrathshausen suedlich Autobahn	12.3259974380	47.8032519585	1503
8138-09-X	Litzelsee	12.2101110037	47.8798501229	1302
8138-10-X	Simsseefilz	12.2100344785	47.8548068965	1342
8138-11-X	NW Grosskarolinenfeld	12.0328109288	47.9155269124	1107

Moor-ID	Moorname	Länge [°]	Breite [°]	Nann [mm]
8140-01-A	Eggstaett-Hemhofer Seenplatte Schwarze Gumpe	12.3559422777	47.9277021966	1318
8140-01-B	Eggstaett-Hemhofer Seenplatte Lemberger Gumpe	12.3542023431	47.9140808417	1338
8140-01-C	Eggstaett-Hemhofer Seenplatte Schwingrasen noerdlich Kesselsee	12.3551735217	47.9186518986	1332
8140-01-D	Eggstaett-Hemhofer Seenplatte Kesselmoor suedlich vom Hartsee	12.3665518110	47.9187532775	1318
8140-02-X	Seeoner Seengebiet	12.4398215096	47.9829465018	1174
8140-03-A	Weitmoos	12.3993997069	47.9325336905	1296
8140-03-B	Freimoos	12.4224621169	47.9386372212	1264
8140-03-C	Burghamer Filz	12.4405741919	47.9345541842	1278
8140-03-D	Lienzinger Filz	12.4182761355	47.9135216734	1325
8140-04-X	Chiemseemoeser bzw. Kendlmuehlfilze	12.4111024451	47.8198781894	1464
8140-05-X	Moor bei Graben/Seebruck	12.4907912885	47.9358420428	1234
8140-06-X	Sossauer Filz	12.5229950873	47.8157557525	1323
8140-07-D	Bergener Moos	12.5603642703	47.8077622877	1353
8140-07-X	Wildmoos (Teilgebiet A B C)	12.5381651191	47.8146591464	1321
8142-01-X	Moor westlich Lampertsham	12.6767908052	47.9892916741	1154
8142-02-A	Demmelfilz und Kammerfilze Hauptteil	12.6730107386	47.9099246415	1449
8142-02-B	Kammerfilze Westteil	12.6701462701	47.9016002229	1476
8142-03-X	Moor NW vom Oedmoos (Ochsenmoos)	12.6699766225	47.8952521130	1491
8142-04-X	Oedmoos westl. Lauter	12.6804709897	47.8828930647	1519
8142-05-A	Moor nordwestlich von Lauter	12.6982302610	47.8832058343	1512
8142-05-B	Moor noerdlich von Lauter (suedl. Toepfenreut)	12.7161925685	47.8869053822	1493
8142-06-A	Moor suedwestlich von Knappenfeld	12.7111527579	47.8442218718	1499
8142-06-B	Moor noerdlich und nordoestlich von Knappenfeld	12.7235084004	47.8458316066	1517
8142-06-C	Moor suedlich Preising	12.6893758355	47.8473936128	1483
8142-06-D	Moore zwischen Vogeling und Surberg	12.7054736251	47.8485152124	1526
8142-06-E	Moor suedlich Preising und suedlich der Strasse	12.6781968623	47.8442910330	1460
8142-07-X	Weitmoos bei Ninharting	12.7599637756	47.8903533992	1418
8142-08-A	Kulbinger Filz noerdlich vom W-E Weg	12.8721194786	47.9354157075	1198
8142-08-B	Kulbinger Filz Gebiet suedlich des Querweges	12.8770131111	47.9312483723	1252

Moor-ID	Moorname	Länge [°]	Breite [°]	Nann [mm]
8142-09-X	Schoenrahmer Filz	12.8533476892	47.8984514530	1358
8326-01-X	Schoenleitenmoos	10.2204204232	47.6667724813	1673
8326-02-X	Breitenmoos (nordostlich der alten Bahntrasse)	10.2149124120	47.6700023300	1690
8326-04-X	Werdensteiner Moos	10.2608190526	47.6127633768	1513
8328-01-X	Bruckmoos	10.4465285780	47.7583550715	1278
8328-02-X	Hintermoos bei Unterthiengau	10.5362782419	47.7786143443	1237
8328-03-X	Muckenberg	10.5504905654	47.7629653278	1248
8328-04-X	Schornmoos	10.5066091250	47.7402785019	1309
8328-05-X	Brandholzmoos	10.5099099486	47.7287319790	1343
8328-06-A	Lachermoos	10.4335427270	47.7226664521	1458
8328-06-B	Klammoos	10.4235752194	47.7147160507	1470
8328-07-A	Mehlblockmoos	10.4714743663	47.7242705752	1384
8328-07-B	Mehlblockmoos	10.4897256756	47.7224222426	1362
8328-08-X	Woelflemoos	10.4736910563	47.7082943176	1425
8328-09-B	Unterlangmoos bei Raschhuetten	10.4535921029	47.7020607694	1474
8328-09-A	Teufelskueche	10.4544357106	47.7109533121	1512
8328-10-X	Langmoos	10.4392291577	47.6983531272	1448
8328-11-X	Sinkmoos	10.4151759224	47.6945288681	1460
8328-12-X	Hochmoos bei Unterzollhaus	10.4336906395	47.6713645457	1506
8328-13-X	Reitermoos	10.4165695316	47.6607869216	1528
8328-14-X	Sennenmoos	10.4767442441	47.6582962325	1519
8328-15-X	Blausee Blauseemoor Roehrhoos und Moor noerdlich Schmalzhansenstein	10.4844978518	47.6736531456	1500
8328-16-X	Ochsenstall	10.6604769824	47.7187591902	1446
8328-17-X	Westernmoos	10.6274840504	47.7233568090	1464
8328-18-X	Stellenmoos	10.6544399723	47.7058159461	1455
8328-19-X	Federspielmoos	10.6432007366	47.7031328104	1456
8328-20-X	Seilachmoos	10.6550018660	47.6887299665	1459
8328-21-X	Hochmoos bei Lobach	10.6666591045	47.6740748671	1499
8328-22-A	Attelsee	10.5377701123	47.6322683051	1553
8328-22-B	Seegerseen	10.5946285378	47.6562222214	1569
8328-23-X	Weihermoos bei Klosterhof	10.5436403509	47.6842430582	1560
8328-24-X	Schwaltensee Filz	10.5901229039	47.6430329864	1485
8328-25-X	Langmoos bei Seeg	10.6305286708	47.6457241603	1428
8328-26-X	Rohrhoos bei Lobach	10.6554458868	47.6651671237	1515
8328-27-X	Gruentensee	10.4476489924	47.6236723400	1676
8328-28-X	Hopferau	10.6096208303	47.6268447685	1356
8330-01-X	Weitfilz bei Peiting	10.9645981075	47.7876287518	1142
8330-02-X	Bichelbauernfilz	10.9564460898	47.7057738526	1402

