

El Balti, N., Christ, L., Kempke, M., Martens, T., Bork, H.-R. & Schrautzer, J. (2017): Die Moore im Kleinwalsertal – Aktueller Zustand und Entwicklungsmöglichkeiten.

inatura – Forschung online, 40.1: 46 S.



Die Moore im Kleinwalsertal – Aktueller Zustand und Entwicklungsmöglichkeiten

Nr. 40.1 - 2017

Nadja El Balti¹, Lydia Christ¹, Max Kempke¹, Tjark Martens¹,
Hans-Rudolf Bork¹ & Joachim Schrautzer¹

¹ Nadja El Balti, Lydia Christ, Max Kempke, Tjark Martens, Prof. Dr. Hans-Rudolf Bork, Prof. Dr. Joachim Schrautzer
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Ökosystemforschung
Olshausenstrasse 75, D-24118 Kiel
E-Mail: jschrautzer@ecology.uni-kiel.de

Zusammenfassung

Gegenstand des Forschungsvorhabens sind Moore der montanen Stufe im Kleinwalsertal (Vorarlberg). Im Rahmen von vier Masterarbeiten werden die Vegetationszusammensetzung und die Standortverhältnisse der vielgestaltigen Ökosysteme untersucht. Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten ist die Rekonstruktion der Entwicklungsgeschichte der Moore mittels Großrestanalysen im Freiland. Außerdem erfolgt eine naturschutzfachliche Bewertung des aktuellen Zustandes der Moore unter Berücksichtigung ihrer Funktionen im Landschaftshaushalt. Darauf aufbauend werden Empfehlungen für ein künftiges Moormanagement im Kleinwalsertal gegeben. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Artenzusammensetzung der Vegetation in erster Linie entlang von Säure-Basen- und Nährstoffgradienten anordnet. Weiterhin spielen die Wasserstandsdynamik und die Nutzungsform für die Differenzierung der Moortypen eine bedeutende Rolle. Entlang dieser Gradienten lassen sich ombrotrophe Hochmoorbultgesellschaften von verschiedenen minerotropen Niedermoorgesellschaften, Pfeifengraswiesen und Feuchtwiesen unterscheiden. Dominierende Moortypen im Untersuchungsgebiet waren Hochmoore, Übergangsmoore und Hangmoore, während Quellmoore nur vereinzelt und kleinflächig auftraten. Für das künftige Moormanagement im Kleinwalsertal ist von Bedeutung, dass die Hochmoorvegetation in der montanen Stufe des Kleinwalsertals durch den Einfluss des Menschen (Entwässerung) entstanden ist und an diesen Standorten überwiegend Zwischenmoore mit einem ombro-soligenen Wasserregime den natürlichen Moortyp darstellen würden. Die naturschutzfachliche Beurteilung ergab, dass zwar fast alle Moore vom Menschen beeinflusst sind, sie sich aber dennoch in einem vergleichsweise guten ökologischen Zustand befinden. Die größte Gefahr für die Struktur und Funktion der Moore geht in Hochmooren von der Entwässerung und in den artenreichen Niedermooren von der zunehmenden Aufgabe der extensiven Nutzung aus. Grundlage für die Umsetzung von Moorschutzmaßnahmen sind flächendeckende Vegetationskartierungen in Schwerpunkträumen wie beispielsweise dem Hörnlepassmoor.

Key words: Kleinwalsertal, montane Moore, Moortypisierung, Moorgenese, Naturschutzmanagement

1 Einleitung

Das Kleinwalsertal liegt am Nordwestrand der österreichischen Alpen im Land Vorarlberg, einer Region, die aufgrund ihrer klimatischen Bedingungen für die Ausbildung von Mooren prädestiniert ist. Die Vielfalt der Moore im Kleinwalsertal und deren große Bedeutung für den Naturschutz sind bekannt. So wurden im Rahmen der letzten Biotopkartierung zahlreiche,

mehr oder weniger ausgedehnte, schützenswerte Moorgebiete erfasst, die insgesamt eine Fläche von etwa 380 ha einnehmen (STAUDINGER 2008). Die zum größten Teil noch naturnahen Ökosysteme konzentrieren sich auf die montane Stufe des Tales, wo an den Hängen mit steileren und flacheren Abschnitten verschiedene Moortypen wie Hoch-, Hang- und Quellmoore eng miteinander verzahnt sind und zusammenhängende Moorkomplexe bilden.

Trotz ihrer auch für die Wissenschaft hohen Bedeutung wurden die Moore des Kleinwalsertales in der Vergangenheit nur selten und im geringen Umfang bei Veröffentlichungen zur Klassifikation und Ökologie von Mooren berücksichtigt. Eine erste Erwähnung finden sie in einer Übersicht über die Vegetation des Kleinwalsertales, in der die Pflanzengesellschaften des Tales in synthetischen Vegetationstabellen vorgestellt wurden (KNAPP 1962). Im

Standardwerk für die Moore Österreichs, dem von STEINER (1992) herausgegebenen Moorschutzkatalog, gingen nur vergleichsweise wenige Vegetationsaufnahmen aus dem Kleinwalsertal in die Auswertung ein. Eine geobotanische Charakterisierung der Moore des Kleinwalsertals unter Einbeziehung standortsökologischer und stratigraphischer Untersuchungen wurde bislang noch nicht durchgeführt. Dies ist das Ziel der vorliegenden Studie.

Nach einem einwöchigen Studienaufenthalt im Jahr 2015 entschlossen sich vier Studierende der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2016 die Ökologie der Moore des Kleinwalsertales im Rahmen ihrer Masterarbeiten zu studieren. Für die Umsetzung dieses Projektes waren im Vorwege intensive Planungen und logistische Vorbereitungen notwendig, die ohne die Förderung der inatura und die tatkräftige Unterstützung vor Ort durch den Verein Landschaftsschutz Kleinwalsertal nicht möglich gewesen wären. Unter anderem war die Unterkunft für den insgesamt zweimonatigen Aufenthalt der Gruppe im Tal zu organisieren, es mussten in Kiel die später in den Mooren zu installierenden Grundwasserrohre vorbereitet und die technischen Voraussetzungen für die hydrochemischen Messungen, die Profilbohrungen zur Rekonstruktion der Moorgenese und die Entnahme und Lagerung der Bodenproben geschaffen werden. Letztlich wurden diese Dinge zur Zufriedenheit aller in der geplanten Zeit erledigt und die Geländearbeiten konnten Anfang Juni beginnen und bis Ende Juli fortgesetzt werden.

Im Detail werden mit dem Forschungsvorhaben folgende Ziele verfolgt:

- Die pflanzensoziologische Differenzierung und standortsökologische Charakterisierung der Moorvegetation des Kleinwalsertals
- Die Klassifikation der untersuchten Ökosysteme in Anlehnung an bestehende ökologische und hydrologisch-entwicklungsgeschichtliche

Moorgliederungsansätze. Dabei wird ein integrativer Ansatz verfolgt, der die Zusammensetzung der aktuellen Vegetation, die erfassten hydrologischen und bodenkundlichen Parameter und die Ergebnisse stratigraphischer Untersuchungen in Moorprofilen berücksichtigt.

- Die Kartierung der Moorvegetation in ausgewählten Schwerpunktbereichen.
- Die naturschutzfachliche Beurteilung der Moore des Kleinwalsertales unter Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen und den zur Verfügung stehenden Roten Listen für die Pflanzarten und Pflanzengesellschaften des Landes Vorarlberg.
- Die Formulierung von aus den Ergebnissen abgeleiteten Empfehlungen für ein Moorschutz- und Entwicklungskonzept im Kleinwalsertal.

Insgesamt wurden im Rahmen dieser Studie 18 Mooregebiete vegetationsökologisch erfasst, wobei sich die standortsökologischen und stratigraphischen Untersuchungen sowie die flächenscharfen Vegetationskartierungen auf drei Schwerpunkträume konzentrierten. Die anderen Mooregebiete wurden »extensiv« bearbeitet, d. h. es wurden dort an ausgewählten, für bestimmte Systemzustände repräsentativen Standorten Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Mit diesem Vorgehen konnten für einen großen Teil der Moore in der montanen Stufe des Kleinwalsertals Informationen zu deren Ökologie, Entwicklung und Intensität des menschlichen Einflusses gesammelt werden. Die Studie hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit. So konnten zum Beispiel die subalpinen und alpinen Moore des Tales aus arbeitstechnischen Gründen nicht berücksichtigt werden.

2 Entstehung und Ökologie von Mooren

Moore sind Lebensräume, in denen Torf gebildet wird oder Torf oberflächlich ansteht (SUCCOW & JOOSTEN 2001). Diese allgemein gehaltene Definition umfasst sowohl natürliche »wachsende« Moore als auch anthropogen überformte Moore, in denen das Torfwachstum durch Entwässerung eingestellt wurde. Doch was ist eigentlich Torf und welche Bedingungen müssen in der Landschaft vorliegen, damit Torf beziehungsweise Moore gebildet werden können? Unter bodenkundlichen Gesichtspunkten ist Torf ein von unten nach oben aufgewachsenes organisches Substrat, das überwiegend aus abgestorbenem Pflanzenmaterial besteht (SUCCOW & JOOSTEN 2001). Es entsteht überall dort in der Landschaft, wo Wassersättigung (und damit Sauerstoffmangel) dazu führt, dass die pflanzliche Produktion den Abbau der abgestorbenen organischen Substanz übertrifft (DIERSSEN & DIERSSEN 2001). Nach den an der Torfbildung beteiligten Pflanzenarten lassen sich unterschiedliche Torfarten unterscheiden (z.B. Schilftorf, Seggentorf oder Braunoostorf). Von einem Moor spricht man, wenn ein Standort eine mindestens 30 cm mächtige Torfauflage aufweist. Grundsätzlich lassen sich bezüglich ihrer Entstehungsgeschichte Regenwasser gespeiste (ombrogene) Hochmoore von überwiegend Grund- und Oberflächenwasser gespeisten (geogenen) Niedermooren unterscheiden (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Die Hochmoore verdanken ihren Namen einem über die Jahrhunderte angewachsenen Moorkörper, der in Mitteleuropa häufig eine uhrglasförmige Gestalt aufweist. Intakte Hochmoore sind durch eine positive Wasserbilanz gekennzeichnet. Das bedeutet, dass im Verlauf des Jahres weniger Wasser durch Abflüsse oder Transpiration verloren geht als durch Niederschlag zugeführt wird. Ein weiteres Merkmal von Hochmooren ist eine geringe Nährstoffverfügbarkeit. Da sie allein

vom Niederschlagswasser gespeist werden, ist der Eintrag von Nährstoffen von Natur aus sehr gering. Es werden nur in geringem Umfang basisch wirkende Ionen eingetragen, was die Entstehung eines sauren Milieus mit pH-Werten von 3-4,5 im Moorwasser fördert (DIERSSEN & DIERSSEN 2001). Durch diese extremen Bedingungen ist der Lebensraum Hochmoor nur für spezialisierte Pflanzen und Tiere geeignet. Die Torfbildung erfolgt überwiegend durch Torfmoose (Arten der Gattung *Sphagnum*). Es ist ein langsam verlaufender Wachstumsprozess, der nur ca. 1 mm pro Jahr beträgt (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010).

Hochmoore bieten durch ihre speziellen Standorteigenschaften Lebensräume für seltene Tier- und Pflanzenarten. So finden zum Beispiel durch den Mangel an Nährstoffen carnivore (fleischfressende) Pflanzenarten wie der Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) oder das Gemeine Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*) ideale Lebensbedingungen. Aufgrund sich unterscheidender Vegetationsstrukturen innerhalb eines Hochmoores ergeben sich höher gelegene, trockenere Hochmoorbulte sowie tiefer gelegene, feuchtere Hochmoorschlenken, in denen sich an die jeweiligen Standortbedingungen angepasste Pflanzengemeinschaften etablieren können.

Niedermoore wiederum entstehen in Niederungen, verlandeten Seen oder Teichen sowie in der Nähe von Flussläufen und an Austrittsstellen von Grundwasser (DACHROTH 2002). Durch den steten Zufluss von Wasser werden fortlaufend Nährstoffe und Mineralien in Niedermoore eingetragen. Somit sind sie nährstoff- und basenreicher als Hochmoore. Je nach Art und Qualität des zuströmenden Wassers können verschiedene Niedermoortypen differenziert werden. In Gebieten mit überwiegend ebenem Grundwasserspiegel entstehen so genannte topogene (z.B. Verlandungsmoore), bei bewegtem Grundwasser soligene (z.B. Durchströmungsmoore, Hangmoore) und bei zunehmendem

Quellwasseraustritt rheogene Niedermoore (z.B. Quellmoore) (DIERSSEN & DIERSSEN 2001). Entsprechend der Vielgestaltigkeit von Niedermooren ist die Artenvielfalt dieser Ökosysteme im Vergleich zu Hochmooren deutlich höher (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Der Torfkörper von Niedermooren setzt sich vor allem aus Seggen, Schilf und/oder Moosen zusammen. In einem gut erhaltenen Niedermoor kann der Torfkörper bis zu 2 mm pro Jahr wachsen (SCHRAUTZER 2004).

Moore erfüllen wichtige Funktionen im Landschaftshaushalt. Sie sind in der Lage, CO₂ und Nährstoffe (u. a. Stickstoff, Phosphor) in ihrem Torfkörper zu binden und wirken ausgleichend auf den Wasserhaushalt und das Mesoklima. Darüber hinaus bieten sie hochspezialisierten Pflanzen und Tieren Lebensraum (PFADENHAUER 1999). Moore spielen eine wichtige Rolle in der aktuellen Klimadebatte, da weltweit riesige Moorflächen entwässert werden und dadurch die in ihren Torfen gespeicherten Stoffe freigesetzt werden. So lassen sich laut JOOSTEN et al. (2012) etwa 25 % der anthropogenen CO₂-Emissionen auf entwässerte Moore zurückführen. Dies unterstreicht die

Notwendigkeit, natürliche und naturnahe Moore zu erhalten und degradierte Moore zu renaturieren.

3 Untersuchungsgebiet

3.1 Lage

Das Kleinwalsertal liegt am Nordrand der österreichischen Alpen auf 1.100 bis 1.250 Metern über dem Meeresspiegel und gehört zum österreichischen Bundesland Vorarlberg. Das Hochgebirgstal wird von drei tektonischen Einheiten gebildet: Dem Helvetikum mit dem verkarsteten Schratenkalk, dem rhenodanubischem Flysch und den schroffen Felsen der Kalkalpen. Eiszeiten und Massenbewegungen haben im Laufe der Zeit die Landschaft und die Geomorphologie des Kleinwalsertals geprägt (VÖLK 2001). Das zur Gemeinde Mittelberg gehörende Tal ist reich an schützenswerten Biotopen, die insgesamt einen Anteil von 33 % an der gesamten Gemeindefläche aufweisen (STAUDINGER 2008). Daran sind die Moore mit 12 % beteiligt.