Moor-ID	Moorname	Länge [°]	Breite [°]	Nann [mm]
8330-03-X	Gschwandfilz	10.8931438776	47.6933422486	1399
8330-04-X	Wiesfilz	10.8942325768	47.6818588214	1416
8330-05-X	Klaeperfilz	10.9102432617	47.6759890573	1467
8330-06-X	Schwefelfilz	10.8970115245	47.6703916249	1486
8330-07-X	Gerstenfilz (NSG an der Koenigsstraße)	10.9378639273	47.6581646909	1536
8330-08-A	Wildseefilz	10.9599654964	47.6676146955	1460
8330-08-B	Breitenfilz und Umgebung (Ebenwaldmoore)	10.9734695793	47.6598595162	1338
8330-09-X	Birnbaumerfilz	10.8469392077	47.6488531498	1445
8330-10-X	Sattlermoos und kleines Moor suedlich	10.8128070704	47.6021217260	1509
8330-11-X	Waesserfilz	10.8299755181	47.6050552690	1520
8330-12-X	Heinzenmoos	10.8852254837	47.6167803807	1708
8330-13-A	Wasserscheide i.e.S.	10.8864739571	47.6049431461	1697
8330-13-B	Moor westlich der Eckhuetten	10.8694017141	47.6043458580	1669
8330-14-X	Moore beim Hochrieskopf	10.8551265184	47.6234423180	1760
8330-15-X	Lobbergmoos	10.9274090716	47.6032935365	1733
8330-16-X	Blaesslingmoos am Rosskopf	10.9536988968	47.6027508795	1648
8330-17-X	Angstmoos	10.9020557004	47.6200667794	1989
8330-18-X	Grosser Filz noerdlich Bann- waldsee	10.7889417074	47.6123692745	1273
8330-19-X	Seemoos bei Nachsee	10.7427481865	47.7133352681	1426
8330-20-A	Heggen West	10.6720573129	47.7090720076	1447
8330-20-B	Stoetten West	10.6727530337	47.7192134357	1442
8330-21-X	Sulzschneider Forst HP 789	10.6746341820	47.6867521879	1458
8330-22-X	Haldeneckmoos und Streuwie- sen am Murgnbacher Hof	10.9515841905	47.6563066369	1443
8330-23-X	Moor westlich Staltannen (Allmendweide)	10.8775791740	47.7185998063	1337
8330-24-X	Lettigenbichlfilz und Stocken- siebelfilz	10.9924301053	47.7062766618	1383
8330-25-X	Wildsteig oestlich Steingaden (NSG mit Flachmoor und Ue- bergangsmoor)	10.9216462273	47.6980950097	1430
8332-01-A	Rotfilz	11.0516648331	47.7568983004	1190
8332-01-B	Rotmoos	11.0862410535	47.7542643848	1192
8332-02-X	Grambacher Wald	11.0497381678	47.7428919418	1218
8332-03-A	Moor noerdlich Schoeffau	11.0751131779	47.7269070073	1257
8332-03-B	Schweinmoos	11.0846089097	47.7371308436	1212
8332-04-A	Moor noerdlich Vorderkehr	11.1113227279	47.7050745665	1126
8332-04-B	Trischelfilz	11.0901823149	47.6965075685	1087
8332-04-C	Obernacher Wald	11.0726113176	47.6921443701	1150

Moor-ID	Moorname	Länge [°]	Breite [°]	Nann [mm]
8332-04-D	Achfilz	11.0512370863	47.6865611481	1232
8332-05-A	Tannenbachfilz West	11.1300321903	47.6968942824	1010
8332-05-B	Tannenbachfilz Ost	11.1434141265	47.7033027292	1040
8332-06-X	Moore westlich Saulgrub	11.0096344457	47.6606300381	1186
8332-07-A	Lange Filze	11.1383879001	47.6567056393	1072
8332-07-B	Hohenboigenmoos und Weitmoos	11.1695650018	47.6576165075	1074
8332-07-C	Koechelmoore	11.1600223783	47.6386138501	1123
8332-07-D	Ohlstaedter und Kleinaschauer Filz	11.1969273070	47.6382766583	1196
8332-07-E	Schwarzsee Filz	11.1764885837	47.6276951031	1300
8332-07-F	Eschenloher Moos und Krebssee	11.1639880111	47.6185375728	1317
8332-08-X	Pulvermoos	11.0365503269	47.6103564708	1308
8332-09-X	Osterseen	11.3201340921	47.7792406004	1256
8332-10-A	Brunnenmoesl	11.2707132804	47.7704229735	1314
8332-10-B	Hohenkastnerfilz	11.2467296092	47.7810296670	1234
8332-10-C	Sackfilz	11.2596057314	47.7604473788	1287
8332-10-D	Breitfilz	11.2500628040	47.7674095058	1275
8332-11-A	suedlicher Breiterfilz	11.0187198906	47.6916020582	1380
8332-11-B	Breiter Filz westlich Kirmesau	11.0052471922	47.7058278897	1353
8332-11-C	Breitfilz und Hirtmoos	11.0076205700	47.7246216087	1321
8332-12-X	Kochelfilz bei Wurmansau	11.0181028891	47.6385804658	1384
8334-01-A	Ellbacher Filz	11.5888785017	47.7757194097	1561
8334-01-B	Moor bei Allgau	11.6276985894	47.7917946294	1633
8334-02-A	Attenloher Filzn	11.6016192762	47.7486535676	1676
8334-02-B	Hochfilzn	11.5908450104	47.7390006094	1727
8334-03-A	Schemermoos	11.5573123671	47.6274733183	1877
8334-03-B	Moore noerdlich der Jachen	11.5460266882	47.6304149209	1895
8334-03-C	Rehgrabenalm und oberes Roehrmoosbachtal	11.5408499018	47.6148522317	1973
8334-03-D	Moor noerdlich Raut	11.5102049698	47.6223832620	1760
8334-04-X	Moor am Vorderleitenberg (Brauneck)	11.5229697641	47.6875306365	2033
8334-05-X	Filz NW der Benediktenwand	11.4412850628	47.6707194608	1965
8334-06-A	NSG Sindelsbachfilze	11.3601376031	47.7098562986	1279
8334-06-B	Muehlecker Filz	11.3381780449	47.7063760035	1358
8334-06-C	Mondscheinfilz und Hoellseegebiet	11.3501453120	47.7023767310	1272
8334-07-A	Weidfilz	11.4019176840	47.7494964761	1544
8334-07-B	Edenhofer Filz	11.4122271890	47.7554238983	1520
8334-07-C	Breitfilz	11.3621047906	47.7502175075	1448

Moor-ID	Moorname	Länge [°]	Breite [°]	Nann [mm]
8334-07-D	Erlfilz	11.3757299734	47.7333547231	1381
8334-07-E	Loisachfilz	11.3895167505	47.7352794218	1460
8334-08-A	Auer Filz bei Schoenrain	11.4445505693	47.7757829364	1495
8334-08-B	Moor oestlich Bocksberg	11.4484347653	47.7634498777	1518
8334-08-C	Weidfilz bei Karpfsee	11.4242469283	47.7727912692	1475
8334-08-D	Remmelfilz	11.4132733746	47.7781714433	1445
8334-08-E	Filz westlich Muernsee	11.4235442477	47.7516513380	1524
8334-08-F	Buchener Filz	11.4754102924	47.7697165676	1517
8334-09-A	Rosofilz bei Penzberg	11.4186830569	47.7935945602	1402
8334-09-B	Breitfilz und Hoefnerfilz	11.4352462542	47.7943383679	1411
8334-10-X	Euracher - und Ponholzer Filz	11.3701589509	47.7923287753	1388
8334-11-A	Wolfsod	11.5032284236	47.7962327187	1469
8334-11-B	Rothenrain	11.5209921121	47.7947636094	1459
8334-12-X	Moor noerdlich der Rotwand	11.5073996825	47.6051664680	1540
8334-13-X	Moor nordoestlich der Rotwand	11.5221928830	47.6018741157	1692
8334-14-X	Filz suedlich Gilgenhoeft / Lengries (nahe der Tumuli) (nicht digitalisiert)	11.5621151770	47.6734886532	1957
8336-01-X	Moosrain suedlich Gmund	11.7363346327	47.7742721507	1577
8336-02-X	Auracher Moos	11.9155164188	47.7035952500	1723
8336-03-X	Ried bei Geitau	11.9756372412	47.6921822814	1410
8336-04-X	Schwarztenn-Alm	11.6920217409	47.6463191694	2240
8338-01-X	Kollerfilze und Abgebrannte Filze	12.0450334441	47.7935679685	1090
8338-02-A	Steinbeisfilze westlich der Strasse Spoeck-Nickelheim	12.0693745317	47.7779162115	1086
8338-02-B	Obere Rohretfilze oestlich der StraÙe Spoeck-Nickelheim	12.0861521023	47.7817127135	1118
8338-02-C	Brandfilze	12.0857565383	47.7558908524	1234
8338-02-D	Abdeckerfilze	12.0988226247	47.7599262219	1130
8338-03-X	Schwarzer See bei Grainbach	12.2474472343	47.7636692745	1638
8338-04-X	Moore bei Toerwang	12.2144324463	47.7701551517	1476
8338-05-X	Tatzelwurm, Kronberger Alm	12.0584592091	47.7023979057	1871
8338-06-X	Priener Huette Geigelstein	12.3238180685	47.7005565971	2113
8340-01-X	Kendelmuehlfilz	12.4352527529	47.7944477048	1365
8340-02-X	Lanzinger Moos	12.4513049636	47.7499834533	1490
8340-03-X	Mettenhamer Filz	12.4235667887	47.7334443530	1756
8340-04-A	Egerndacher Filz Ost	12.5213503431	47.7978024726	1492
8340-04-B	Egerndacher Filz West	12.5008407545	47.7962611895	1550
8340-05-X	Roethelmoos	12.5566686387	47.7109050123	2104
8340-06-X	Winklmoos	12.5909437656	47.6541222531	1880