Untersuchte Moore	Biotop-Nr. (Staudinger 2008)
Wald-Zöbelesweid	22801
Waldhaus (Schwand-Rottobel)	22802
Söllerwald	22803
Spitzbühel-Schwand	22804
Schmittersmoos	22812
Klausenwald	22813
Hörnlepass	22814
Höflemoor	22819
Musbergmoor	22816
Melköde	22833
Eggmoor	22820
Ladstatt	22823
Fuchsfarm	22826
In der Flucht	22834
Ida Brända	22831
Schüünele (Innerschwende)	22817
Ausserwaldmoor	22815
Wildmoos	22832

Tab. 1: Zuordnung der untersuchten Moore zum Biotopinventar (STAUDINGER 2008)

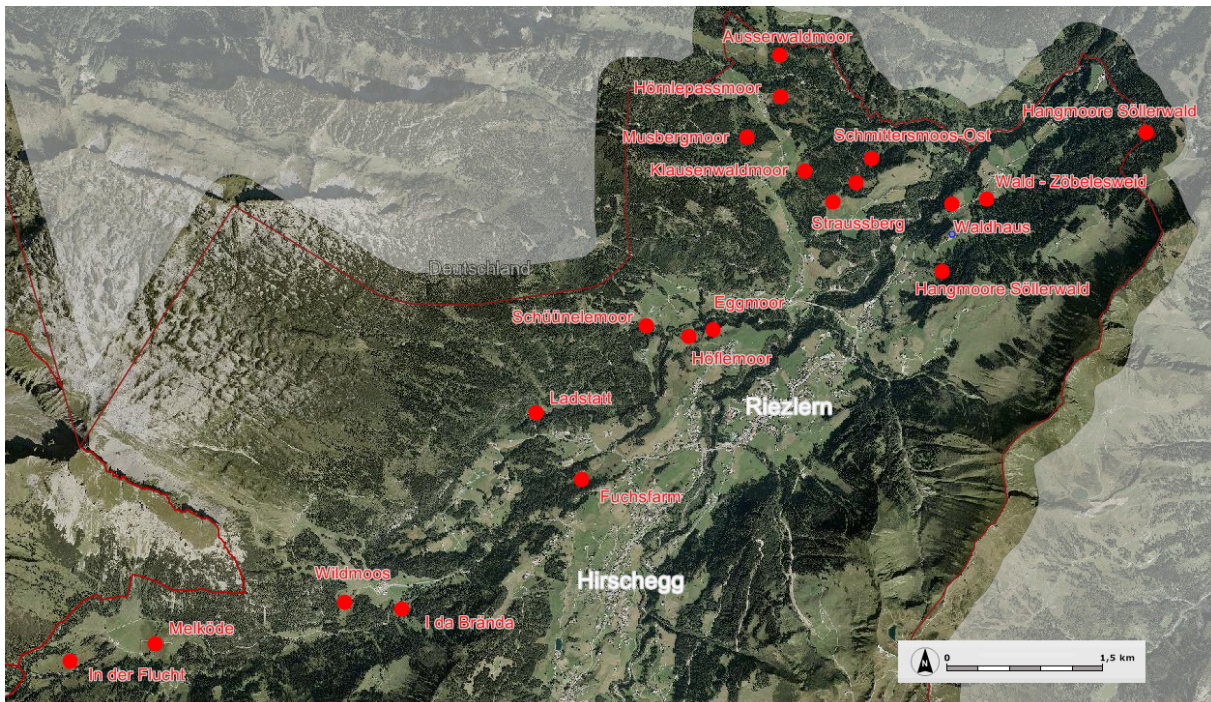


Abb. 1: Übersichtskarte der untersuchten Moore im Kleinwalsertal

Aufbauend auf den im Rahmen studentischer Praktika durchgeführten ersten Untersuchungen der Moore des Kleinwalsertals im Jahr 2015 wurden 2016 weitere Moore im Gemeindegebiet vegetationskundlich erfasst (Tab. 1, Abb. 1). Die Auswahl der Flächen orientierte sich an der Erfassung des Biotopinventars der Gemeinde Mittelberg (STAUDINGER 2008). Außerdem wurden folgende drei Schwerpunktgebiete festgelegt, in denen neben Vegetationsaufnahmen hydrologische und bodenkundliche Untersuchungen stattfanden:

- Moorkomplex »Hörnlepass«
- Moorkomplex »Klausenwald/Schmittersmoos«
- Moore und Auen im Bereich »Schwarzwassertal-Melköde«

Insgesamt wurden in beiden Jahren 18 mehr oder weniger ausgedehnte Mooregebiete erfasst.

3.2 Klima

Die nordwestlichen Alpen, zu denen auch das Bundesland Vorarlberg zählt, liegen im Bereich der nordhemisphärischen Frontalzone, in welcher der Austausch und die Vermischung subtropischer Warmluftmassen und sub-

polarer Kaltluft stattfinden. Vor allem im Herbst und Winter werden wechselhaft unterschiedlich temperierte Luftmassen mit variierenden Feuchtegehalten in die Region geführt. Beeinflusst durch den Hauptkamm der Alpen entsteht so eine Dominanz feuchter Winde aus südwestlichen beziehungsweise westlichen Sektoren. Die Niederschläge können hier bis zu 2500 mm pro Jahr betragen und sind

nicht selten mehr als doppelt so hoch wie im umgebenden Flachland (FREI & SCHMIDL, 2006). Ausgeprägte Trocken- und Feuchteperioden fehlen daher normalerweise. Diese Westwetterlage ist auch im Kleinwalsertal zu spüren. Stellvertretend für das Klima im gesamten Kleinwalsertal werden die Daten der Klimastation Mittelberg verwendet (Abb. 2). Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 6,7 °C und

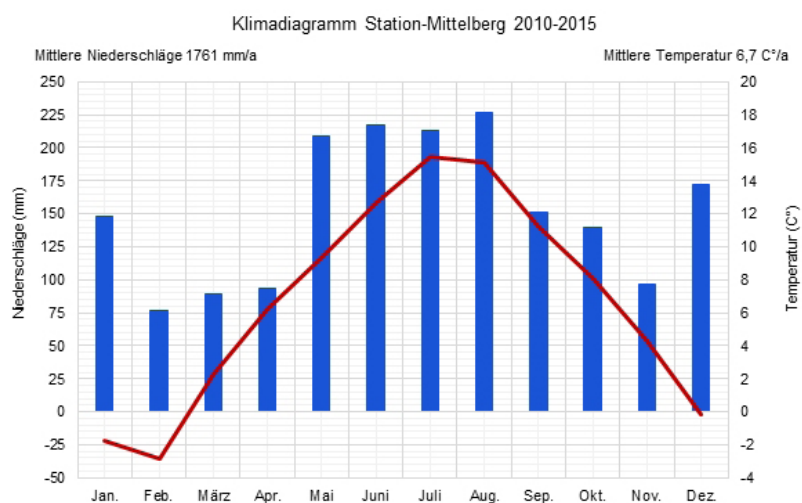


Abb. 2: Klimadiagramm der Station Mittelberg für den Zeitraum 2010-2015. Abgebildet sind die mittleren monatlichen Niederschläge in mm/m² und die mittleren monatlichen Temperaturen in °C. Außerdem sind die mittleren jährlichen Niederschläge und die mittlere jährliche Temperatur angegeben.

ist bezogen auf die Höhenlage etwas wärmer als andere Regionen derselben Höhe. Das Lufttemperaturmaximum liegt bei 15 °C im Juli/August, das Minimum bei -2,9 °C im Februar. Mit einer Differenz von nur etwa 17,9 °C zwischen dem wärmsten und dem kältesten Monat kann das Klima im Kleinwalsertal als ausgeglichen beschrieben werden. Die Vegetationsperiode ist der Zeitraum, in dem im langjährigen Mittel die Tagesmitteltemperatur über 5 °C liegt. Sie beginnt im Kleinwalsertal im Mittel etwa Mitte Mai und endet Mitte Oktober. In Mittelberg liegt der mittlere jährliche Niederschlag bei 1761 mm, was durch die Nähe zum Gebirgsrand und das hohe Potential zur Bildung von Gewitterzellen bedingt ist. Das Niederschlagsmaximum liegt mit 210 bis 225 mm in den Monaten Mai bis August und das Minimum mit 75 bis 95 mm im späten Winter und Frühling (Februar-April). Es gibt durchschnittlich 173 Regentage im Kleinwalsertal. In den Sommermonaten regnet es etwa an der Hälfte der Tage und im Herbst und frühen Winter etwa an 13 Tagen im Monat. Zusammengefasst kann das Klima im Kleinwalsertal als wechselfeuchtes-kaltes mit warmen Sommern bezeichnet werden. Es lässt sich dem Dfb-Typen zuordnen (KÖPPEN, 1900; KOTTEK et al. 2006). Das bedeutet, dass die Klimazone im Kleinwalsertal dem borealen Klimabereich (D), mit dem wärmsten Monat über 10 °C und dem kältesten Monat unter 3 °C, zuzuordnen ist. Die Niederschlagsmenge ist im Mittel in jedem Monat höher als 60 mm/m² (f) und kann somit als feuchtes Klima be-

zeichnet werden. Die Sommer fallen in die Kategorie warme Sommer (b), da das wärmste Monatsmittel unter 22 °C liegt, aber mehr als drei Monate eine durchschnittliche Temperatur von über 10 °C herrscht.

In den Sommermonaten des Untersuchungszeitraumes 2016 wurde eine Niederschlagsmenge von 976 mm/m² aufgezeichnet. Dies entspricht mehr als der Hälfte des mittleren jährlichen Niederschlags im Kleinwalsertal. Die Durchschnittstemperatur lag in diesem Zeitraum bei 13 °C.

4 Methoden

4.1 Vegetationsaufnahmen

Die Vegetationszusammensetzung der untersuchten Moore wurde nach dem Schlüssel von BRAUN-BLANQUET (1964), verändert nach REICHELT & WILMANN'S (1973) dokumentiert (Tab. 2). Die Vegetationsaufnahmen wurden quadratisch angelegt und hatten alle eine Größe von 9 m². Neben der Artenzusammensetzung wurden für jede Aufnahme die mittlere und maximale Vegetationshöhe sowie der Deckungsgrad der Strauchschicht, der Gefäßpflanzen in der Krautschicht, der Moose und der Streuschicht ermittelt. Die Vegetationsaufnahmen sowie die Lage der Grundwasserrohre, Piezometer und Bohrpunkte (s.u.) wurden im Gelände mit einem GPS-Gerät verortet.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach der Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen

Deutschlands. Die Einstufung ihres Gefährdungsgrades erfolgt nach den Vorschlägen der aktualisierten Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Vorarlbergs (AMANN 2016). Die Nomenklatur der Moose und die Beurteilung ihres Gefährdungsgrades orientieren sich an der Roten Liste der gefährdeten Moosarten Vorarlbergs (SCHRÖCK et al. 2013).

4.2 Klassifizierung der Vegetationstypen

Die Vegetationsgliederung erfolgt in dieser Studie nach der pflanzensoziologischen Methode mit Hilfe von Charakter- und Differentialarten (vgl. BRAUN-BLANQUET 1964, DIERSSEN 1990, DIERSCHKE 1994). Um eine bessere Vergleichbarkeit mit der pflanzensoziologischen Literatur zu ermöglichen, wurden zwei Datensätze getrennt voneinander bearbeitet. Der Datensatz I enthält die Vegetationsaufnahmen der Moore des Kleinwalsertales und der Datensatz II die im Auenbereich der Melköde angefertigten Aufnahmen. Zur Orientierung für die Bearbeitung des Datensatzes I (Moore) wurden die Gliederungskonzepte von DIERSSEN (1982), DIERSSEN & DIERSSEN (1984) und STEINER (1992) herangezogen. Die Sortierung der Vegetationsaufnahmen erfolgte zunächst in einer Roh Tabelle »per Hand«, wobei Arten mittlerer Stetigkeiten vorrangig zur Differenzierung verwendet wurden. Außerdem wurden die für jede Vegetationsaufnahme errechneten Deckungsgradanteile soziologischer Artengruppen berücksichtigt. Die Zuordnung der einzelnen Arten zu pflanzensoziologischen Taxa erfolgt in Anlehnung an DIERSSEN et al. (1988), STEINER (1992) und SCHRAUTZER (2004). Die endgültige Gliederung des Datensatzes war das Produkt einer iterativen Vorgehensweise, bei der sukzessive die Plausibilität der Typen anhand der

Tab. 2: Deckungsskala nach BRAUN-BLANQUET (1964), verändert nach REICHELT & WILMANN'S (1973)

Braun-Blanquet	Deckung (%)	Individuenzahl	Mittelwert(%)
r	0-5	1	0.1
+	0-5	2-5	0.5
1	0-5	6-50	1.5
2m	0-5	>50	4
2a	>5-15	Beliebig	10
2b	>15-25	Beliebig	20
3	>25-50	Beliebig	37.5
4	>50-75	Beliebig	62.5
5	>75	Beliebig	87.5

abiotischen Parameter und mit Hilfe multivariater Auswertungsmethoden überprüft wurde. Letzteres erfolgte mit dem Programm PCORD (Multivariate analysis of Ecological Data, Version 6, MjM Software), wobei als Ordinationsverfahren die NMDS (non-metrische multivariate Skalierung) verwendet wurde. Als Distanzmaß wurde der vom Deckungsgrad unabhängige Jaccard-Index gewählt, da bei den Vegetationsaufnahmen im Gelände die Deckungsgrade der Moosarten nicht dokumentiert wurden. Außerdem wurden mit dem Programm Past (Paleontological Statistics, Version 3.1, 1999-2016; siehe HAMMER et al. 2001) statistische Tests (»One way NP manova«) durchgeführt, um festzustellen, ob zwischen den differenzierten Vegetationseinheiten signifikante Unterschiede bestehen.

Um die Vegetationsgliederung übersichtlich zu gestalten, wurden synthetische Tabellen erstellt, wobei die Häufigkeit des Vorkommens einzelner Arten in den Vegetationstypen folgenden Stetigkeitsklassen entspricht:

- < 5 % (r); > 5 % < 10 % (+);
- > 10 % < 20 % (I); > 20 % < 40 % (II);
- > 40 % < 60 % (III); > 60 % < 80 % (IV);
- > 80 % (V)

Die Nomenklatur der Vegetationstypen und die Einstufung ihres Gefährdungsgrades richten sich weitgehend nach den Vorschlägen der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Vorarlbergs (BEISER 2016). Der Gefährdungsstatus wird dabei wie folgt klassifiziert:

- CR - vom Aussterben bedroht
- EN - stark gefährdet
- VU - gefährdet
- NT - potentiell gefährdet
- R - von Natur aus selten
- LC - nicht gefährdet

Da man nicht davon ausgehen kann, dass die wissenschaftlichen Namen der Vegetationstypen einer breiteren Leserschaft bekannt sind, wird im Text sowie in den Abbildungen und Tabellen den eingängigeren deutschen Namen der Vorzug gegeben.

4.3 Kartographische Auswertung

Die Vegetationskartierung ermöglicht es, die über Tabellenarbeit ermittelten Pflanzengesellschaften eines Gebiets visuell darzustellen. Dafür wurde zunächst ein Kartierschlüssel mit den differenzierenden Arten erstellt. Die Grenzen der Untersuchungsflächen wurden im Gelände in ein Orthofoto, das vom Amt Riezern zur Verfügung gestellt wurde, eingezeichnet. Für die Erstellung der Karten wurde die Software Arc GIS (Version 10.3, Esri) genutzt.

Zum Übertragen der GIS Koordinaten von den im Gelände genutzten GPS-Geräten wurde das Programm Base Camp (Garmin) verwendet.

4.4 Bestimmung von Standortparametern

Zur ökologischen Charakterisierung der untersuchten Vegetationstypen wurden hydrologische und bodenkundliche Untersuchungen durchgeführt. Für die Dokumentation des Moorwasserspiegels und der physikochemischen Eigenschaften des Moorwassers wurden in den drei Schwerpunktgebieten Grundwasserrohre in den Boden eingebracht (Abb. A1-A3). Dabei wurden PVC Rohre unterschiedlicher Länge (2 m und 1,5 m) und einem Durchmesser von 32 mm verwendet. Diese wurden perforiert und an der Unterseite durch eine Kappe verschlossen. Insgesamt wurden 50 Rohre (20 im Hörnlepassmoor, 15 im Moorkomplex »Klausenwald/Schmittersmoos« und 15 im Gebiet

»Schwarzwassertal-Melköde« installiert. Mit Hilfe eines Lichtlots wurde der Grundwasserstand (cm unter Flur) in den einzelnen Rohren mindestens in wöchentlichen, teilweise aber auch kürzeren Abständen gemessen. Zudem wurden die pH-Werte und Leitfähigkeiten ($\mu\text{S}/\text{cm}$) des Moorwassers in den Grundwasserrohren nach Abpumpen mit einem tragbaren Multi-Line-Gerät der Firma WTW im Gelände gemessen. Der pH-Wert eines Moores ist ein Indikator für dessen Basenverfügbarkeit und Bodenreaktion (Succow & Joosten 2001).

Um die Nährstoffverhältnisse in den Mooren zu charakterisieren, wurden die C/N- und N/P-Verhältnisse im Torf bestimmt. Die C/N-Verhältnisse geben Aufschluss über Stickstoffverfügbarkeit und ermöglichen eine trophische Kennzeichnung der Untersuchungsgebiete (Tab. 3). Das N/P-Verhältnis im Boden ist ein Indikator für die Art der Nährstofflimitation in Ökosystemen. Nach Auswertung von Düngeversuchen kommen KOERSELMAN & MEULEMAN (1996) zu dem Ergebnis, dass N/P-Verhältnisse unter 15 eher auf eine Stickstofflimitierung und Werte darüber eher auf eine Phosphorlimitierung hindeuten.

Außerdem wurde der Glühverlust der Torfe ermittelt. Der prozentuale Glühverlust ist eine Kenngröße für das im Boden enthaltene organische Material. Intakte Moorböden sind reich an schwach zersetztem, organischen Material (DIERSSEN & DIERSSEN 2001). Ab einem Gehalt an organischen Substanzen von 30 % im Boden spricht man von Torf.

Bezeichnung	C/N-Verhältnis	Gruppierung
sehr arm arm	>40 33-40	Oligotroph (nährstoffarm)
ziemlich arm mittel	26-33 20-26	Mesotroph (mäßig nährstoffarm)
kräftig reich	13-20 10-13	Eutroph (nährstoffreich)
sehr reich extrem reich	7-10 <7	Polytroph (nährstoffüberlastet)

Tab. 3: Trophiestufen der Moore (Succow & Joosten 2001)

Am Ende des Untersuchungszeitraumes wurden in der Nähe jedes Grundwasserpegels jeweils zwei Bodenproben (Probe A, Probe B) aus den Tiefen 10-20 cm und 20-30 cm entnommen und zunächst kurzfristig an der Luft getrocknet. In Kiel wurden die Proben dann fünf Tage bei 60 °C im Trockenschrank getrocknet. Die pH-Werte des Bodens wurden in den Proben A, die Phosphor-, Kohlenstoff-, Stickstoff-Gehalte und der Glühverlust in den Proben B gemessen.

Die pH-Werte wurden in Calciumchlorid-Lösung mit einem pH-Meter gemessen. Bei torfhaltigen Proben war die Messung des pH-Wertes nicht möglich, da kein adäquates Mischungsverhältnis zwischen Bodenmaterial und Lösung hergestellt werden konnte. Die Proben B wurden nach der Lagerung im Trockenschrank mit einer Kugelmühle (Fritsch planetary mill pullverisette) 20-30 Minuten bei 200 Umdrehungen pro Minute zu feinem Staub gemahlen. Nach trockener Veraschung der Proben erfolgte die Elementar-Analyse von Kohlenstoff und Stickstoff mit einem Euro EA Elementaranalysator (HEKA GmbH). Zur Analyse des Gesamt-Phosphorgehaltes wurde zunächst ein Salpetersäure-Aufschluss durchgeführt. Die Messungen erfolgten über das Molybdänblau-Verfahren mit einem Spektralphotometer »PE200 Lambda« bei einer Wellenlänge von 750 nm. Der Glühverlust wurde durch Verbrennung des Bodensubstrates bei 550 °C (Muffelofen) bestimmt.

4.5 Statistische Auswertung der abiotischen Parameter

Die Darstellung der Ergebnisse für die einzelnen Vegetationstypen erfolgte mit Boxplots. Um zu überprüfen ob die gemessenen Umweltvariablen (C/N-, N/P-Verhältnisse, pH-Werte, Wasserstand) der Vegetationstypen sich signifikant voneinander unterscheiden, wurden Kruskal-Wallis Tests mit dem Programm Past (s.o.) durchgeführt. Es handelt sich hierbei um ein nicht-para-

metrisches statistisches Verfahren, mit dem sich Unterschiede in der zentralen Tendenz von zwei Stichproben nachweisen lassen.

4.6 Torffeldansprache und Analyse der Moorgenese

Bei der geobotanischen Untersuchung von Mooren spielt neben der aktuellen Vegetation auch die Rekonstruktion der für die Torfbildung verantwortlichen Vegetation eine wichtige Rolle. Durch die Analyse der Artenzusammensetzung der jeweiligen Torfschichten kann auf die ehemalige Vegetation und somit auch auf die vorherrschenden abiotischen Faktoren wie pH-Wert, Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit während der Moorentwicklung geschlossen werden (SUCCOW & JOOSTEN 2001).

Zur Ansprache der Torfstruktur und ihrer Klassifikation werden vor allem die floristische Zusammensetzung sowie der Grad der Zersetzung des Torfes herangezogen (DIERSSEN & DIERSSEN 2001). Torfe mit ähnlicher Zusammensetzung lassen sich zu Torfarten

zusammenfassen und werden nach vegetationsgeschichtlich-botanischen Kriterien als Torfarteneinheiten klassifiziert (JASNOWSKI 1959, 1962; TOLPA et al. 1967; GROSSE-BRAUCKMANN 1986, 1993, 1994, 1996). Torfarteneinheiten berücksichtigen in erster Linie die Pflanzenreste der Profilausschnitte. Somit ist eine schnelle Zuordnung des Torfes zu einer Torfartengruppe (Niedermoortorf, Hochmoortorf) bereits im Gelände möglich. Neben den dominierenden torfbildenden Pflanzenarten befinden sich im Bodenprofil oft noch weitere Großreste von Pflanzen, die ebenfalls wichtige Hinweise auf die Moorgenese geben können.

5 Charakterisierung der Moor-Ökosysteme

5.1 Hochmoorbultgesellschaften (Oxycocco-Sphagnetea)

Tab. A 1, Spalten 1-4

Hochmoore erhalten ihre Nährstoffe ausschließlich aus dem Regenwasser. Aufgrund dieser »ombrotrophen« Er-

Torfmoostorf (Sphagnumtorf)	<p><u>Vorkommen:</u> Nährstoffarme bis mäßig nährstoffarme, saure Moore (pH: 2,7-4,8)</p> <p><u>Hauptbestandteile:</u> Überwiegend Reste von Moosen der Gattung <i>Sphagnum</i></p> <p><u>Typische Beimengungen:</u> Seggenwurzeln, Blattscheidenbündel vom Scheidigen Wollgras, Stängelstücke von Zwergsträuchern (Ericaceae)</p>
Seggentorf (Radizellentorf)	<p><u>Vorkommen:</u> mäßig bis nährstoffreiche, mäßig saure bis basenreiche Moore (pH: 4,6-6,5)</p> <p><u>Hauptbestandteil:</u> Grundmasse aus dichtem Wurzelfilz mit mehr oder weniger breiten Ausläufern (Rhizomen) vom Feinseggen (Rhizome <1 mm) und Grobseggen (Rhizome >1 mm)</p> <p><u>Typische Beimengungen:</u> Schilfrhizome, Braunmoose, Holz, Fieberkleesamen (<i>Menyanthes trifoliata</i>), Torfmoose</p>
Wollgrastorf (Eriophorumtorf)	<p><u>Vorkommen:</u> nährstoffarme-saure Moore (pH: 2,7-3,7)</p> <p><u>Hauptbestandteil:</u> Hauptsächlich aus Resten des Scheidigen Wollgrases (<i>Eriophorum vaginatum</i>)</p> <p><u>Typische Beimengungen:</u> Torfmoose, Stängelstücke von Zwergsträuchern (Ericaceae), Holz</p>

Tab. 4: In den Mooren des Kleinwalsertales vorgefundene Torfarten mit Hinweisen zu deren Vorkommen, Zusammensetzung und typischen Beimengungen nach MEIER-UHLHERR et al. 2015

Jahr	NS	T (Jahresmittel)	T/12	Regenfaktor
2010	1794	5,3	6,1	294,10
2011	1712	8,5	7,7	222,34
2013	1810	5,6	6,2	291,94
2014	1781	7,8	7,6	234,34
2015	1786	7,7	7,8	228,97

Tab. 5: Regenfaktoren im Kleinwalsertal

nährungsweise werden sie von den »minerotrophen« Niedermooren, deren Wasserkörper mit dem mineralstoffreicheren Grundwasser verbunden ist, abgegrenzt. Voraussetzung für die Bildung von Hochmooren ist ein niederschlagsreiches und kühles Klima, wie es für das Kleinwalsertal gegeben ist. Nach OSVALD (1923) lässt sich die klimatische Grenze für eine Hochmoorentwicklung anhand des sogenannten »Regenfaktors« definieren. Dieser ergibt sich aus dem Quotienten der Niederschlags-Jahressumme geteilt durch das Temperatur-Jahresmittel, wobei bei der Mittelwertbildung der Temperatur nur die positiven Monatsmittelwerte berücksichtigt werden. Klimatische Voraussetzung für ein echtes Hochmoorwachstum ist nach OSVALD mindestens ein Regenfaktor von 100. Anhand der Klimadaten (Station Mittelberg) von 2010 bis 2015 lassen sich für das Kleinwalsertal weit höhere Regenfaktoren bis fast 300 ermitteln (Tab. 5).

Die für Hochmoore typische Bult-Schlenkenstruktur ist in den Pflanzenbeständen des Kleinwalsertales kaum zu erkennen. Mögliche Ursachen hierfür werden in den folgenden Kapiteln ausgiebig diskutiert. In der niedrigen Krautschicht dominieren mit Deckungsanteilen zwischen 80 und 90 % die Moose. Die mittlere Artenzahl der Hochmoorbultgesellschaften des Kleinwalsertales ist mit Werten zwischen 15 und 22 (Moose und Gefäßpflanzen) im Vergleich zu den anderen untersuchten Vegetationstypen niedrig und unterstreicht, dass unter den extremen Standortbedingungen nur wenige Spezialisten gedeihen können. Charakterarten der Hochmoore sind das Scheidige Woll-

gras (*Eriophorum vaginatum*) und das Torfmoos *Sphagnum magellanicum*. Weitere Arten der Klasse Oxycocco-Sphagnetea, die mit hoher Stetigkeit vorkommen, sind die Zwergsträucher Gewöhnliche Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*), Besenheide (*Calluna vulgaris*) und Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*). Außerdem erreicht der Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) durchgehend hohe Stetigkeiten. Hochmoorbult- und Niedermoorgesellschaften gehen im Kleinwalsertal räumlich oft fließend ineinander über. Eine klare floristische Differenzierung zwischen diesen Vegetationstypen wird dadurch erschwert. Als eindeutige Differentialarten für die Hochmoorbultgesellschaften konnten im Gebiet daher nur die Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*), die Latschenkiefer (*Pinus mugo*) und

das Torfmoos *Sphagnum capillifolium* diagnostiziert werden (Tab. A1). Standortlich kommen die Unterschiede zwischen den Moorarten deutlicher zum Ausdruck. So weisen die Standorte der Hochmoorbultgesellschaften signifikant niedrigere pH-Werte im Bodenwasser, signifikant weitere C/N-Verhältnisse und signifikant niedrigere Gesamt-P-Gehalte im Boden auf als jene der basenreichen Kleinseggenrieder (Abb. 5, 6). Ursache der niedrigen pH-Werte in Hochmooren sind die bei der Zersetzung der Torfmoose freiwerdenden Säuren (GORHAM et al. 1985) und der Kationenaustausch an ihren Zellwänden (CLYMO 1963).

Im Kleinwalsertal lassen sich innerhalb der Klasse Oxycocco-Sphagnetea zwei Assoziationen unterscheiden. Dabei werden die **Latschenkiefern-Hochmoore** (*Pino rotundatae*-Sphagnetum, Tab. A1, Spalte 1, FFH-Code 7110, Gefährdungsstatus VU) durch die Ausbildung einer aus *Pinus mugo* subsp. *mugo* aufgebauten, im Mittel etwa 2m hohen Strauchschicht, von der **Bunten Torfmoosgesellschaft** (*Sphagnetum medii*, Tab. A1, Spalten 2-4, FFH-Code 7110, Gefährdungsstatus VU) abgegrenzt. Größere Bestände der

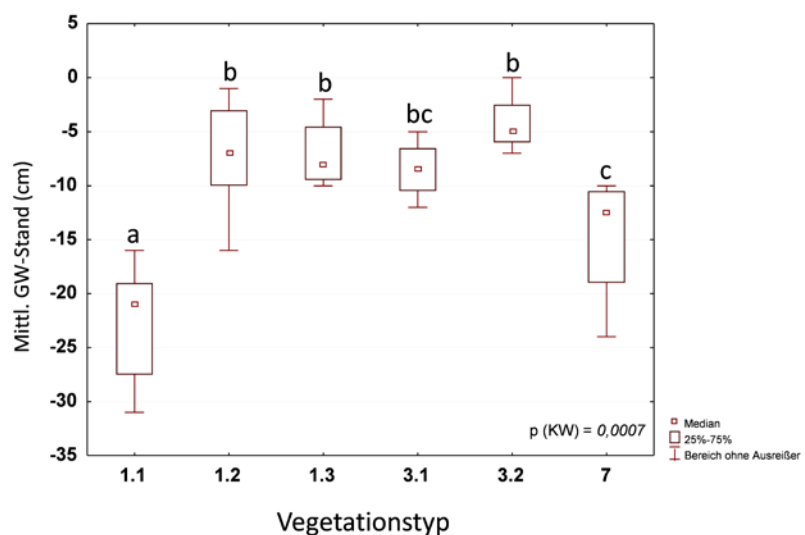


Abb. 3: Boxplots der mittleren Grundwasserstände ausgewählter Vegetationstypen. [Kruskal-Wallis <0.05, verschiedene Buchstaben über den Boxplots deuten auf signifikante Unterschiede] (1.1: Latschenkiefernhochmoor; 1.2: Bunte Torfmoosgesellschaft typisch; 1.3: Bunte Torfmoosgesellschaft, Ausbildung mit *Carex rostrata*; 3.1: basenreiches Niedermoor mit Hochmoorarten; 3.2: basenreiches Niedermoor typisch; 7: Pfeifengraswiesen)