Moor-ID	Moorname	Länge [°]	Breite [°]	Nann [mm]
8526-01-X	Moore um den Piesenkopf (Ziebelmoos)	10.1464098802	47.4222782731	2160
8526-02-X	Moore im Balderschwanger Tal (nicht kartiert)	10.1088507121	47.4421467005	2122
8526-03-X	Jauchenmoos	10.2895030650	47.4297657339	1757
8526-04-A	Immenstadt Filz an der Auto- bahn	10.2567079770	47.5609329442	1546
8526-04-B	Felmer Moos	10.2654573844	47.5640473210	1559
8526-04-C	Gallmoos	10.2701098721	47.5594526010	1520
8528-01-X	Straussbergmoos	10.3472610013	47.4801085345	2008
8528-02-X	Huehnermoos bei Hindelang	10.3772738022	47.5927657732	1710
8528-03-X	Moor bei der Bichelbergalm/ Bichel	10.3876471796	47.5779864260	1638
8528-04-X	Oberjoch	10.4143431496	47.5185546248	2009
8528-05-X	Wasenmoos oestlich Pfronten	10.5860623456	47.5924354329	1338
8530-01-X	Siegelmoos	10.8531399371	47.5997072147	1629
8530-02-X	Krottensteinmoos	10.8699939363	47.5959203231	1816
8530-03-X	Kronwinkelmoos	10.9068046979	47.5980129416	1979
8530-04-X	Wurzenbergmoos	10.8030582121	47.5927142638	1618
8530-05-X	Moor am Hennerkopf	10.8049751341	47.5889624807	1699
8530-06-X	Lettenflecke	10.8265685796	47.5840431316	1830
8530-07-X	Lettenflecke-Geigersau	10.8296977443	47.5758618748	2032
8530-09-X	Blaue Gumpe am Elmaustrassl	10.9861642333	47.5256542307	1990
8530-10-X	Rotmoosalm	10.9848196986	47.5069860942	1968
8530-11-A	Vordermoos	10.9785738310	47.4750135648	1374
8530-11-B	Hintermoos	10.9672952257	47.4713093226	1473
8530-11-C	Gernmoosl	10.9437234582	47.4650591126	1677
8530-12-X	Muehlberger Viehweide	10.7633578030	47.5951280432	1333
8530-13-X	Schornmoos am Hopfensee	10.6797321581	47.5944267574	1348
8532-01-X	Pfruehlmoos	11.1766086325	47.5772697048	1564
8532-02-X	Weitmoos bei Ettal	11.0759347626	47.5731855673	1427
8532-03-A	Scheibenmoos	11.1008278834	47.4631413310	1458
8532-03-B	Latschenmoor (Garmisch)	11.0996667488	47.4587909625	1510
8532-04-X	Barmsee	11.2602080207	47.5015425801	1284
8532-05-X	Markkopf bei Wallgau (nicht kartiert)	11.3265271919	47.5492868978	1408
8532-06-X	Streuweise bei Farchant (nicht digitalisiert)	11.1320960412	47.5525477399	1483
8534-01-X	Moor bei der Moosenalm	11.4731880022	47.5200220402	1770
8534-02-X	Moor noerdlich Moosenalm	11.4753599558	47.5236439240	1766

8 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Pflanzengesellschaften bzw. Gesellschaftskomplexe, die 1970 und 2010 kartiert wurden: Übergeordnete Vegetationstypen sind fett gedruckt. Wertgebende und schützenswerte (Ziel-)Gesellschaften sind schwarz, nicht-prioritäre Begleitgesellschaften und Umgebungsnutzung sind grau dargestellt.	14
Tab. 2:	Übersicht über die Merkmale, die im Klimagradienten ausgewertet werden.	15
Tab. 3:	Erläuterung der Codebausteine der Moorcodierung am Beispiel des Moores westlich von Lampertsham	24
Tab. 4:	Klassifikation der Hochmoorweiten hinsichtlich Birkenanflugs in Abb. 35. Die Klassen werden durch die Säulenhöhe in Abb. 35 dargestellt.	45
Tab. 5:	Erfasste Braunmooskomplexe in den Naturraumgruppen als Summe und differenziert in Schwingrasen und Streuwiesen	61
Tab. 6:	Entwicklung des <i>Scorpidium</i> -Vereins in Schwingrasen zwischen 1969 und 2013 N=45; 8 Vorkommen erloschen; 13; deutlicher Rückgang; 24 relativ stabil, das heißt in beiden Untersuchungsperioden (1969/1972 und 2011/2013) in der gleichen Klasse	64
Tab. 7:	Einordnung der Streuwiesen und Grünlandgesellschaften im Hinblick auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt und Stellung der Enzian-Mehlprimel-Streuwiesen mit <i>Scorpidium</i>	65
Tab. 8:	Entwicklung des <i>Sorpidium</i> -Vereins in Streuwiesen N=40 zwischen 1969 und 2013: 7 Vorkommen erloschen; 6 Reliktpopulationen; 11 Deutlicher Rückgang; 16 in beiden Erfassungszeiträumen gleiche Häufigkeitsklasse.	67
Tab. 9:	Vermiedene Treibhausgasemissionen durch Regeneration der Heiden, der kleinbäuerlichen Torfstiche und der großflächigen Torfstiche. Quelle der Emissionsfaktoren: DRÖSLER et al. 2013.	86
Tab. 10:	Die größten Restheidevorkommen in den drei Niederschlagszonen.	89
Tab. 11:	Liste der kartierten Moore (Name des Moores laut TK50 und Moor ID) mit geographischen Koordinaten (Länge, Breite in Grad für die Lokalisierung in GoogleEarth) und Jahresniederschlag (Nann, Referenzperiode 1971–2000). Die Moor ID besteht aus der TK50 Blattnummer, der Nummer des Moores aus der Habilitationsschrift von KAULE (1974) und einem Buchstaben der ggf. Teilgebiete unterscheidet, wobei bei Mooren ohne Teilgebiete ein X am Ende steht. Der Moorname entspricht der TK50. Umlaute wurden geändert, die Schreibweise entspricht damit der Geodatenbank am LfU um den Zugriff über die Suchfunktion zu erleichtern. Die Koordinaten verorten die Moorflächen in begrenzter Genauigkeit, da sich bei der Transformation des Landeskoordinatensystems (DHDN Zone 4) in das WGS84 Projektionsfehler ergeben. Für die exakte Lokalisierung liegen Punktshapefiles am LfU vor.	110