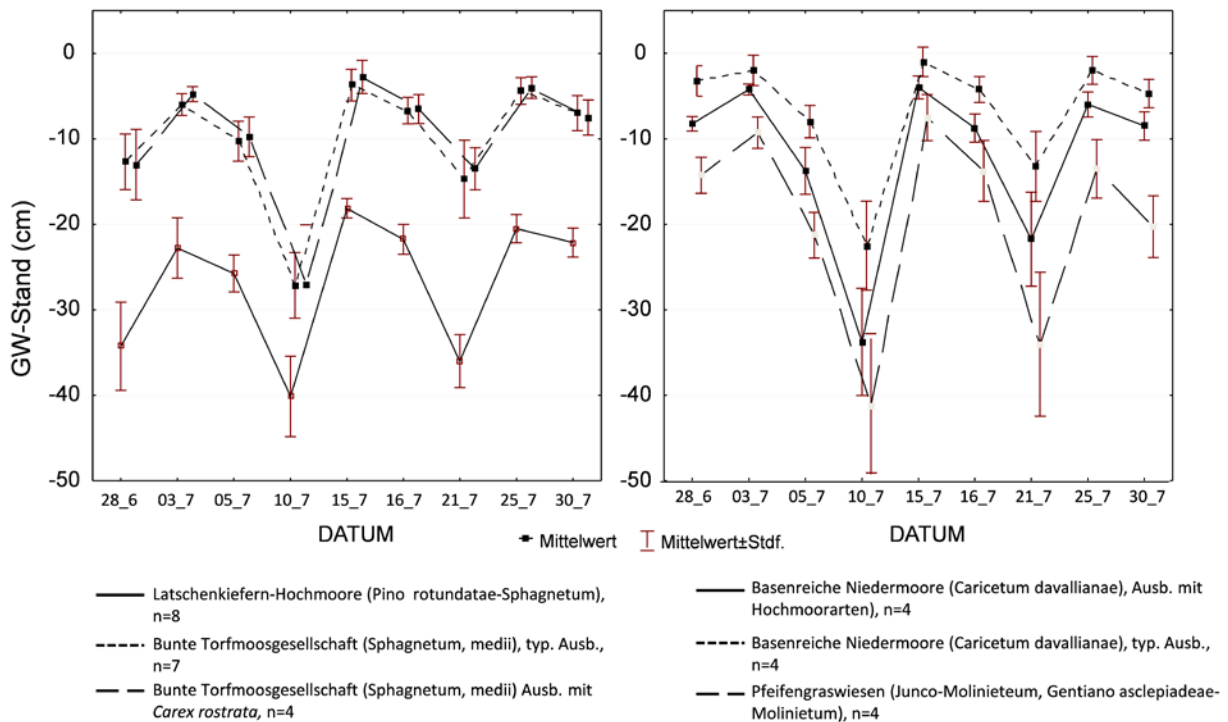


Abb. 4: Dynamik der Grundwasserstände ausgewählter Vegetationstypen

Latschenkiefern-Hochmoore befinden sich im Hörnlepassmoor, im Außerwaldmoor und im Außerschwender Moor (nicht untersucht). Dieser artenarme Vegetationstyp weist von allen untersuchten Pflanzengesellschaften die höchsten Deckungsanteile an charakteristischen Hochmoorarten (*Oxycocco-Sphagnetea*) auf (61 %). Die vergleichsweise niedrigen mittleren Wasserstände (Abb. 3A) lassen darauf

schließen, dass die meisten Bestände sekundär durch Entwässerung entstanden sind. Gestützt wird diese Annahme durch die im Vergleich zu den Standorten der Bunten Torfmoosgesellschaft tendenziell niedrigeren pH-Werte (Abb. 5B), denn durch Entwässerung können Mineralisationsprozesse stimuliert werden, die zur Freisetzung von H^+ -Ionen führen. Ausdruck einer durch Belüftung gesteigerten Torf-

mineralisation sind schließlich die im Vergleich zur Bunten Torfmoosgesellschaft tendenziell engeren C/N-Verhältnisse im Oberboden (Abb. 5C). Eine Besonderheit im Kleinwalsertal sind Latschenkiefer-Bestände im Musbergmoor, die sich an einem Steilhang angesiedelt haben. Unter einer dichten Strauchschicht aus Kiefern überzieht dort eine dünne Torfmooschicht den Kalkfels.

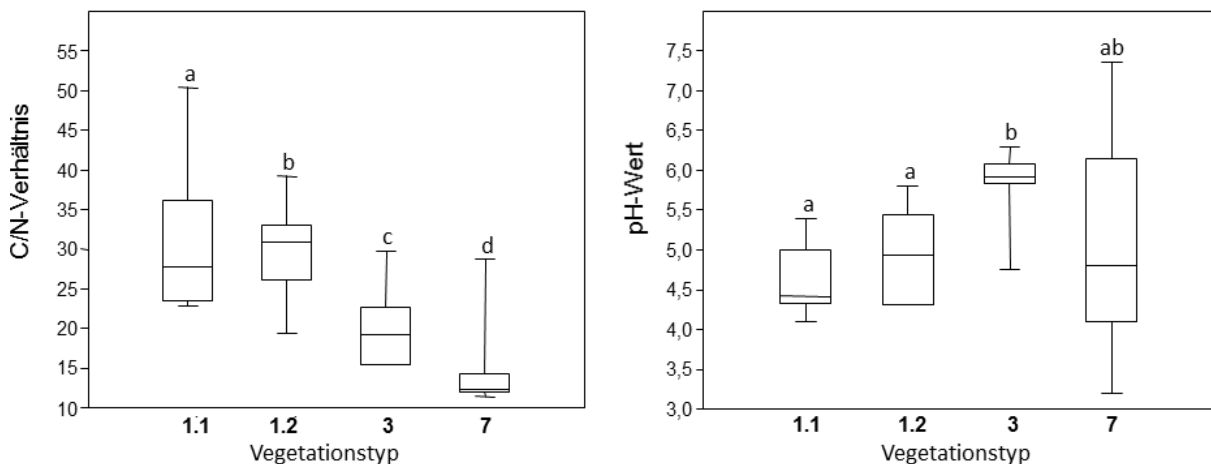


Abb. 5: Boxplots der C/N-Verhältnisse im oberen Torfhorizont (links) und der mittleren pH-Werte im Grundwasser (rechts) ausgewählter Vegetationstypen. [Kruskal-Wallis <0.05 , verschiedene Buchstaben über den Boxplots deuten auf signifikante Unterschiede] (1.1: Latschenkieferhochmoor; 1.2: Bunte Torfmoosgesellschaft typisch; 1.3: Bunte Torfmoosgesellschaft Ausbildung mit *Carex rostrata*; 3.1: basenreiches Niedermoor mit Hochmoorarten; 3.2: basenreiches Niedermoor typisch; 7: Pfeifengraswiesen)

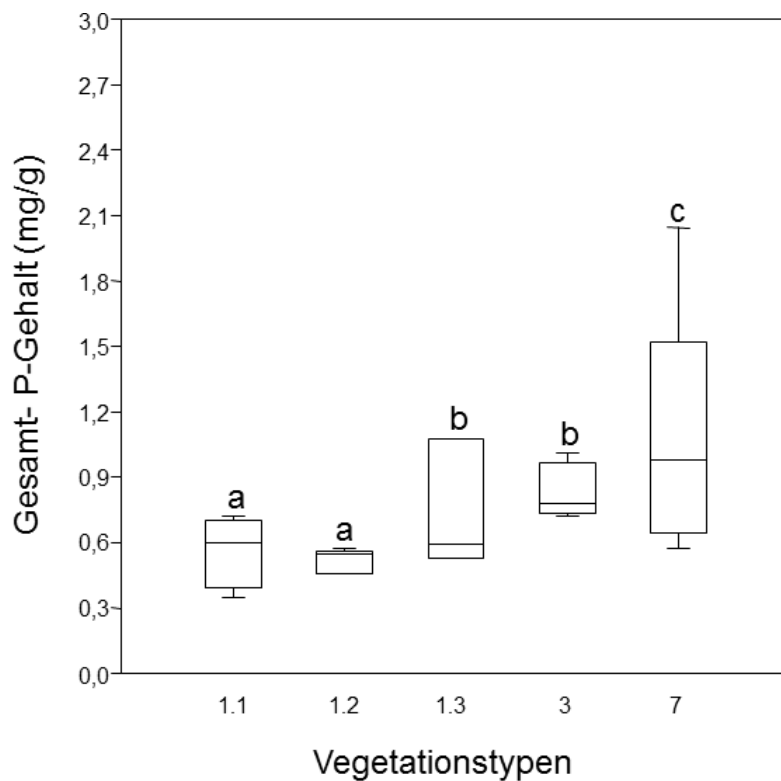


Abb. 6: Gesamt-P-Gehalte im oberen Torfhorizont ausgewählter Vegetationstypen. [Kruskal-Wallis <0.05 , verschiedene Buchstaben über den Boxplots deuten auf signifikante Unterschiede] (1.1: Latschenkiefernhochmoor; 1.2: Bunte Torfmoosgesellschaft typisch; 1.3: Bunte Torfmoosgesellschaft, Ausbildung mit *Carex rostrata*; 3.1: basenreiches Niedermoor mit Hochmoorarten; 3.2: basenreiches Niedermoor typisch; 7: Pfeifengraswiesen)

Solche »Mischbestände« werden als »Ausbildung mit *Scheuchzeria palustris*« ebenfalls der Bunten Torfmoosgesellschaft zugeordnet, da in den Beständen zahlreiche Charakterarten der Klasse Oxycocco-Sphagnetea und Zwergsträucher mit hohen Stetigkeiten auftreten (Tab. A1, Spalte 4). Das gehäufte Vorkommen dieses Vegetationstyps an gestörten, kleinräumig verdichteten Standorten im Bereich der Langlaufloipen lässt den Schluss zu, dass die Bestände ihre Entstehung überwiegend dem menschlichen Einfluss zu verdanken haben.

Die Bunte Torfmoosgesellschaft lässt sich im Kleinwalsertal in drei Unterheiten differenzieren. Die artenarme »typische Ausbildung« ist frei von Differentialarten (Tab. A1, Spalte 2). Sie tritt vor allem an gestörten, oberflächennah verdichteten Standorten auf wie zum Beispiel im Bereich der Loipen des Hörnlepassmoores und des Klausenwald/ Strausbergmoores.

Im Vergleich zu den Latschenkiefern-Hochmooren kommen in diesem Vegetationstyp mehr Arten der Klasse Scheuchzerio-Caricetea (Niedermoorgesellschaften) vor, die eine bessere Mineralstoffversorgung der Pflanzen anzeigen. Die mittleren Wasserstände liegen hier deutlich höher (Abb. 3). Sie sinken während des Beobachtungszeitraumes nur einmal unter 20 cm unter Flur ab (Abb. 4).

Die »Ausbildung mit *Carex rostrata* (Schnabelsegge)« stellt pflanzensoziologisch einen Übergang zu Niedermoorgesellschaften dar, denn es kommen Arten der Hochmoore (Oxycocco-Sphagnetea) und Niedermoor (Scheuchzerio-Caricetea) mit etwa gleichen Anteilen vor (Tab. A1, Spalte 3). Der Vegetationstyp ist in

den untersuchten Mooren flächenhaft stärker vertreten als die typische Ausbildung. Den Ausschlag für die Zuordnung zu den Hochmoorbultgesellschaften gaben die hohen Stetigkeiten der Charakterart *Sphagnum magellanicum* sowie Zwergsträuchern der Klassen Nardo-Callunetea und Vaccinio-Picetea (Kap. 6). Das häufige Vorkommen der Streuwiesenart *Succisa pratensis* (Teufelsabbiss) und der mesophilen Grünlandart *Anthoxanthum odoratum* (Ruchgras) deutet eine aktuelle oder ehemalige Nutzung der Bestände an. Die Ausbildung von *Carex rostrata* ist hydrologisch mit der typischen Ausbildung vergleichbar, denn die mittleren Wasserstände zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Vegetationstypen (Abb. 3) und auch die Dynamik der Moorwasserstände ist nahezu identisch (Abb. 4).

Die Arten der Hochmoorschlenken (*Rhynchosporion albae*) wie Blasenbinse (*Scheuchzeria palustris*) und Schlammsegge (*Carex limosa*) wachsen in den untersuchten Mooren kleinräumig eng verzahnt mit den Arten der Hochmoorbultgesellschaften.

5.2 Niedermoor-Gesellschaften (Scheuchzerio-Caricetea)

5.2.1 Basenarme Wiesenseggenriede (*Caricetum nigrae* (goodenowii), Gefährdungsstatus VU)

Tab. A1, Spalten 5-6

Kennzeichnend für diesen Vegetationstyp ist die Dominanz der Wiesensegge (*Carex nigra*) sowie das häufige Auftreten der Borstgrasses (*Nardus stricta*), der Vielblütigen Hainsimse (*Luzula multiflora*) und des Sumpfveilchens (*Viola palustris*). Pflanzensoziologisch tendiert die Gesellschaft aufgrund hoher Stetigkeiten des Torfmooses *Sphagnum magellanicum* und des Scheidigen Wollgrases (*Eriophorum vaginatum*) zu den Hochmoorbultgesellschaften, aus denen sie durch Entwässerung und nachfolgender Nutzung teilweise hervorgegangen sein könnten. Die niedrigen mittleren

Höhen der Krautschicht (zum Aufnahmezeitpunkt im Mittel unter 20 cm) sind ein Hinweis auf die schwache Produktivität der Bestände.

Im Untersuchungsgebiet können zwei Untereinheiten der Gesellschaft unterschieden werden. In der »Ausbildung mit Zwergsträuchern« (Tab. A1, Spalte 5) erreichen die entsprechenden Arten der Klassen Nardo-Callunetea und Vaccinio-Piceetea mit im Mittel über 25 % hohe Deckungsgradanteile. Das Torfmoos *Sphagnum capillifolium* hat in diesem Vegetationstyp seinen Vorkommensschwerpunkt. In den untersuchten Mooren erscheint die Gesellschaft ausschließlich in dem von Gräben durchzogenen Westteil des Straußbergmoores. Die Bestände werden hier einmal jährlich gemäht. Der hohe Anteil an moortypischen Arten ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Gräben schon längere Zeit nicht mehr geräumt wurden und die Wasserstände in den Flächen demzufolge anstiegen.

Die »typische Ausbildung« (Tab. A1, Spalte 6) wurde in Mooren im Bereich des Schwarzwassertales oberhalb der Melköde erfasst. Die in Hanglage befindlichen Bestände sind dort kleinräumig eng verzahnt mit basenreichen Davallseggenriedern. Auf eine regelmäßige Beweidung der Flächen weist das regelmäßige Vorkommen des Borstgrases (*Nardus stricta*) hin. Offensichtlich besiedelt diese, an wechselfeuchte Verhältnisse angepasste Art vornehmlich die durch die Rinderbeweidung kleinräumig entstandenen Bulte.