9 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Lage der untersuchten Moore in den südbayerischen Naturraum-Einheiten. Im Voralpin wurden die Naturraumeinheiten in Gruppen zusammengefasst. Der Gebirgsraum umfasst die Naturräume der Nördlichen Kalkalpen (D68) und der Schwäbisch-Oberbayerischen Voralpen (D67) mit ihren untergeordneten Naturraum-Einheiten. 10
- Abb. 2: Lage der untersuchten Moore im Temperatur- und Niederschlagsgradienten. Oben: Die Jahresdurchschnittstemperatur im Untersuchungsgebiet schwankt zwischen -4 °C und +9 °C. Deutlich tritt auch im Voralpenraum der Einfluss der Topographie und des Föhns hervor. Unten: Der Jahresniederschlag im Untersuchungsgebiet liegt zwischen 600 mm und 1.900 mm und ist ebenfalls auch im Voralpin stark von Topographie und Föhn beeinflusst. Die verwendeten Klimarasterdaten haben den Bezugszeitraum 1971 bis 2000 und wurden aufbereitet aus dem Gemeinschaftsprojekt des Deutschen Wetterdienstes, Abteilung Agrarmeteorologie, des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. 11
- Abb. 3: Historische Temperaturverläufe in Zeiträumen, die für die Moorbildung und für die Moorregeneration relevant sind: Links: Temperaturverlauf auf der Nordhalbkugel seit dem warmen Hochmittelalter mit der Kleinen Eiszeit (ca. 1500 bis 1800 nach MOBERG et al. (2005). Rechts: überlagert: Rezente Klimaerwärmung (nach ENDLER (2011) insbesondere seit der Erstkartierung (Pfeil) im Jahr 1970, seit der selbst das Temperaturniveau des Hochmittelalters überschritten wird. Die dargestellten Temperaturabweichungen beziehen sich auf die Klimareferenzperiode 1961–1990. 12
- Abb. 4: Kartenausschnitt von KAULE 1970 aus der TK L8140 (8140-04, Chiemseemöser) 13
- Abb. 5: Hochmoorhochfläche (1). Eine Hochmoorhochfläche wird kodiert wenn, soweit erkennbar, keine Vegetation mit der darunter liegenden oberen Torfschicht abgetragen wurde. Die Vegetationstypen, die vorkommen können, sind Hochmoorwachstumskomplex (1.1) oder die Degradationsstadien 1.2. bis 1.4 Hochmoorheide, in Einzelfällen auch Filz (4.1, 4.2). Bild: Breitfilz westlich, 8332-10, DSC07774.JPG 16
- Abb. 6: Torfstichsohle (2). Eine Torfstichsohle wird kodiert, sobald Vegetation und Torf abgetragen wurde. Je nach Abbaufverfahren kann nur eine flache Schicht entfernt worden sein, z. B. bei Schälortverfahren, bei denen der Abbau bald wieder eingestellt wurde. In kleinbäuerlichen Torfstichen und bei Beckenabbau kann jedoch fast der mineralische Boden die Torfstichsohle bilden. In den vergleichend untersuchten Flächen war im Ausgangszustand meist offener Torf oder Wasser, manchmal schon mit ersten Initialstadien (7.1, 7.2, 8.5). Die Regeneration kann zu *Molinia*-Beständen (5.6), Schwingrasen (3.1 bis 3.4), zu (lichten) Filzen (4.1 bis 4.10) oder zu Pseudohochmooren (1.1) erfolgen. Bild: Schälortfläche; Weitfilz bei Schongau, 8130-03, DSC04687.JPG 16
- Abb. 7: Morphologie eben (1). Die Oberfläche wird als „eben“ kodiert, wenn nur einzelne Bulte etwas über die „Ebene“ herausragen. Es gibt jedoch keine deutliche Differenzierung in trockenere flache Rücken und feuchte Senken. Die Vegetation ist einheitlich, im Beispielfoto ein Hochmoorwachstumskomplex. Bild: Sindelsbachfilze, 8334-06-A, DSC06636.JPG 17
- Abb. 8: Morphologie Dellig (2). Ein deutliches Kleinrelief ist ausgebildet; es kann durch Vorbereitung eines dann eingestellten Abbaus oder durch Entwässerung mit Torfabbau an den Schlitzgräben entstanden sein. Im aktuellen Zustand gibt es Senken, in denen sich Wasser anstaut. Die Vegetation ist deutlich differenziert. Flache Rücken mit Heide (1.4) und Dellen mit Wachstumskomplex (1.1). Der Prozentanteil wird in Schritten von 20 % geschätzt. Bild: Eillbacher Moor, 8334-01-A, DSC05993.JPG 17

- Abb. 9: Morphologie gekammert (3) alt. Häufig waren zum Zeitpunkt der Erstaufnahme in kleinbäuerlichen Torfstichen die Sohlen bereits in Teilen regeneriert; stehengebliebene Blöcke trugen noch Reste der ursprünglichen Vegetation. Durch den unterschiedlichen Abbau in kleinen Parzellen ist das Moor gekammert. In diesen Mooren können alle Vegetations- und Habitat-typen der Liste von Tab. 2 vorkommen.
Bild: Moor bei Geitau, 8336-03, DSC05961.JPG 18
- Abb. 10: Morphologie gekammert (3) neu. Zwischen dem Zeitpunkt der Erstaufnahme und der Wiederholungsbegehung wurden als Regenerationshilfen Wälle eingezogen. Es entsteht ein reisterrassenartiges Relief, das schnellen Abfluss und Austrocknen verhindert und Kolonisationshabitats mit unterschiedlichem Wasserstand bereitstellt. Der Zeitpunkt der Maßnahme wird in der Interpretation berücksichtigt. Der Ausgangszustand ist Torf oder Wasser mit Resten von Übergangs- und Hochmoorvegetation, der jetzt dokumentierte Zustand kann von noch offen (7.1, 7.2) bis Schwingrasen (3.1, 3.2) oder artenarme Wachstumskomplexe (1.1) oder Seggen-*Molinia*-Beständen ein breites Spektrum umfassen.
Bild: Auracher Moos, 8336-02, DSC05927.JPG 18
- Abb. 11: Gräben in den vergleichend untersuchten Flächen (Polygone in der Datenbank): Schlitzgräben (1). Der erste Schritt für einen Abbau waren Schlitzgräben, sie sind in Abständen von 5–10 m, etwa 30 cm breit und bis zu 1 m tief. Da nach der Erstaufnahme um 1970 zahlreiche Moore unter Schutz gestellt wurden und der Abbau gestoppt wurde, blieben die Flächen mit den Schlitzgräben liegen. Im Untergrund sind sie häufig noch aktiv, auch wenn sie an der Oberfläche nur noch für Experten erkennbar sind. In der Abbildung sind sie mit Pfeilen gekennzeichnet. Bild: Weidfilz bei Seeshaupt, 8132-12-A, DSC05285.JPG 19
- Abb. 12: Entwässerungsgraben (2). Diese Kodierung wurde für offene Gräben mit fließendem Wasser vergeben, sofern der Graben die Fläche durchschneidet (sonst randliche Entwässerung). In Hochmooren führen oft Schlitzgräben zu offenen Gräben (Sammlern). Die Vegetation der durchschnittenen und entwässerten Fläche kann von Hochmoor bis Übergangsmoor-Streuwiesen reichen.
Bild: Übergangsmoor bei Wolfsöd, 8334-11, DSC06270.JPG 19
- Abb. 13: Kanal (3). Kanäle waren entweder die übergeordneten Strukturen einer Moorentwässerung, sie können aber auch direkt Teil des Abbaufahrens sein. Im ersteren Fall lief das Wasser aus den Schlitzgräben in die Sammler und diese in die Kanäle, im letzteren wurde das Moor in breiten Kanälen (sehr lange Becken) abgebaut und von diesen aus die zwischen ihnen liegenden Torfkörper abgebaut. Kanäle werden in dieser Untersuchung nur erfasst, wenn sie nicht mehr aktiv sind, also Teil des Abbaufahrens waren und danach aufgelassen wurden. Der Ausgangszustand ist offener Torf oder Wasser. Der Kanal im Bild ist rückgestaut. Die aktuelle Vegetation sind Schwingrasen (meist 3.1 oder 3.2). Diese entwickeln sich nur bei natürlichem Verfall oder bei aktivem Rückstau.
Bild: Weidfilz-Seeshaupt, 8132-12-A, DSC05298.JPG 20
- Abb. 14: Drainage zum Rand der Polygone: Nicht abfließend (0). Das Moor liegt in einer natürlichen Senke oder in einem flachen alten Torfstichbecken. Oligotrophes Wasser sammelt sich, es erhält oft zusätzlich zum Regen Wasser aus den Randbereichen. Die Vegetation besteht meist aus Pseudohochmoor (1.1) oder lichten Filzen (4.2 bis 4.9).
Bild: Irschenhausen, 8134-01, DSC06890.JPG 21
- Abb. 15: Drainage zum Rand der Polygone: Randlich Torfbecke (1). Hier liegt die vergleichend untersuchte Fläche am Rand einer Torfstichwand oder eines Kanals, seltener am Rand eines tiefen Grabens. Die Moorvegetation kann das Regenwasser nur zurückhalten wenn sich eine geschlossene Moosdecke entwickelt hat. In der Regel gibt es wie im Foto Rinnen, die zur Torfstichwand hinführen. Bild: Münsinger Filz, 8134-03, DSC07011.JPG 21