5.2.2 Davallseggenrieder (*Caricetum davallianae*, FFH-Code 7230, Gefährdungsstatus VU)

Tab. A1, Spalten 7-9

In dieser artenreichen und farbenprächtigen Gesellschaft (Foto 1) kommen zahlreiche Kennarten des Verbandes *Caricion davallianae* vor. In den Beständen im Kleinwalsertal wachsen unter anderem die Davall-Segge (*Carex davalliana*), das Breiblättrige Wollgras (*Eriophorum latifolium*) und die Alpen-



Foto 1: Davallseggenried (*Caricetum davallianae*)

Binse (*Juncus alpino-articulatus*). Zur charakteristischen Artenzusammensetzung gehören außerdem die Alpen-Bartschie (*Bartsia alpina*) und das Laubmoos *Campylopus stellatum*. Im Untersuchungsgebiet trennen weitere, basenreiche Standorte anzeigende Verbandskennarten wie das Sumpferherzblatt (*Parnassia palustris*), das Echte Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*) und die Simsenlilie (*Tofieldia calyculata*) die Davallseggenrieder floristisch von den vorherigen, an basenarmen Standorten vorkommenden Pflanzengesellschaften ab. Diese Differenzierung wird standörtlich durch signifikant höhere pH-Werte im Moorwasser untermauert (Abb. 5). Insgesamt erreichen die charakteristischen Arten trotz hoher Stetigkeiten allerdings nur geringe Deckungsgradanteile zwischen 14 und 22 %. Dies unterstreicht, dass es sich bei ihnen überwiegend um niedrigwüchsige, schwachproduktive und

damit lichtbedürftige Arten handelt. Die mittleren Artenzahlen (pro 9 m²) der Davallseggenrieder bewegen sich zwischen 29 und 32. Die Deckung der Gefäßpflanzen variiert zwischen 77 und 95 %. Die meisten Flächen enthalten hohe Moosanteile, dabei vor allem Braunmoose. Das Vorkommen etlicher Streuwiesen- und Feuchtgrünlandarten (u. a. *Succisa pratensis*, *Briza media*, *Potentilla erecta*, *Lotus pedunculatus* und *Crepis paludosa*), einiger Arten des Wirtschaftsgrünlandes (*Ranunculus acris*, *Trifolium pratense*) sowie teilweise hohe Deckungsgrade des Pfeifengrases (*Molinia caerulea*) machen deutlich, dass die Bestände im Kleinwalsertal zumindest oberflächennah entwässert sind und regelmäßig genutzt werden beziehungsweise wurden. Mittlere Höhen der Krautschicht zum Aufnahmezeitpunkt zwischen 20 und 28 cm dokumentieren die geringe Produktivität der Pflanzenbestände,

obwohl die C/N-Verhältnisse in Abb. 5 (im Mittel etwa 20) auf eine bessere Stickstoffversorgung der Pflanzen als an den Hochmoorstandorten hinweisen. Anhand der N/P-Verhältnisse (Abb. 7) im Boden lässt sich vielmehr eine Phosphor-Limitierung der Standorte vermuten, denn die Werte liegen alle über dem Grenzwert von 15, bei dessen Unterschreitung KOERSELMAN & MEULEMAN (1996) von einer Stickstoff-Limitierung ausgehen.

Floristisch und standörtlich lassen sich die Davallseggenrieder des Kleinwalsertals in drei Ausbildungen unterteilen. In den Beständen der »Ausbildung mit Hochmoorarten« (Tab. A1, Spalte 7) kommen einige Arten der Klasse Oxy-cocco-Sphagnetea wie das Scheidige Wollgras (*Eriophorum vaginatum*) und der Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) regelmäßig vor. Auch die für Hochmoorbultgesellschaften typischen Zwergsträucher wie die Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*) erreichen hohe Stetigkeiten. Die Artenzusammensetzung des Vegetationstyps wird aber eindeutig von Arten der grundwassergespeisten Niedermoore dominiert. Auffällig ist auch, dass *Sphagnum magellanicum* hier seltener auftritt. Die Ausbildung steht in den untersuchten Mooren räumlich oft im direkten Kontakt zu den Beständen der Hochmoorbultgesellschaften. Im Hörnlepassmoor kennzeichnet sie zum Beispiel räumlich den Übergang von den eher ebenen Hochmooren zu den Hangmooren. Wie die Ergebnisse der mittleren Moorwasserstände zeigen (Abb. 3), ist der Vegetationstyp hydrologisch ähnlich einzustufen wie die Hochmoorbultgesellschaften.

Häufiger als die »Ausbildung mit Hochmoorarten« findet man im Kleinwalsertal die »typische Ausbildung« der Davallseggenrieder (Tab. A1, Spalte 8). Sie charakterisiert die flachgründigen Hangmoore des Untersuchungsgebietes. Um den typischen Wiesencharakter dieses blumenreichen Vegetationstyps zu erhalten, werden fast alle Bestände regelmäßig einmal jährlich gemäht. Die regelmäßige Nut-

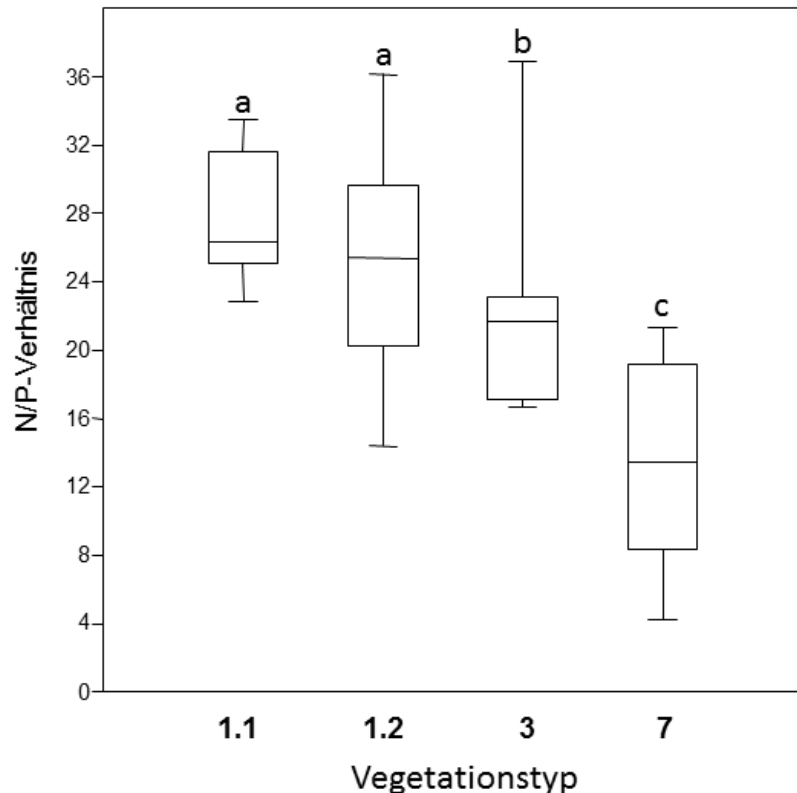


Abb. 7: Boxplots der N/P-Verhältnisse im oberen Torfhorizont ausgewählter Vegetationstypen. [Kruskall-Wallis <0.05, verschiedene Buchstaben über den Boxplots deuten auf signifikante Unterschiede] (1.1: Latschenkiefernmoor; 1.2: Bunte Torfmoosgesellschaft typisch; 1.3: Bunte Torfmoosgesellschaft, Ausbildung mit *Carex rostrata*; 3.1: basenreiches Niedermoor mit Hochmoorarten; 3.2: basenreiches Niedermoor typisch; 7: Pfeifengraswiesen)

zung zeigt sich floristisch an hohen Deckungsgradanteilen von Feuchtwiesen-Arten (42 %). Hierzu gehören zum Beispiel der Sumpfpippau (*Crepis paludosa*) und die Trollblume (*Trollius europaeus*), die in dieser Ausbildung häufig vorkommen. An den Standorten dieses Vegetationstyps wurden die höchsten mittleren Wasserstände ermittelt (Abb. 3). Während des Beobachtungszeitraumes sanken die Moorwasserstände nur einmal unter 20 cm unter Flur ab, während sie in der übrigen Zeit nahe der Bodenoberfläche lagen. Überflutungen fanden nicht statt. Dies lässt darauf schließen, dass die Standorte kontinuierlich oberflächennah mehr oder weniger stark durchströmt werden.

Die »Ausbildung mit Beweidungszeigern« (Tab. A1, Spalte 9) wurde im Untersuchungsgebiet nur in den Hangmooren oberhalb der Melköde

aufgenommen. Kennzeichnend für den Beweidungseinfluss ist wie bei der typischen Ausbildung der Wiesenseggenrieder das Vorkommen des Borstgrases (*Nardus stricta*).

5.2.3. Fadenseggen-Sumpf (*Caricetum lasiocarpae*, Gefährdungstatus CR) und Schnabelseggen-Gesellschaft (*Caricetum rostratae*, Gefährdungstatus VU), FFH-Code: 7140

Tab. A1, Spalten 10-11

Wie die Wiesenseggenrieder (*Caricetum nigrae*) gehören auch diese beiden Pflanzengesellschaften zu den mesotrophen Übergangs- und Schwingrasenmooren, die durch anthropogene Einflüsse wie Eutrophierung, Abtorfung und Entwässerung von Hochmooren entstehen können. Natürliche mesotrophe Übergangs- und Schwingrasenmoore sind in

Durchströmungs-, Hang- und Quellmooren zu finden. Im Vergleich zu den Wiesenseggenriedern besiedeln das *Caricetum lasiocarpae* (Tab. A1, Spalte 10) und das *Caricetum rostratae* (Tab. A1, Spalte 11) nassere Moorstandorte. Im Kleinwalsertal kommen sie nur sehr selten und kleinflächig vor (z.B. im Ladstattmoor oder im Hörnlepassmoor). Charakteristisch ist für beide Vegetationstypen eine ausgeprägte Mooschicht. Neben den namengebenden Seggenarten prägen weitere Kennarten der Klasse Scheuchzerio-Caricetea wie das Schmalblättrige Wollgras (*Eriophorum angustifolium*) die Struktur der insgesamt artenarmen Bestände, in die trotz räumlicher Nähe keine charakteristischen Arten der Hochmoorbultgesellschaften und Davallseggenriedern eindringen konnten.

5.3 Röhrichte und Großseggenrieder (Phragmitetea australis)

Tab. A1, Spalte 12

Als einzige Pflanzengesellschaft dieser Klasse wurde in den untersuchten Mooren das *Caricetum paniculatae* (Rispenseggen-Sumpf, Gefährdungstatus NT) an wenigen Stellen aufgenommen. Der Vegetationstyp kennzeichnet Standorte, an denen kleinflächig in Hanglage basen- und/oder kalkreiches Quellwasser austritt. An der Artenzusammensetzung der Bestände sind daher neben der dominierenden Rispensegge (*Carex paniculata*) auch zahlreiche Arten der basenreichen Davallseggenrieder wie das Sumpferzblatt (*Parnassia palustris*) und die Sumpf-Stendelwurz (*Epipactis palustris*) beteiligt.

5.4 Wirtschaftsgrünland (Molinio-Arrhenatheretea)

5.4.1 Pfeifengras-Streuwiesen (Molinion caeruleae), FFH-Code 6410

Ungedüngte Streuwiesen mit dominierendem Pfeifengras (*Molinia caerulea*) gehören zu den ältesten Grünlandtypen Mitteleuropas. Im Al-

penvorland und in den Alpentälern hatte der Vegetationstyp früher einen Verbreitungsschwerpunkt. Die traditionelle Nutzung (Herbstmahd zur Gewinnung von Stalleinstreu) wird heute überwiegend nur noch im Rahmen des staatlich geförderten Naturschutzmanagements durchgeführt, oft liegen die Flächen dagegen brach. Neben dem dominierenden Pfeifengras ist im Untersuchungsgebiet als weitere Verbandscharakterart der Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*) mit hohen Stetigkeiten vertreten. An der Artenzusammensetzung sind weiterhin mit etwa 50 % Deckungsgradanteilen Arten der Feuchtwiesen (Molinietalia) beteiligt, während typische Hoch- und Niedermoorarten sowie andere an sehr nasse Standorte angepasste Arten unterrepräsentiert sind. Ein Beleg dafür, dass sich die Pfeifengraswiesen durch Entwässerung aus naturnäheren Moorgesellschaften entwickelt haben, sind die Ergebnisse der hydrologischen Messungen. Die mittleren Wasserstände liegen deutlich niedriger als an den Standorten der typischen Bunten Torfmoosgesellschaft und den Davallseggenriedern (Abb. 3). Folge der durch Entwässerung beschleunigten Torfmineralisation ist ein engeres C/N-Verhältnis des oberen Torfhorizontes (Abb. 5). Der Mittelwert liegt unter 15 und ist nach SUCCOW & JOOSTEN (2001) ein Hinweis auf eutrophe Standortsbedingungen. Auch die mittleren Gesamt-P-Gehalte sind erhöht (Abb. 6).

Im Kleinwalsertal kommen zwei Pflanzengesellschaften des Verbandes Molinion vor. Dabei wächst die **Präalpine Pfeifengraswiese** (Gentiano asclepiadeae-Molinietum, Gefährdungstatus EN) auf Moorstandorten mit guter Mineralstoffversorgung (Tab. A1, Spalte 13). Bestände dieser Gesellschaft stehen entweder im Randbereich von Davallseggenriedern oder sind durch Entwässerung aus diesen hervorgegangen. Ein Hinweis darauf sind die teilweise noch hohen Stetigkeiten von Kennarten der basenreichen Niedermoores (*Caricion davalli-*

anae). Allerdings deuten die niedrigen Deckungsgradanteile dieser Artengruppe daraufhin, dass die Arten in den Pfeifengraswiesen unter suboptimalen Bedingungen wachsen. Der hohe Anteil an Arten des Wirtschaftsgrünlandes (Molinio-Arrhenatheretea) lässt darauf schließen, dass ein großer Teil der Flächen dieses Vegetationstyps im Kleinwalsertal noch bewirtschaftet wird, um die außerordentlich hohe Artenvielfalt (im Mittel 38 Arten pro Aufnahmefläche) zu erhalten. Ein Teil der Bestände, wie im Hörnlepassmoor, liegt allerdings brach.

Deutlich artenärmer (im Mittel 16 Arten) ist die **Binsen-Pfeifengraswiese** (Junco-Molinietum, Gefährdungstatus EN), die bevorzugt auf entwässerten, sauren Standorten gedeiht und folglich kaum noch Arten basenreicher Moore beherbergt (Tab. A1, Spalte 14). Auffällig ist auch der geringe Anteil an Arten des Wirtschaftsgrünlandes, ein Indiz dafür, dass die Flächen zum großen Teil, wie im Hörnlepassmoor, nicht mehr genutzt werden. Das häufige Vorkommen der Fichte (*Picea abies*) in der Krautschicht zeigt, dass die Flächen bei fortgesetzter Nutzungsauffassung kontinuierlich verbuschen werden.