- Abb. 16: Drainage zum Rand der Polygone: Flächenhaft abfließend (2). Geneigt mit flächigem Abfluss. Speziell im Allgäu kommen Moore mit bereits im Gelände ohne optische Hilfe erkennbarer Neigung vor (Hangmoore). Moorbildung setzt hier einen hohen Niederschlag und/oder zusätzliches Hangwasser voraus (Durchströmungsmoor, gespeist von einem Quellhorizont). Im Beispiel sind zur Hangneigung zusätzlich Schlitzgräben erkennbar, diese sind im vorliegenden Moor auch noch sehr aktiv. Die Vegetation ist Moorheide mit unter 20 % Torfmoosbulten. Bild: Reitermoos, 8328-13, DSC_5751.JPG 22
- Abb. 17: Drainage: Aktiv in die Moorfläche zurückgestaut (3). Zwischen der Erstaufnahme und der Wiederholungsuntersuchung wurden Gräben oder Kanäle durch Bauwerke rückgestaut. Wichtig für die Auswertung ist der Zeitpunkt der Maßnahme. Bild: Roter Filz, 8138-01, DSC_7399.JPG 22
- Abb. 18: Zonation eines voralpinen Hochmoores (asymmetrisches Latschen- oder Spirkenhochmoor) aus KAULE (1974) nach v. LEINIGEN (1907). 25
- Abb. 19: Idealtypische Zonierung eines Hochmoores (Ebenwaldmoore, 8330-08-B) 25
- Abb. 20: 1938; Schwarzseefilz (8332-07-E) gegen Steinköchel. Gegensatz von unberührtem Hochmoor (rechts) und zur Streunutzung gemähem Hochmoor (links) aus Vollmar (1947), Seite 19. 26
- Abb. 21: 2009; Schwarzseefilz (8332-07-E), Steinköchel links. Die Streifenstruktur durch Mahd die in Vollmar 1947 dokumentiert ist, ist immer noch erkennbar. Luftbild: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung. 26
- Abb. 22: Entwicklung der Hochmoorvegetation in den Südlichen Chiemseemooren, dem Haken und den Kendlmühlfilzen zwischen den Jahren 1800, 1900, 1970 und 2010. Datenquellen: 1800 und 1900: v. LEINIGEN (1907), 1970 und 2010 Geländeaufnahmen von Kaule. Luftbild 1968 Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung. 2010: © GoogleEarth. 29
- Abb. 23: Natürliche Zonierung von der halboffenen Moorweite zum Randhängewald und scharfe Grenzen einer Rodungsfläche im Randwald (Rotmoos bei der Grasleiten, 8332-01-B). Luftbild: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung 31
- Abb. 24: Parzellenstruktur mit Spirkenfilz, vorentwässerten Parzellen mit Heide sowie Teile mit Wachstumskomplexen (Loisachfilze, L8334-07-E). Luftbild: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung 31
- Abb. 25: Halboffene Spirkenfilze, naturnahe Hochmoorweiten und gerodete Moorweiten im Niederschlagsgradienten 31
- Abb. 26: Flächenentwicklung der Vegetationskomplexe der offenen Hochmoor-Hochflächen (Wachstumskomplexe und deren Degradationsstadien) im gesamten Voralpenraum (ohne Gebirgsraum), 1970 steht für den Kartierungszeitraum 1969–1973, 2010 für die Wiederholungskartierung ab 2010. 34
- Abb. 27: Entwicklung der Vegetation in den offenen Moorweiten in den drei Naturraumgruppen zwischen 1970 und 2013 36

- Abb. 28: Regeneration von Hochmoorheiden im Klimagradienten des bayerischen Voralpenraums. Regeneration von Torfmooswachstum in Hochmoorheiden (Vegetationstypen 1.2, 1.3, 1.4 entwickelt zu 1.1, 3.1, 3.2). Zusätzlich dargestellt sind die kartierten TK-50-Quadranten, graue Punkte zeigen Moore ohne Heideregeneration an, zu denen hier auch stabil gebliebene Wachstumskomplexe und *Sphagnum*-reiche Filze zählen. Oben: Regeneration im Temperaturgradient (Jahresmitteltemperatur 1°C-Isolinien). Die Jahresdurchschnittstemperatur im Untersuchungsgebiet schwankt zwischen 5 °C und 8 °C. Unten: Regeneration im Niederschlagsgradient (Jahresniederschlagssumme mit 100 mm-Isolinien). Der Jahresniederschlag liegt zwischen 1.000 und 1.900 mm/a. Die verwendeten Klimarasterdaten besitzen den Bezugszeitraum 1971 bis 2000 und wurden aufbereitet als Gemeinschaftsprojekt des Deutschen Wetterdienstes, Abteilung Agrarmeteorologie, des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. 39
- Abb. 29: Regeneration der degradierten Hochmoorweiten, ausgedrückt als Veränderung des Flächenanteils torfbildender Vegetation, in den vergangenen 30 Jahren (hellgrün) zusätzlich zum Anteil schon 1970 vorhandener torfbildender Vegetation (hellbraun). Hochmoorheiden und Stillstandskomplexe, Moore deren Vegetation 1969/72 als natürlich eingestuft wurden sind in dieser Auswertung nicht enthalten. Die ergänzenden Flächenanteile von heute (noch) vorhandenem offenem Torf, von Heide, Latschenfilz und Wasserflächen beschreiben die kartierten Flächen zu 100 %. Die Codierung der kartierten Flächen erfolgt durch eine ID aus TK50-Blattnummer und Moor-Nr. nach KAULE & PERINGER (2011). Die Merkmale Morphologie, Gräben, Dränage, Maßnahmen sind in Tab. 1 erläutert. 40
- Abb. 30: Murner Filz, Blatt Wasserburg, 7938-04, DSC_6364.JPG: Regenerationsfläche, die alten Schlitzgräben sind noch schwach erkennbar (1.000 mm N/a). 41
- Abb. 31: Dichtes und sehr tiefes kanalartiges Grabennetz im Allgauer Filz, 1.650 mm N/a (8334-01-B, DSC06252.JPG). Bislang ist keine signifikante Regeneration mit Hochmoorwachstumskomplexen zu verzeichnen, wie sie in benachbarten, klimatisch vergleichbar gelegenen Mooren mit verfallenen Schlitzgräben zu beobachten ist. 41
- Abb. 32: Entwicklung der Hochmoorwachstumskomplexe im Zeitraum 1970 bis 2010/13 42
- Abb. 33: Entwicklung der Hochmoorheiden (inkl. Flechtenheiden und Stillstandskomplexen) im Zeitraum 1970 bis 2010/13. 43
- Abb. 34: Entwicklung der Flechtenheiden und Stillstandskomplexe im Zeitraum 1970 bis 2010/13. Alle braunen großen Punkte sind erloschen (jetzt Wachstumskomplexe oder artenarme Heiden), die braunen Punkte mit gelbem Auge zeigen die wenigen noch erhaltenen Moore mit Strauchflechten. 44
- Abb. 35: Merkmale des Birkenanflugs auf Hochmoorweiten (oben) und in Torfstichsohlen (unten). Die kartierten Flächen sind charakterisiert mit einer ID aus TK50-Blattnummer und Moor-Nr., den physischen Merkmalen zum Wasserhaushalt (Morphologie-Gräben-Dränage-Maßnahmen, vgl. Tab. 1) und dem Jahresniederschlag. Definition der Säulenhöhe siehe Tab. 4, der kumulative Index fasst die Einzelmerkmale zusammen. 46
- Abb. 36: Flaches regeneriertes Torfstichbecken im Moorgebiet in der Magnetsrieder Hard, 8132-10 47
- Abb. 37: Trockene Moorheide in der Magnetsrieder Hard mit Birkenverjüngung nach Rodung, 8132-10 47

- Abb. 38: 1970 bereits in der Sohleregeneriertes kleines Torfstichgebiet bei Ofenwinkel. 2010 hatte sich der sekundäre Schwingrasen mit (dominant) *Eriophorum vaginatum* weiter in Richtung eines Pseudohochmoor-komplexes entwickelt. In die randlichen Heidebereiche sind Bultorfmoose eingewandert. Die Bäume sind in 40 Jahren deutlich größer geworden, der Moorwald wird zunehmen. 50
- Abb. 39: Bis 1980 wurde noch in zahlreichen bäuerlichen Torfstichen mit der Hand Brenntorf gestochen, die Ziegel wurden luftig in Stapel zum Vortrocknen geschichtet. 8138-03-B Hintermoos-Handtorfstich 1969.JPG 50
- Abb. 40: Für den Winter wurde der Torf dann in den vielen kleinen Torfhütten eingelagert und erst bei Schnee mit dem Schlitten zu den Höfen transportiert. 8138-03-A Stucksdorfer Moos, 1969 50
- Abb. 41: Tiefes Torfstichbecken in einem bäuerlichen Torfstichgebiet. Hier kommen sehr nasse Schwingrasen mit Pseudohochmoor direkt neben trockener Heide auf den hohen schmalen Rippen vor. Sie bilden mit Spirkenfilzen einen eng verzahnten Komplex. Es ist nicht erstaunlich, dass in diesem unzugänglichen Moor ein Schwarzstorch brüdet. Die trockene teilweise noch offene warme Rippe ist ein idealer Eiablageplatz für Hochmoorfalter (8328-17 Sulzschneid, Westernmoos, Teilgebiet südlich der Straße im Jahr 2012) 50
- Abb. 42: Lienzinger Filz, 8140-03-D. 1974 bereits als regeneriert eingestuft und 2010 als weitgehend unverändert dokumentiert. Die nassen Becken mit Pseudohochmoor sind noch immer offen, einige der stehengeblieben Torfkörper sind jetzt dichter mit Kiefern bewachsen, Becken mit ehemals Seggenrieden sind jetzt Bruchwälder (deutlich erkennbar südlich des Grundlossees und südlich der Straße). Parallel zur Straße erfolgt immer noch die Hauptentwässerung des Moores. Luftbilder: 1970 Kaule, 2010 © GoogleEarth. 51
- Abb. 43: Weiter Filz bei Schongau, 8130-03. Vergleich von Schräg-Luftbildfotos 1972 (oben) und 2012 (unten). Bildnachweis: 1972 Kaule, 2012 © GoogleEarth. 52
- Abb. 44: Torfstichregeneration im Klimagradienten des bayerischen Voralpenraums. Oben: Regeneration im Temperaturgradient (Jahresmitteltemperatur 1°C-Isolinien). Die Jahresdurchschnittstemperatur im Untersuchungsgebiet schwankt zwischen 5 °C und 8 °C. Unten: Regeneration im Niederschlagsgradient (Jahresniederschlagssumme mit 100 mm-Isolinien). Der Jahresniederschlag liegt zwischen 1.000 und 1.900 mm/a. Die verwendeten Klimarasterdaten besitzen den Bezugszeitraum 1971 bis 2000 und wurden aufbereitet als Gemeinschaftsprojekt des Deutschen Wetterdienstes, Abteilung Agrarmeteorologie, des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. 53
- Abb. 45: Regeneration der Torfstichsohlen. Regeneration der degradierten Torfstichsohlen, ausgedrückt als Zunahme des Flächenanteils torfbildender Vegetation in den vergangenen 30 Jahren (hellgrün), zusätzlich zum Anteil bei der Erst- und Wiederholungskartierung vorhandener torfbildender Vegetation (hellbraun). Moore, deren Vegetation 1969/73 als natürlich eingestuft wurden, sind in dieser Auswertung nicht enthalten. Die Codierung der kartierten Flächen erfolgt durch eine ID aus TK50-Blattnummer und Moor-Nr. Die Merkmale Morphologie, Gräben, Dränage, Maßnahmen sind in Tab. 2 erläutert und mit Fotos belegt. 56
- Abb. 46: Sukzessionschema vom Flachmoor über das Übergangsmoor zum Hochmoor 58
- Abb. 47: Burger Moos (8138-04), 1969: in der Fläche überwogen in der Erstaufnahme Braunmooskomplexe. Foto: Archiv Kaule 59
- Abb. 48: Burger Moos: ein großer Teil der Braunmooskomplexe hat sich zu Wasserschlauchkomplexen und sogar zu Pseudohochmoorkomplexen entwickelt, DSC_7430.JPG 59