5.4.2 Feuchtwiesen-Basalgesellschaft (Calthion palustris), Gefährdungstatus VU

Tab. A1, Spalten 15-16

Bestände dieses Vegetationstyps wurden in den Mooren des Kleinwalsertales nur vereinzelt im Westteil des Straußbergmoores, im Randbereich des Außerwaldmoores und im Hangbereich nahe des »Waldhauses« aufgenommen. Bezeichnend für die Artenzusammensetzung ist ein hoher Anteil an Arten der Feuchtwiesen und des Wirtschaftsgrünlandes. Der artenreiche Vegetationstyp ist nicht als Lebensraumtyp in der europäischen FFH-Richtlinie gelistet. Im Kleinwalsertal wird eine »typische Ausbildung« von einer »Ausbildung mit *Deschampsia cespitosa*« (Rasenschmiele) unterschieden. Die typische Ausbildung

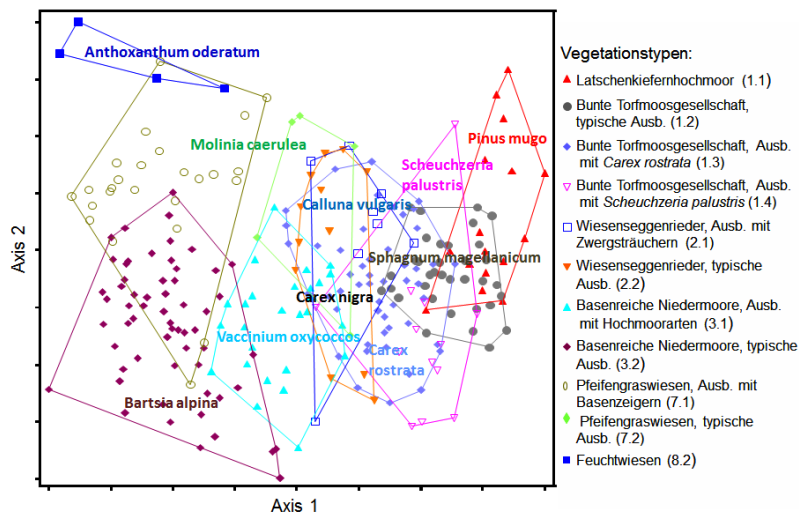


Abb. 8: Ergebnisse der multivariaten Analyse (NMSD, Distanzmaß Jaccard-Index) mit allen Vegetationsaufnahmen der häufigsten Pflanzengesellschaften ($n \geq 4$ Vegetationsaufnahmen) der Moore im Kleinwalsertal

(Tab. A1, Spalte 15) ist mit im Mittel 35 Arten sehr vielfältig und beherbergt noch etliche mesotrophente Niedermoorarten. Dies deutet darauf hin, dass die Bestände durch Nutzungsintensivierung aus nährstoffarmen Niedermooeren entstanden sind. Die Ausbildung mit *Deschampsia cespitosa* ist artenärmer. Sie kommt nur im Westteil des Straußbergmoores vor und kennzeichnet dort intensiver genutzte Moorbereiche. Von den untersuchten Pflanzengesellschaften ist es die einzige, in denen die Arten des Wirtschaftsgrünlandes mit über 60 % Deckungsgradanteilen dominieren. Ausdruck einer stärkeren Entwässerung ist das Vorkommen des Knäuelgrases (*Dactylis glomerata*) in den Beständen.

6 Erläuterungen zur pflanzensoziologischen und ökologischen Differenzierung der Moore im Kleinwalsertal

Das Ordinationsdiagramm mit allen Vegetationsaufnahmen der häufigsten Pflanzengesellschaften der Moore im Kleinwalsertal zeigt, dass die Vegetationstypen entlang der 1. Achse zwar bestimmte Bereiche vorrangig besetzen, eine eindeutige Differenzie-

rung aber nur teilweise zu erkennen ist (Abb. 8). Die Ergebnisse der hydrologischen und bodenkundlichen Untersuchungen für Vegetationstypen, von deren Standorten hinreichend genügend Daten für eine statistische Auswertung vorlagen, zeigen, dass die 1. Achse vermutlich einen Gradienten der Nährstoff- und Basenversorgung von oligotroph (ombrotroph)-sauer auf der rechten Seite bis hin zu mesotroph (minerotroph)-basenreich auf der linken Seite darstellt. Untermauert wird diese Annahme durch die Ergeb-

nisse eines zweiten Ordinationsdiagrammes, bei dessen Erstellung auch Standortdaten (C/N-Verhältnis, pH-Wert im Moorwasser) berücksichtigt werden. Dargestellt sind hier nur die Daten von Vegetationstypen, deren Standorte nicht oder nur schwach hydrologisch verändert wurden (Abb. 9). Im Diagramm ordnen sich die Vegetationstypen auf der 1. Achse entlang eines Säure-Basengradienten an. Dieser beginnt auf der rechten Seite mit den Latschenkiefern-Hochmooren und der Bunten Torfmoosgesellschaft, typische Ausbildung, die offensichtlich an saure Standorte gebunden sind. Zwischen den die rechte Seite des Gradienten einnehmenden basophilen Niedermooeren ist die Bunte Torfmoosgesellschaft, Ausbildung mit *Carex rostrata* eingenischt. Eine vergleichbare Anordnung ähnlicher Pflanzengesellschaften der Klasse Oxycocco-Sphagnetea (Hochmoorbultgesellschaften) und Scheuchzerio-Caricetea (Niedermooeresellschaften) entlang dieses hydrochemischen Gradienten ermittelten GERDOL et al. (1994) in Mooren Südtirols und CONRADI & FRIEDMAN (2013) in bayerischen Mooren (Ammergauer Alpen). Nach unseren Ergebnissen lässt sich auch eine signifikante Beziehung zwischen dem pH-Wert und dem C/N-Verhältnis des Oberbodens

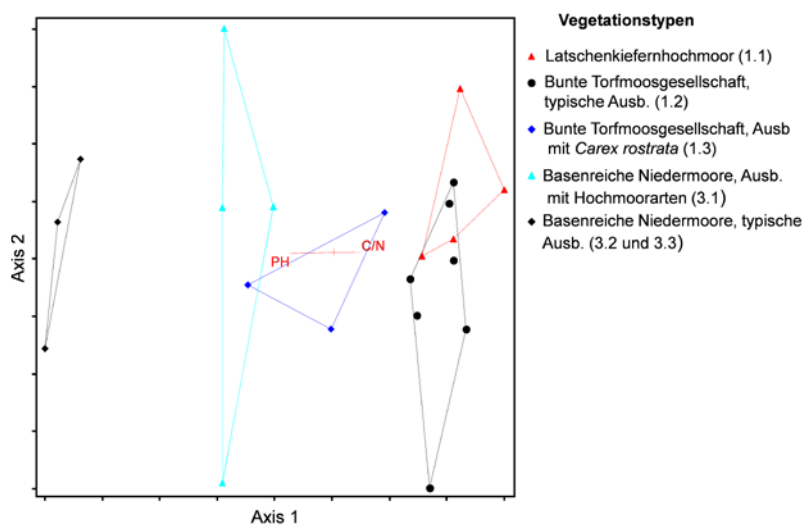


Abb. 9: Ergebnisse der multivariaten Analyse (NMSD, Distanzmaß Jaccard-Index) mit Vegetationsaufnahmen und Standortdaten (pH-Wert, C/N-Verhältnis) der Hochmoorbultgesellschaften und der basenreichen Niedermooeren

als Indikator für die Stickstoffverfügbarkeit feststellen, d.h. mit steigenden pH-Wert sinkt das C/N-Verhältnis beziehungsweise steigt die Stickstoffverfügbarkeit am Standort (Abb. 9). In der Literatur zur Moorkökologie wird die Frage der Koinzidenz zwischen dem Säure-Basen-Gradienten und der Nährstoffverfügbarkeit allerdings kontrovers diskutiert. Auf die Details dieser umfangreichen Diskussion soll hier nicht eingegangen werden. Interessant sind hierzu aber die Ergebnisse von BRAGAZZA & GERDOL (2002). Die Autoren konnten bei ihren standortsökologischen Untersuchungen in Mooren Südtirols keine Korrelation zwischen diesen Systemeigenschaften feststellen, wenn sie die Ergebnisse für den pH-Wert und die Nährstoffkonzentration im Moorwasser heranzogen. Andererseits ermittelten sie eine signifikante Beziehung zwischen dem Säure-Basen-Gradienten und den Gesamt-Nährstoffgehalten der Torfe (als Potential für die Nährstoffverfügbarkeit), wie sie auch in dieser Studie belegt werden kann (s. o.). Welches Ergebnis dieser beiden Untersuchungsansätze plausibler ist, lässt sich nur durch aufwändige Messungen zur Stickstoff- und Phosphormineralisation beantworten.

Betrachtet man im ersten Ordinationsdiagramm (Abb. 8) die Anordnung der Vegetationstypen entlang der 1. Achse, so lässt sich folgern, dass im Kleinwalsertal alle Übergänge zwischen ombrogenen, ombro-soligenen und minerogenen Mooren vorkommen. Auffällig ist darüber hinaus die Anordnung einiger Vegetationstypen der senkrecht auf die 1. Achse projizierten 2. Achse, die Unterschiede im Wasserhaushalt der Standorte andeutet. So entfernen sich die Pfeifengras-Streuwiesen und vor allem die Feuchtwiesen auf der 2. Achse von den anderen Vegetationstypen.

Trotz des im Ordinationsdiagramm vor allem auf der 1. Achse offensichtlichen »floristischen Kontinuums« war es auch in dieser Studie möglich, über die Verteilungsmuster von Charak-

terarten und Trennartengruppen (Differentialarten) Vegetationseinheiten zu definieren, die sich statistisch signifikant unterscheiden (Ergebnisse NPMANOVA, nicht dargestellt). Im Folgenden wird das Gliederungskonzept für die Moore im Kleinwalsertal im Detail erläutert.

In dieser Studie wurden innerhalb der Klasse Oxycocco-Sphagnetea (Hochoorbultgesellschaften) zwei Assoziationen (Pino rotundatae-Sphagnetum, Sphagnetum medii) differenziert. Sie gehören nach STEINER (in GRABHERR & MUCINA 1993) zum weit gefassten Verband Sphagnion medii mit Kenn- bzw. Differentialarten wie *Sphagnum magellanicum*, *Vaccinium oxycoccos*, *Pinus mugo* agg. und *Polytrichum strictum*. Einziges Kriterium für die Abgrenzung des Pino rotundatae-Sphagnetum vom Sphagnetum medii ist das Vorhandensein einer von der Latschenkiefer gebildeten Strauchschicht. Floristisch und standörtlich sind die Bestände der Gesellschaft mit den von CONRADI & FRIEDMANN (2013) aus den Ammergauer Alpen und von GERDOL et al. (1994) aus Südtirol beschriebenen Latschenkiefern-Hochmooren vergleichbar. Letztere wiesen ähnlich niedrige Wasserstände auf wie die Standorte im Kleinwalsertal.

Nach STEINER (1992) besitzt das Sphagnetum medii keine eigene Kennart, sondern nur eine charakteristische Artenkombination mit Arten wie *Andromeda polifolia* und *Drosera rotundifolia*. Die Assoziation wird vom subkontinental verbreiteten Ledo-Sphagnetum durch das Fehlen des Sumpfporstes *Ledum palustre* abgegrenzt. Die Bestände im Kleinwalsertal können der subozeanisch geprägten Rasse mit Zwersträuchern wie *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium myrtillus* und *Vaccinium vitis-idaea* zugeordnet werden. Das Sphagnetum medii tritt in Österreich in Hoch- und Übergangsmooren auf. Im Kleinwalsertal fehlen jedoch typische Übergangsmoore, wie zum Beispiel Schwingrasen, die langsam über den Seewasserspiegel hinauswachsen und damit auf natür-

liche Weise ombrotrophieren. Die Aufteilung des Sphagnetum medii in Untereinheiten folgt in dieser Arbeit den Vorschlägen von DIERSSEN & DIERSSEN (1984), wonach die jeweiligen floristisch differenzierten Einheiten unterschiedliche Wasser- und Basenversorgungsstufen widerspiegeln. Eine weitere Unterteilung in Fazies nach der Dominanz einzelner Torfmoosarten ist hier nicht möglich, da der Deckungsgrad der Moore nicht erfasst wurde.

Die typische Ausbildung des Sphagnetum medii in dieser Arbeit entspricht floristisch weitgehend der minerotrophen Variante der typischen Subassoziation bei STEINER (1992). Als Zeiger für eine günstigere Nährstoff- und Basenversorgung im Vergleich zu einer ombrotrophen Variante der Gesellschaft treten in den Beständen des Kleinwalsertales die gleichen Differentialarten (*Molinia caerulea*, *Potentilla erecta*, *Carex nigra*) wie bei der von STEINER beschriebenen Einheit auf. LEDERBOGEN (2003) beschreibt bei seinen Untersuchungen in den Mooren Osttirols ebenfalls eine mit minerotrophentypischen Arten angereicherte typische Subassoziation, dessen Artenzusammensetzung weitgehend mit den Beständen im Kleinwalsertal übereinstimmt. Auch das Sphagnetum medii bei GERDOL et al. (1994) aus Südtirol enthält etliche Niedermoorarten. Ein Indiz für die im Vergleich zu rein ombrotrophen Hochmooren bessere Basenversorgung sind die pH-Werte im Bodenwasser. Sie liegen im Mittel bei 4,5 (Latschenkiefern-Hochmoore) und 5,0 (Bunte Torfmoosgesellschaft, typische Ausbildung, Abb. 5) und damit höher als die bei LEDERBOGEN (2003) in einer Übersicht aufgeführten Werte für Standorte des Sphagnetum medii in Mitteleuropa.

Anhand der C/N-Verhältnisse im oberen Torfhorizont wird deutlich, dass auch die Nährstoffversorgung offensichtlich günstiger ist (Abb. 5). Die C/N-Verhältnisse sind im Mittel mit 33 niedriger als die bei DIERSSEN & DIERSSEN im Mittel für ombrotrophe Hochmoore angegebenen Werte (47). Eine Ursa-

che für dieses Phänomen könnte sein, dass die Oberfläche der Hochmoore im Kleinwalsertal meistens nicht völlig eben ist und demzufolge nach Niederschlagsereignissen eine schwache laterale Durchströmung zu einer relativ besseren Basen- und Nährstoffversorgung führt. Dies dürfte zumindest vor den in fast allen Hochmooren des Kleinwalsertales durchgeführten Entwässerungsmaßnahmen der Fall gewesen sein, denn aus den Ergebnissen der Großrestanalysen geht eindeutig hervor, dass an der Bildung der unteren Torfschichten neben ombrotrophanten Arten in großem Umfang auch minerotrophente Seggen beteiligt waren (vgl. Kap. 7). Gestützt wird diese Vermutung durch die Ergebnisse von LEDERBOGEN (2003), der das Sphagnetum medii in den Osttiroler Zentralalpen aus geomorphologischen Gründen nur in Form von Übergangsmooren vorfand.

Das sporadische Vorkommen von Arten der basenreichen Davallseggenrieder in der »Ausbildung mit *Carex rostrata*« zeigt an, dass die Bestände dieses Vegetationstyps tatsächlich besser mit Mineralstoffen versorgt werden als jene der typischen Ausbildung. Die Originalaufnahmen des Sphagnetum medii bei STEINER (1992) belegen, dass solche Situationen in Österreich häufiger vorkommen. Die Abtrennung dieser Einheit von der »Ausbildung mit Hochmoorarten« der Davallseggenrieder erfolgt allein aufgrund der geringeren Deckungsgradanteile von Arten des Caricion davallianae (Tab. A1). Aufgrund der pflanzensoziologischen Übergangssituation zwischen den Klassen Oxycocco-Sphagnetea und Scheuchzerio-Caricetea wird hier von einer Zuordnung zu einem FFH-Typ abgesehen.

Die Ausbildung mit *Scheuchzeria palustris* entspricht der gleichnamigen bei STEINER (1992) aufgeführten Subassoziation, die nur in der subatlantischen Rasse des Sphagnetum medii auftritt. Die für diesen Vegetationstyp charakteristischen Arten des Rhychnosporion albae erreichen mittlere De-

ckungsgradanteile von 20 % (Tab. A1). Gegen eine Zuordnung der Bestände zum Caricetum limosae sprechen hohe Stetigkeiten und mittlere Deckungsgrade von charakteristischen Arten der Klasse Oxycocco-Sphagnetea wie *Sphagnum magellanicum*, *Eriophorum vaginatum*, *Drosera rotundifolia* und *Andromeda polifolia*. Diese Arten kommen in den Originalaufnahmen des Caricetum limosae von STEINER (1992) nur sporadisch vor (vgl. auch die Aufnahmen des Caricetum limosae bei LEDERBOGEN 2003). Auch bei versuchsweise kleineren Aufnahmeflächen von 1 m² ließ sich in den Mooren des Kleinwalsertales keine klare Trennung zwischen dem Sphagnetum medii und dem Caricetum limosae vornehmen. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Vorkommen der Charakterarten *Scheuchzeria palustris* und *Carex limosa* überwiegend anthropogen bedingt sind (vgl. Kap. 10).

Das vorliegende Aufnahmematerial lässt es nicht zu, innerhalb des Sphagnion magellanici ein von der Rasenbinse (*Trichophorum cespitosum*) dominiertes Scirpetum austriaci auszuweisen, denn die Art hat im Untersuchungsgebiet eine zu breite soziologische und ökologische Amplitude. Sie kommt hier sowohl in Hochmoorbult- wie in Niedermoorgesellschaften regelmäßig vor. Die weite Amplitude der Art entlang des Säure-Basen-Gradienten wird durch Messergebnisse von GERDOL (1995) bestätigt. Die ohnehin floristisch schwach charakterisierte Assoziation hat ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Hochmooren der subalpinen Region (BEISER 2016).

Die zum Verband Caricion nigrae in der Klasse Scheuchzerio-Caricetea gehörenden Wiesenseggenrieder (Caricetum nigrae) sind kennartenarm. Schwierig ist vor allem die Abgrenzung der »Ausbildung mit Hochmoorarten« vom Sphagnetum medii. Ausschlaggebend für die Differenzierung waren hier allein die Dominanz der Wiesensegge (*Carex nigra*), das gehäufte Vorkommen des gestörten Standortes anzeigenden Borstgrases

(*Nardus stricta*) und die höheren Deckungsgradanteile von Feuchtwiesenarten der Ordnung Molinietalia (Tab. A1).

Der durch die artenreichen Davallseggenrieder (Caricetum davallianae) gekennzeichnete »basenreiche Flügel« der Moore im Kleinwalsertal ist floristisch durch das Vorkommen zahlreicher Kennarten des Verbandes Caricion davallianae gut charakterisiert (Tab. A1, Abb. 8). Aufgrund des steten Vorkommens der Rasenbinse (*Trichophorum cespitosum*) und der teilweise hohen Deckungsgrade dieser Art ist es gerechtfertigt, von einer Gebirgsrasse des Caricetum davallianae mit *Trichophorum cespitosum* zu sprechen (vgl. STEINER 1992). Eine Besonderheit scheint die »Ausbildung mit Hochmoorarten« zu sein. Sie findet im bei STEINER beschriebenen Caricetum davallianae keine Entsprechung. Das regelmäßige Auftreten von ombrotrophanten Arten lässt sich dadurch erklären, dass die Bestände im Gebiet oft den Übergangsbereich von Hochmooren zu basenreichen Niedermooren markieren (s. Kap. 7).

7 Klassifikation und Entwicklungsgeschichte der Moore im Kleinwalsertal

Die Gliederung von Moortypen nach unterschiedlichen Kriterien hat in der Ökologie eine lange Tradition. Mittlerweile hat sich in der Moorforschung die Auffassung durchgesetzt, dass nur eine Kombination verschiedener Gliederungskonzepte zu einem annähernd befriedigenden Ergebnis führt. Nach DIERSSEN & DIERSSEN (2001) sind für eine Charakterisierung von Moortypen vor allem a) hydrologisch-entwicklungsgeschichtliche Kriterien, b) die chemischen Eigenschaften des Torfes und des Bodenwassers, c) die botanische Zusammensetzung der Torfe und d) die Zusammensetzung und Struktur der aktuellen Vegetation geeignet.

Unter topographischen und den damit eng verknüpften hydrologischen Gesichtspunkten lassen sich topogene mit überwiegend ebenem und nur schwach bewegtem Grundwasserspiegel von soligenen mit bewegtem Grundwasser und ombrogenen, nur vom Regenwasser beeinflussten Mooren unterscheiden. Ein Sonderfall unter den soligenen Mooren sind die im Bereich von Quellwasseraustritten entstandenen rheogenen Moore. Das Vorkommen topogener, in Tal- oder Beckenlagen gebildeter Moore kann für die montanen Bereiche des Kleinwalsertals weitgehend ausgeschlossen werden. Diese finden sich im Kleinwalsertal nur in den subalpinen-alpinen Regionen, wie zum Beispiel im Verlandungsbereich des Hochalpses in der Nähe des Widdersteins. Die meisten Moore des Tales befinden sich überwiegend in Hanglage und lassen sich deshalb als Hangmoore mit, in Abhängigkeit vom Relief, mehr oder weniger stark bewegtem Bodenwasser (soligene Moore) klassifizieren. Dabei sind nur an wenigen Stellen und auch nur kleinflächig (rheogene) Quellmoore ausgebildet, deren aktuelle Vegetation im Untersuchungsgebiet von der Rispensegge (*Carex paniculata*) dominiert wird (vgl. Kap. 5).

Eine genauere Analyse des aktuellen Zustands und der Entwicklungsgeschichte der im Kleinwalsertal in Hanglage vorkommenden Moore wird im Folgenden am Beispiel des dafür prädestinierten Hörnlepassmoores vorgenommen (Abb. A1). Hierbei wird versucht, möglichst viele der eingangs aufgeführten Kriterien anzuwenden. Außerdem wird konkret Bezug genommen zu den bei SUCCOW & JOOSTEN (2001) umfassend beschriebenen hydrogenetischen und ökologischen Moortypen.

Für die Differenzierung der hydrogenetischen Moortypen spielen die Wasserstandsschwankungen und die Wasserströmung eine entscheidende Rolle, während die ökologischen Typen durch die Nährstoffverfügbarkeit (Trophiegrad) und die Säure-

Basenverhältnisse (ableitbar aus dem pH-Wert der Torfe und des Bodenwassers) charakterisiert werden. Letztere sind eng mit der Vegetationszusammensetzung verknüpft.

Das Hörnlepassmoor ist ein Beispiel dafür, dass die hydrologischen und ökologischen Verhältnisse in einem Moorgebiet stark variieren können. Es kann teilweise als soligenes Moor mit bewegtem Grundwasserspiegel, teilweise aber auch als grundwasserunabhängiges (ombrogenes) Moor eingestuft werden. Westlich des Hörnlepassmoores steigt das Gelände stark an und bei Niederschlägen fließt das Wasser oberflächlich in Richtung der Moorflächen ab. Durch hohe Niederschläge im Gebiet und die wasserspeichernde Wirkung des Torfes ist zusätzlich zu dem Einfluss des bewegten Grundwassers ein Einfluss des Niederschlagswassers auf die Entwicklung des Hörnlepassmoores zu erkennen. Das Moor lässt sich dem Relief nach in zwei Bereiche unterteilen. Der erste Bereich ist gekennzeichnet durch steil abfallendes Gelände (Abb. 10). Die Torfmächtigkeiten sind hier gering und die Hydrologie wird hauptsächlich vom Mineralbodenwasser bestimmt, welches die Mooroberfläche hangabwärts überrieselt beziehungsweise die Torfe oberflächennah durchströmt.

Der zweite Bereich zeichnet sich durch ein terrassenförmiges Relief aus. Eine eindeutige Zuordnung zu einem hydrogenetischen Moortyp ist hier nicht möglich. Für den Typ des Durchströmungsmoores spricht, dass die Torfbildung durch einen Mineralbodenwasserstrom über einer undurchlässigen Schicht zustande gekommen ist (vgl. STEINER 1992). Auch eine relativ mächtige Torfauflage spricht für diesen Typ. Argumente dagegen stehen im Zusammenhang mit der Art des zugeführten Wassers und der damit eng verknüpften Zügigkeit. Nach SUCCOW & JOOSTEN (2001) beziehen Durchströmungsmoore ihr Wasser aus Quellen oder Sickerhorizonten und es entsteht in der Regel ein anhaltend starker Grundwasserzufluss. Dies

trifft für das Hörnlepassmoor nicht zu. Das Moor wurde sehr wahrscheinlich durch Oberflächenwasser aus den umliegenden, steil ansteigenden Bergen gespeist. Da es aktuell und auch historisch auf Grundlage der Großrestanalysen keine Hinweise auf einen starken Grundwasserzustrom gibt, kann man eher von einem temporären und bezüglich der Intensität variierenden lateralen Wasserzustrom ausgehen. Des Weiteren hat im Hörnlepassmoor das terrassenförmige Relief den Effekt, dass in diesen Bereichen die Wasserzügigkeit abnimmt und ein zunehmender Einfluss des basenarmen Niederschlagswassers zu erwarten ist. Man kann also davon ausgehen, dass dieser Bereich des Hörnlepassmoores früher ein gemischtes Mineralboden- und Regenwasserregime aufwies. Heute überwiegt dagegen der Regenwasser einfluss als Folge der in den vergangenen Jahrzehnten durchgeführten Entwässerungsmaßnahmen.

Neben dem Relief und der damit in engem Zusammenhang stehenden Torfmächtigkeit geben auch die Ergebnisse der Großrestanalysen des Torfes, der Wasserstandsmessungen sowie die hydrochemischen Eigenschaften des Moorwassers wichtige Hinweise zur Moorgenese und zu den aktuellen Standortsbedingungen. Die Daten bestätigen weitgehend die im vorherigen Absatz formulierten Hypothesen. In Abb. 10 sind die Ergebnisse der Profilbohrungen abgebildet. Es wurden insgesamt 24 Profilbohrungen durchgeführt, aus denen 11 in der Abbildung berücksichtigt werden.

Die Profilbohrungen dokumentieren die Haupttorfarten der jeweiligen Profile sowie deren Torfmächtigkeiten. In nahezu allen Torfschichten befanden sich neben der Haupttorfart noch weitere Komponenten, die aber aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Abbildung nicht berücksichtigt wurden. Außerdem wurde der Zersetzungsgrad der Torfe angesprochen. Sobald als Haupttorfart stark zersetzter Torf vorlag, bedeutete dies, dass der Zersetzungsgrad der jeweiligen

Torfmächtigkeiten Hörnlepassmoor

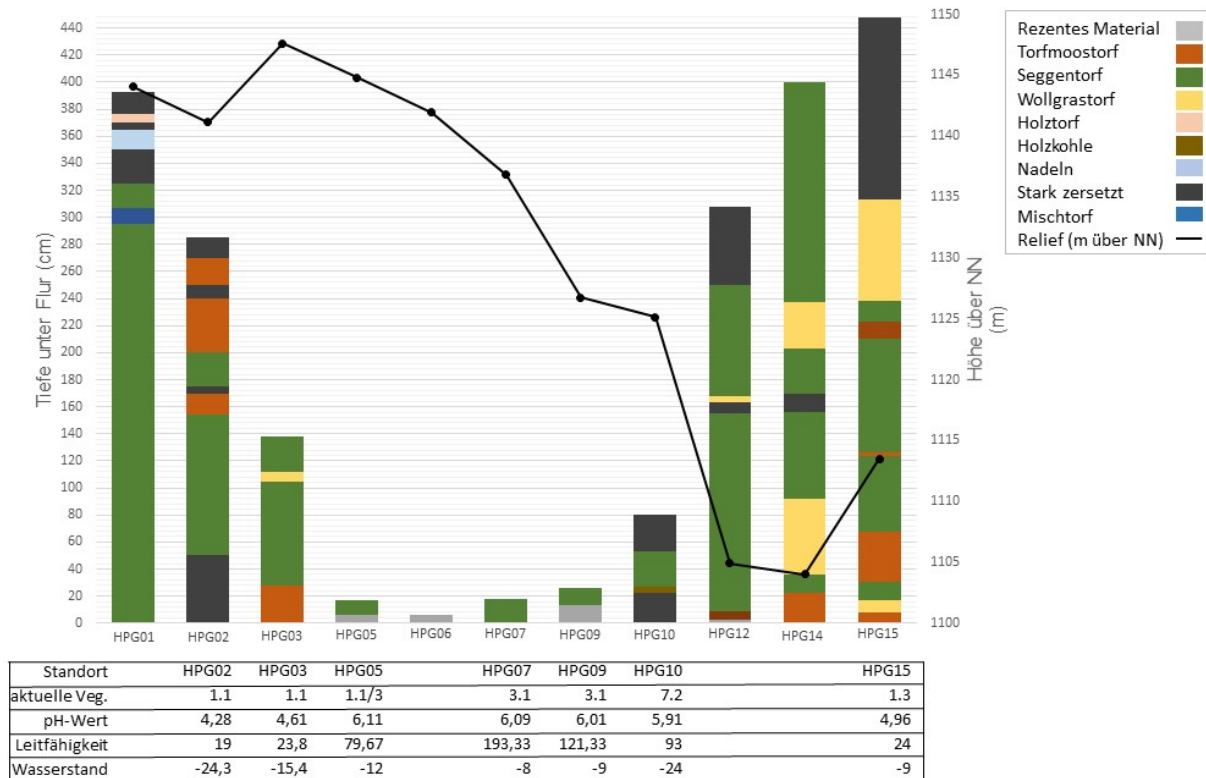


Abb. 10: Torfmächtigkeiten und Zusammensetzungen ausgewählter Standorte des Hörnlepassmoores. Zu den Profilen sind die aktuelle Vegetation, pH-Werte, Leitfähigkeiten und Wasserstände angeführt. Zudem ist die Höhe der Standorte über NN für die Profile angegeben.

Torfschicht bei H8 oder höher liegt. Der steile Bereich des Moores wird durch die Profile HPG05, HPG06, HPG07, HPG09 repräsentiert. Dort finden sich die einzigen Torfprofile des Hörnlepassmoores mit reinen Seggentorfen. Dieser Seggentorf weist darauf hin, dass auch während der früheren Phasen der Moorentwicklung zumindest eine mäßig bis gute Nährstoffversorgung in diesem Bereich vorgelegen haben muss. Auch die im Moorwasser gemessenen pH-Werte und Leitfähigkeiten sind im Hangbereich höher, als in den terrassenförmigen Bereichen. Ursache für die höheren pH- und Leitfähigkeitswerte ist sehr wahrscheinlich der nähere Kontakt des Moorwassers im Hangbereich zum mineralischen Untergrund aufgrund der geringen Torfmächtigkeiten. Vermutlich tritt das mit Mineralien angereicherte Wasser am Hang aus und überrieselt den steilen Bereich des Moores. Dies erklärt sowohl die Artenzusammensetzung

der aktuellen Vegetation (Davallseggenrieder) und die botanische Zusammensetzung der Torfe.