Abb. 49: Moor zwischen oberer und unterer Lemberger Gumpe, 8140-01-A, 1939, PAUL UND LUTZ (1941)	59
Abb. 50: Moor zwischen oberer und unterer Lemberger Gumpe, 8140-01-A, 2011	59
Abb. 51: Entwicklung der offenen Übergangsmoore in den drei Naturraumgruppen zwischen 1970 und 2013.	60
Abb. 52: Erhaltung der Braunmooskomplexe im Untersuchungsgebiet. Beige große Punkte zeigen ein Erlöschen seit 1970 an. Kleine gelbe Punkte zeigen rezente Nachweise an (2010/13). Große braune Kreise mit gelbem Mittelpunkt zeigen das Bestehen seit 1970 bis heute an.	62
Abb. 53: Entwicklung der Braunmooskomplexe, Erläuterung siehe Text.	62
Abb. 54: Primärer Schwinggras an einem See mit Braunmoos-Komplex, <i>Scorpidium</i> war 1970 und 2012 häufig in Schlenken. Attlesee, 8328-22	63
Abb. 55: Im Burger Moos sind die Braunmooskomplexe deutlich zurückgegangen. An ihre Stelle treten <i>Utricularia</i> -Komplexe und <i>Sphagnum fallax</i> -Watten. Burger Moos, 8138-04-X	63
Abb. 56: Halbschematischer Schnitt durch das Moor nördlich Kleinseeham in den Kartierungsjahren 1970 (oben) und 2011 (unten). Der Gradient der nährstoffarmen Moore von kalkreich bis kalkarm und sauer ist erloschen, der grundwasserbeeinflusste Teil ist intensiviert und eutrophiert. (Intensivierung, Nährstoffeintrag, Abb. 58). Das Pseudohochmoor ist erhalten, da es vom Regenwasser abhängt, die Mineralbodenwasserzeiger sind zurückgegangen (Abb. 57).	66
Abb. 57: 8136-02 Moore im Ausflussgebiet des Seehamer Sees, Pseudohochmoor im zentralen Teil. Hier haben die Mineralbodenwasserzeiger deutlich abgenommen (DSC_0182.JPG).	66
Abb. 58: Horstige <i>Moliniabestände</i> mit Gebüsch entwickelten sich in ehemaligen Braunmooskomplexen (Randlagg der Fläche von Abb. 54) (DSC_0250.JPG).	66
Abb. 59: Sehr sorgfältig mit leichtem Gerät gepflegte Streuwiese mit <i>Scorpidium</i> -Schlenken. Moore bei Lauter, 8142-05-A	68
Abb. 60: Typische Vorkommen von <i>Scorpidium</i> im nassesten Mikrostandort, darüber „Bultfuss“ mit <i>Sphagnum contortum</i> . Moore bei Lauter, 8142-05-A	68
Abb. 61: Entwicklung der bewaldeten Übergangs- und Hochmoore und Fichtenforste auf Hochmoortorf mit Flächenangaben im gesamten bayerischen Voralpengebiet.	71
Abb. 62: Entwicklung der bewaldeten Moore in den drei Naturraumgruppen zwischen 1970 und 2013: Nur im Inn-Chiemsee-Salzach-Hügelland kommen im Alpenvorland Latschenfilze vor, in den zwei anderen Naturraumgruppen kommen sie nur in den Gebirgsmooren vor (siehe Karte in Abb. 63).	72
Abb. 63: Hochmoorfilze in den voralpinen Naturräumen und im Gebirgsraum. Es gibt ein deutliches Verbreitungsmuster der Haupt-Baumarten.	73
Abb. 64: 2009 gerodeter Fichtenforst auf Hochmoortorf, Zustand 2012. Die Besiedlung mit <i>Sphagnum magellanicum</i> ist beeindruckend. Wildmoos bei Bergen, 8140-07-X (1.321 mm/a).	74
Abb. 65: Sturmwurffläche von 1990, um 2000 abgeräumt. Besiedlung mit <i>Sph. magellanicum</i> und Beersträuchern. Murner Filz bei Wasserburg, 7938-04-A (1.017 mm/a). Der Erfolg wurde durch Rückstau ermöglicht.	74
Abb. 66: 1970, Kronberger Moos am Tatzelwurm (8338-05)	76

Abb. 67: 2012, Kronberger Moos am Tatzelwurm (8338-05)	76
Abb. 68: Hirsche in Gebirgsmooren und Mooren am Alpenrand, roter Punkt sehr starke Schäden	77
Abb. 69: Offene Moorweite durch Einfluss der Hirschpopulation im Mehlblockmoos (8328-07) im Kemptener Wald (Fegen, Äsung, Schälen der Spirken). Guter Zustand (!); das Filz ist aufgelichtet, aber die Torfmoosdecke weitgehend geschlossen.	78
Abb. 70: Sehr stark durch die Hirschpopulation gestörte Moorweite. Durch starkes Zertreten und Suhlen bei einer zu hohen Konzentration auf der Fläche bleibt fast nur Torfschlamm. Mehlblockmoos (8328-07)	78
Abb. 71: Salzlecke im Krottensteinmoos (8530-02); die Mooswatten in der Schlenke sind zertrampelt, <i>Sphagnum majus</i> war in dieser Fläche 2014 nicht mehr nachweisbar.	79
Abb. 72: Intakter großer Kolk mit <i>Sphagnum majus</i> im Krottensteinmoos (8530-02), einer der wenigen großen Vorkommen, die 2014 noch erhalten waren.	79
Abb. 73: Klimatische Wasserbilanz im aktuellen Klima (Referenzdaten) und in einem trockenen und einem feuchten Klimawandelszenario für je ein Moor aus den drei Niederschlagsklassen: Das Haspelmoor mit weniger als 1.000 mm, das Bernrieder Filz mit knapp über 1.000 mm und die Attenloher Filzen mit über 1.300 mm Jahresniederschlag. Zusätzlich ist zu jedem Moor die Jahresmitteltemperatur im Referenzzeitraum angegeben. Die Pfeile symbolisieren die zu erwartende Verschiebung der Klimazonen zum Alpenrand hin und damit die Limitierung zukünftiger Moorentwicklung auch im Niederschlagsbereich 1.000–1.300 mm Jahresniederschlag. Datenquelle: F&E-Projekt des BfN „Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen“.	84
Abb. 74: Restheidevorkommen 2010/13 im Niederschlagsgradienten.	88
Abb. 75: Gekammerte Torfstichbecken mit deutlich voranschreitender Sukzession. Im Becken im Vordergrund dominieren die typischen Erstbesiedler: <i>Rhynchospora alba</i> und <i>Drosera intermedia</i> . Moor bei Obermoos, Teilgebiet Ost (8136-03, DSC_0096.JPG).	89
Abb. 76: Frisch erneuerter und vertiefter Graben im Schutzgebiet Wolfsöd, 8334-11, DSC06377.JPG.	90
Abb. 77: Streuwiese mit Braunmoosen in sehr gutem Erhaltungszustand und einer hohen Diversität an Flachmoor-Streuwiesen. Moor bei Lauter, 8124-05, DSC_6300.JPG.	91
Abb. 78: Hochmoorstreuwiese mit deutlich zu hoher Verletzung der Mooschicht durch zu schwere Geräte und falschen Mähzeitpunkt (das Moor war zum Mahdzeitpunkt wassergesättigt). Pechschnaid, 8142-06, DSC_1979.JPG.	91
Abb. 79: Die Ramsachüberflutungen sind die Entstehungs- und Erhaltungsvoraussetzungen der Auen-Überflutungsmoore im Murnauer Moos; seit Jahrzehnten bringen die das Murnauer Moos durchfließenden Bäche bei Hochwasser eutrophiertes Wasser ein. Die Vegetation hat sich dadurch seit 1970 erheblich verändert (MM, Teilgebiet Hohenboigen Moos, 8332-07, DSC_9283.JPG).	92
Abb. 80: Extensive Beweidung erhält vielfältige Moorkomplexe (Gaissach, 8334-02, DSC07265.JPG).	93

-
- Abb. 81: Graben mit natürlichem Verfall, es entwickeln sich Torfmooswatten, die das Wasser weiter rückstauen, der Fichtenforst vernässt, Bäume sterben langsam ab, dadurch wird der Boden belichtet und Torfmoose kolonisieren den offenen Torf. Sossauer Filz, 8140-06, DSC_7307.JPG. 94
- Abb. 82: Torfstichsole mit Entwicklung eines Übergangsmoorwaldes (*Sphagnum girgensohnii*, *Sph. fallax*, *Sph. palustre*). Moorkomplex Wildmoos bei Etterschlag, 7932-02, DSC05571.JPG. 94
- Abb. 83: Halbschematisches Maßnahmenkonzept für die integrierte Entwicklung eines Tales mit unterschiedlichen Moortypen und Maßnahmen innerhalb und außerhalb des engeren Schutzgebietes. Luftbild: © GoogleEarth. 95
- Abb. 84: Moorkomplexe bei abnehmendem Grundwassereinfluss 101

10 Literaturverzeichnis

- BAUMANN, A. (1895): Die Moore und die Moorkultur in Bayern. *Forstl. Naturw. Zeitschr.*
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (LfU) (Hrsg.) (2010): Moorrenaturierung kompakt – Handlungsschlüssel für die Praxis. *UmweltSpezial.*
- BRAUN, W. (1968): Die Kalkflachmoore und ihre wichtigsten Kontaktgesellschaften im Bayerischen Alpenvorland. *Dissertationes Botanicae Bd. 1.*
- BRAUNHOFER (1978): *Die Vegetation westlich des Staffelsees und ihre Standortbedingungen.* Dissertation TU München.
- BRETSCHNEIDER, A. (2012). Bedeutung von Birken im Hochmoor. S. 137–146.
- CASPARIE, W. A. (1969). Bult und Schlenkenbildung im Hochmoortorfen (Zur Frage des Moornwachstumsmechanismus). *Vegetatio XIX*, S. 146–180.
- DEUSCHLE, A. & POSCHLOD, P. (1994): Monitoring feiner Veränderungen in Moorkomplexen – Mikrokartierung von Vegetationsmosaik-Komplexen. (R. BÖCKER & A. KOHLER, Hrsg.) *Feuchtgebiete – Gefährdung, Schutz, Renaturierung. Hohenheimer Umwelttagung 26*, S. 253–261.
- DRÖSLER, M. et al. (31.1.2013): *Klimaschutz durch Moorschutz. Schlussbericht des Vorhabens „Klimaschutz – Moornutzungsstrategien“ (2006–2010).*
- ELLENBERG, H. (1963): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen.* Stuttgart: Ulmer Verlag.
- ENDLER, C. (2011): *Globale Ursachen, regionale Auswirkungen.* Karlsruhe: Selbstverlag KIT.
- EUROLA, S. (1962): Über die regionale Einteilung der südfinnischen Moore. *Ann. Bot. Soc. 'Vanamo'*, Tom 33, Nr. 2.
- FIRBAS, F. (1931): Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Hochmoorpflanzen. *Jb. Wiss. Bot.*, S. 457–696.
- GROSSE-BRAUCKMANN (1968): Einige Ergebnisse einer vegetationskundlichen Auswertung botanischer Torfuntersuchungen, besonders im Hinblick auf Sukzessionsfragen. *Acta Bot. Neerl.* 17, S. 59–69.
- HOFMANN, E. (1907): Moore in der Umgebung von Rosenheim. *Das Bayerische Inn-Oberland, Organ des historischen Vereins Rosenheim.*
- HUECK, K. (1928): Die Vegetation und Oberflächengestaltung der Oberharzer Hochmoore XII / 3. *Beiträge zur Naturdenkmalpflege.*
- JENSEN, U. (1961): Die Vegetation des Sonneberger Moores im Oberharz und ihre ökologischen Bedingungen. *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen.*
- KÄSTNER, M. & FLÖßNER, W. (1933): *Die Pflanzengesellschaften des westsächsischen.* Verlag des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz.
- KAULE, G. (1973): Die Seen und Moore zwischen Inn und Chiemsee. *Naturschutz und Landschaftspflege*, 3.
- KAULE, G. (1974): *Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen.*
- KAULE, G. & PERINGER, A. (2011): Die Übergangs- und Hochmoore des Chiemgaus Vergleichende Untersuchung zur Entwicklung zwischen den Jahren 1969–72 und 2010. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft.*, 81, S. 109–142.

- LEDERBOGEN, D., ROSENTHAL, G., SCHOLLE, D., TRAUTNER, J., ZIMMERMANN, B. & KAULE, G. (2004): Allmendweiden in Südbayern, Naturschutz durch landwirtschaftliche Nutzung. *Angewandte Landschaftsökologie*.
- MEYNEN/SCHMITHÜSEN et al. (kein Datum): *Bayerisches Landesamt für Umwelt*. Abgerufen am 6. August 2014
- MOBERG, A. et al. (2005): Highly variable Northern Hemisphere temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxy data. *Nature*, Vol. 433
- OSVALD, H. (1923): *Die Vegetation des Hochmoores Komosse*. Upsala.
- OVERBECK, F. (1975): *Botanisch-Geologische Moorkunde*. Neumünster: Karl Wacholz Verlag.
- PAUL, H. & LUTZ, J. (1941): Zur soziologisch-ökologischen Charakterisierung von Zwischenmooren. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*, 25.
- PAUL, H. & RUOFF, S. (1927): Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. I. Teil Moore im außeralpinen Gebiet der diluvialen Salzach-, Chiemsee- und Inn-Gletscher. *Berichte der Bayerische botanische Gesellschaft*, 19.
- PAUL, H. & RUOFF, S. (1932): Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. II. Teil Moore in den Gebieten des Isar-, Allgäu- und Rhein-Vorlandgletschers. *Berichte der Bayerische botanische Gesellschaft*, 20.
- PERINGER, A. & ROSENTHAL, G. (2009): Raum-Zeitmuster der Gehölzsukzession in Kalkflachmooren - Konsequenzen für das Management von extensiven Viehweiden in Oberbayern. *Naturschutz und Landschaftsplanung*(41), S. 6.
- PIK (kein Datum): *F&E-Projekt des BfN „Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel - Risiken und Handlungsoptionen“ (FKZ 806 82 270 - K1. Laufzeit: 21.8.2006–20.8.2009)*. Abgerufen am 12. September 2014 von <https://www.pik-potsdam.de/services/infothek/klimawandel-und-schutzgebiete>
- PÖLT, J. (1954): Moosgesellschaften im Alpenvorland I und II. Sitzungsber. *Österr. Akad. Wiss. Mat. Na. Kl. Abt. I* 163, S. 495–539.
- POSCHLOD, P. (1990): Vegetationsentwicklung in abgetorften Hochmooren im bayerischen Alpenvorland unter besonderer Berücksichtigung standortkundlicher und populationsbiologischer Faktoren. *Dissertationes Botanicae*, 152.
- SSYMANK (kein Datum): *Bayerisches Landesamt für Umwelt*. Abgerufen am 6. August 2014 von <http://www.lfu.bayern.de/natur/naturraeume/index.htm>
- TANSLEY (1939): *The British Islands and their Vegetation*. Cambridge University Press.
- V. HORNSTEIN, F. (1958): *Wald und Mensch*. Ravensburg: Otto Maier Verlag.
- V. LEINIGEN, W. (1907): Waldvegetation praealpiner bayerischer Moore, insbesondere der südlichen Chiemseemoore. *Naturwiss. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft*, 5.
- VOLLMAR, F. (1943): Die Pflanzengesellschaften des Murnauer Moores 1. Teil. *Bayrische Botanische Gesellschaft Band* 27, S. 13–97.
- WAGNER, A. (2000): *Minerotrophe Bergkiefernmoore im süddeutschen Alpenvorland. Die Carex lasiocarpa – Pinus x rotundata-Gesellschaft*. Diss. TU München-Weihenstephan, Institut für Landespflege und Botanik, Lehrstuhl für Vegetationsökologie.