Den terrassenförmigen Bereichen können die Profilbohrungen HPG01, HPG02, HPG03, HPG12, HPG14 und HPG15 zugeordnet werden (Abb. 10). Sie weisen deutlich höhere Torfmächtigkeiten auf (s.o.) und die pH-Werte, die elektrische Leitfähigkeit und der mittlere Wasserstand sind niedriger als an den Standorten im Hangbereich. Man findet hier auch eine andere Torfartenzusammensetzung als im Hangbereich. Die Torfe sind sehr heterogen und bestehen aus einer Mischung von Nieder- und Hochmoortorfen. Ein Beispiel hierfür ist das Profil HPG01. In diesem Profil dominieren bis zu einer Tiefe von ca. 3,2 m Seggentorfe, die jedoch nicht als Reinform vorliegen. Im gesamten Torfprofil finden sich Belege für Pflanzenreste von Arten der Hochmoorbulte und -schlenken. In der Tiefe von 1 m bis 1,6 m wur-

den Pflanzenreste von Torfmoosen (Sphagnumtorf), Scheidigem Wollgras (Eriophorumtorf), Heidekrautgewächsen (Ericaceae) und Samen des Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*) gefunden. Diese Funde sprechen für eine Mischung aus Pflanzen der Nieder- und Hochmoorbultengesellschaften. Allerdings hat der Seggentorf den größten Anteil an der Torfstruktur. Ein weiteres Beispiel für die historischen »ombro-minerogenen« Verhältnisse ist das Torfprofil HPG02. In diesem Profil wurden in drei unterschiedlichen Tiefen Sphagnumtorfe als dominante Torfart angesprochen. Aber auch hier tritt der Sphagnumtorf nicht allein auf, sondern, wie in der Tiefe von 2,0 bis 2,4 m, in einer Mischung mit Seggentorf. Aus den Torfprofilen HPG14 und HPG15 wird klar, dass auch im zweiten terrassenförmigen Abschnitt des Hörnlepassmoores große Torfmächtigkeiten vorliegen. Hier wurde bei der Profilbohrung HPG15 die größte

Torfmächtigkeit im Hörnlepassmoor mit 4,48 m festgestellt. Die Torfe sind in diesem Bereich ebenfalls durch eine heterogene Abfolge von Nieder- und Hochmoortorfen beziehungsweise Mischformen gekennzeichnet. Im Profil HPG14 sind die am häufigsten vertretenen Torfarten Seggen- und Wollgrastorf.

Die aktuelle Vegetation im terrassenförmigen Bereich des Hörnlepassmoores, welcher von den Profilbohrungen HPG01, HPG02 und HPG03 in der Abb. 10 repräsentiert wird, unterscheidet sich stark von der während des Moorbildungsprozesses vorkommenden, aus den Großresten abgeleiteten Vegetationszusammensetzung. Die aktuelle Vegetation wird den Latschenkiefern-Hochmooren (*Pino rotundatae*-Spagnetea) und der typischen Ausbildung der Bunten Torfmoosgesellschaft zugeordnet. Holz von Latschenkiefern findet sich in den Torfprofilen des Hörnlepassmoores nicht wieder. Allein im Profil HPG01 bei einer Tiefe von -3,65 m bis -3,70 m wurde eine Torfschicht als Holztorf angesprochen. Aufgrund dessen ist davon auszugehen, dass das Hörnlepassmoor seit Beginn des Wachstums zum größten Teil gehölzfrei war. Ein sehr geringer Deckungsgradanteil der *Carex*-Arten (3 %, abgeleitet aus den Daten der Originaltabelle) in der ebenfalls hier vorkommenden Bunten Torfmoosgesellschaft (vgl. Kap.11.1, Abb. A4) belegt die große Diskrepanz zwischen aktueller und ehemaliger Vegetation in diesem Bereich.

In dem tiefer gelegenen Bereich des Moorkomplexes, welcher von den Profilbohrungen HPG12, HPG14 und HPG15 repräsentiert wird, befinden sich keine Bestände der Latschenkiefer. Hier ist aktuell die Bunte Torfmoosgesellschaft (*Sphagnetum medii*) in der Ausbildung mit *Carex rostrata* anzutreffen. Dieser Vegetationstyp hat eine größere Ähnlichkeit mit den in diesem Bereich angesprochenen Torfen, da auch die aktuelle Vegetation aus einer Mischung von Arten der Nieder- und Hochmoore besteht. Außer-

dem beträgt der mittlere Deckungsgradanteil von *Carex*-Arten in der aktuellen Vegetation immerhin 9 %.

Fast man die Ergebnisse aller vorliegenden Datenquellen zusammen, so ist zumindest für die steileren Hangbereiche eine eindeutige Zuordnung zu einem Moortyp möglich. Die erfassten Daten decken sich mit den von STEINER (1992) für Überrieselungsmoore beschriebenen Charakteristika. Das Vorkommen dieses Moortyps ist eng mit der Verbreitung der Davallseggenrieder korreliert. Aus den Vegetationskarten lässt sich daher ableiten, dass dieser Typ im Kleinwalsertal flächenhaft stark vertreten ist. Er kennzeichnet nahezu alle in Hanglage vorkommenden flachgründigen Vermoorungen.

Weitaus schwieriger ist die Klassifizierung der tiefgründigen Moore in ebeneren Geländesituationen (Terrassen). Die aktuell dort dominierende ombrotrophente Vegetation erlaubt eine Zuordnung zu den Hochmooren. In der letzten Biotopkartierung (STAUDINGER 2008) wurde in den meisten Fällen auch so verfahren. Dennoch muss man sich aufgrund der Ergebnisse zur Rekonstruktion der Moorgenese darüber im Klaren sein, dass diese Moore unter natürlichen Bedingungen ein ombro-minerogenes Wasserregime aufweisen und daher am ehesten den Typus eines »Übergangsmoore« darstellen würden. Wie weitere Tiefenbohrungen ergeben haben, sind Moorflächen mit einer aktuellen Hochmoorvegetation und einer ombro-minerogenen Entwicklungsgeschichte im Kleinwalsertal weit verbreitet, zum Beispiel im Klausenwaldmoor, im Ladstattmoor, im Straußbergmoor und im Höfleemoor. Folgt man aber den Ausführungen von STEINER (1992), dann hat sich der Moortyp »Übergangsmoor« in den von ihm untersuchten österreichischen Mooren durch Ombrotrophierung nährstoffarmer topogener Verlandungsmoore entwickelt und nicht, wie im Kleinwalsertal, direkt auf dem mineralischen Untergrund unter dem Einfluss lateral zufließenden Wassers. Auch LEDERBOGEN (2003)

schließt aus seinen Ergebnissen in den Kristeiner Mösern (Osttirol), dass die dortigen Übergangsmoore durch Verlandung eines durch Festgestein und Verwitterungslehmen nach unten abgeschlossenen Beckens entstanden sind. Allerdings gibt er zu bedenken, dass zur Bestätigung seiner Annahmen noch palynologische und stratigraphische Erhebungen erforderlich wären. Die im Kleinwalsertal durchgeführten Großrestanalysen in den tiefgründigen Moorterrassen zeigen aber eindeutig, dass die Bildung der Torfschichten hier nicht das Ergebnis einer Verlandungsserie ist.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Moorbildungen im Bereich der Terrassen weder in dem für Tiefländer entwickelten Konzept der hydrogenetischen Moortypen (vgl. SUCCOW & JOOSTEN 2001) noch bei der von STEINER (1992) vorgenommenen Charakterisierung der österreichischen Moortypen eine exakte Entsprechung finden. Bedauerlicherweise sind heute alle im Gebiet vorkommenden Moore vom Menschen beeinflusst, so dass es keine Beispiele mehr dafür gibt, wie die Vegetationszusammensetzung des ehemals weit verbreiteten Typs des »Übergangsmoore« in Terrassenlage früher im Detail ausgesehen haben könnte. Am ehesten könnte die Ausbildung mit *Carex rostrata* des *Sphagnetum medii* dieser nahe kommen, aber deren Vegetationsstruktur wird aktuell von ombrotrophenten Arten dominiert. Dennoch schlagen wir vor, Moore, die sich durch eine solche Artenzusammensetzung auszeichnen und die auch die übrigen aufgeführten Charakteristika wie eine große Torfmächtigkeit aufweisen, als eigene, durch mehr oder weniger starken lateralen Wasserzufluss beeinflusste Form eines ombro-minerogenen Übergangsmoore zu klassifizieren. Auch DIERSSEN & DIERSSEN (2001) erwähnen Moore mit einer räumlich und zeitlich dynamischen Übergangsphase zwischen Nieder- und Hochmooren in Regionen mit stärker bewegtem Relief, beziehen

sich dabei aber auf Aapamoore in der borealen Zone.

Weiterhin gehen wir aufgrund der stratigraphischen Untersuchungsergebnisse davon aus, dass die Entwicklung einer hochmoortypischen Vegetation in den montanen Bereichen des Kleinwalsertals überwiegend anthropogener Natur ist und wohl auch vor der Entwässerung und nachfolgender Verdichtung nie rein ombrotrophe Verhältnisse vorlagen. Dies ist sehr wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass trotz der für eine Hochmoorbildung nahezu optimalen klimatischen Bedingungen der phasenweise Einfluss mineralstoffreichen Oberflächenwassers aus dem Einzugsgebiet zum Beispiel bei der Schneeschmelze eine solche Entwicklung nicht zulässt (vgl. GERDOL et al. 1994; LEDERBOGEN 2003).

Eine offene Frage ist noch, ob sich wie bei STEINER (1992) erwähnt, im Kleinwalsertal an die grundwassergespeisten Quellmoore hangabwärts sekundäre Durchströmungsmoore anschließen. Diese kann nach den Befunden dieser Studie nicht eindeutig belegt werden, da in diesen Geländesituationen keine detaillierten Untersuchungen erfolgten. Hier besteht noch Forschungsbedarf.

8 Charakterisierung der Moore und Auwiesen in der Melköde

8.1 Davallseggenrieder (*Caricetum davallianae*, FFH-Code 7230, Gefährdungstatus VU)

Tab. A2, Spalte 1

Diese Gesellschaft ist sehr artenreich und farbenfroh. Sie kommt in den erhöhten, etwas trockeneren Bereichen der Melköde vor. Die Bestände beherbergen viele Kennarten des Verbandes *Caricion davallianae* wie die Davallsegge (*Carex davalliana*), die Gelbsegge (*Carex flava*) und die Alpen-Bartschie (*Bartsia alpina*). Weitere, auf

basenreiche Standortbedingungen hinweisende Arten sind die Mehlprimel (*Primula farinosa*), das Sumpfpferzblatt (*Parnassia palustris*) und das Echtes Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*). Die Deckungsgradanteile der Verbandskennarten lagen zwischen 14 und 22 %. Dabei handelt es sich überwiegend um niedrigwüchsige, schwachproduktive und damit lichtbedürftige Arten. Die mittlere Artenzahl (pro 9 m²) der Davallseggenrieder liegt bei 29. Die Deckung der Gefäßpflanzen variiert zwischen 70 und 98 %. Der Moosanteil ist geringer als in den Davallseggenriedern der übrigen Moore des Untersuchungsgebietes, wobei die meisten aufgenommenen Moosarten zur Gruppe der Braunmoose gehören. Die mittlere Vegetationshöhe der Krautschicht, die zwischen 10 und 14 cm liegt, spiegelt die geringe Produktivität des Vegetationstyps wider. Die Artenzusammensetzung der Davallseggenrieder in der Melköde entspricht der typischen Ausbildung der Gesellschaft in den anderen Mooren (vgl. Tab. A1, Spalten 7-9). Feuchtwiesenarten wie die Trollblume (*Trollius europeus*) und der Sumpfpippau (*Crepis paludosa*) weisen auf eine kontinuierliche Nutzung der Melköde hin. Früher wurden die Flächen extensiv beweidet. Heute werden die Bestände

einmal jährlich am Ende des Sommers gemäht. Die Anteile an organischem Material im Oberboden der Standorte sind mit Werten zwischen 6 und 27 % niedrig. Da Torfe definitionsgemäß mindestens einen Gehalt an organischer Substanz von 30% aufweisen müssen, gehören die Flächen bodenkundlich zu den Anmooren. In dieser Studie werden sie aber aufgrund des dominanten Vorkommens potentiell torfbildender Arten zu den Moorökosystemen gestellt.

8.2 Schnabelseggenried (*Caricetum rostratae*)

Tab. A2, Spalte 3

Das Schnabelseggenried unterscheidet sich floristisch stark von den Davallseggenriedern. Die Kennart dieses Vegetationstyps ist die Schnabelsegge (*Carex rostrata*). Sie zeigt in dieser Gesellschaft sehr gute Wachstumsleistungen und prägt mit ihren langen silber-grünlich glänzenden Blättern das Erscheinungsbild der Bestände. Weitere, die Struktur der Gesellschaft kennzeichnende Arten sind der Teichschachtelhalm (*Equisetum fluviatile*), die Braun-Segge (*Carex nigra*) und die Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*). Die mittlere Vegetationshöhe der Krautschicht schwankt zwischen



Foto 2: Überflutung der Melköde



Foto 3: Ausgetrocknete Feuchtwiese in der Melkölde

30 und 50 cm. Das Schnabelseggenried ist mit einer mittleren Artenzahl (pro 9 m²) von 9 artenarm. Moose sind in den Beständen nur selten anzutreffen. Ursache der Artenarmut sind starke Wasserstandsschwankungen mit häufigen und teilweise länger anhaltenden Überflutungen (Fotos 2, 3; Abb. 11). An solche extremen Standortbedingungen sind nur wenige Arten angepasst.

8.3 Rispenseggenried (Caricetum paniculatae)

Tab. A2, Spalte 4

An wenigen Stellen in der Aue der Melkölde ist das Rispenseggenried anzutreffen. Kennart dieses Vegetationstyps ist die Rispensegge (*Carex paniculata*). Diese wächst in hohen dichten Horsten und prägt die Struktur der Bestände. Weitere Arten mit höheren Deckungsgraden sind die Schnabelsegge (*Carex rostrata*), die Braun-Segge (*Carex nigra*) und die Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*). Mit einer mittleren Artenzahl von 15 ist der Vegetationstyp im Vergleich zu den Dammseggenriedern des Gebietes ebenfalls artenarm. Das Rispenseggenried in der Melkölde weist nur einen sehr geringen Anteil an Moosen auf.

8.4 Calthion-Basalgesellschaft

Tab. A2, Spalte 5

Im nordwestlichen Teil der Melkölde, dort wo der Schwarzwasserbach in Schlucklöchern versiegt, ist die Calthion-Basalgesellschaft anzutreffen. Kennart dieses Vegetationstyps ist die Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*). Weitere strukturprägende Arten der Gesellschaft sind der kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), der echte Baldrian (*Valeriana officinalis*) und der Teichschachtelhalm (*Equisetum fluviatile*). Die Sumpfdotterblume bildet in diesem Vegetationstyp teller- große Blätter, was vermutlich auf eine

sehr gute Nährstoffversorgung durch Nährstoffeintrag mit dem Überflutungswasser zurückzuführen ist. Der Vegetationstyp ist artenarm. Die mittlere Artenzahl (pro 9 m²) liegt bei 6 Arten, der Deckungsanteil der charakteristischen Feuchtwiesen-Arten beträgt 50 %. Moose sind in den Beständen nicht anzutreffen. Auch hier ist die Vegetation von den Überflutungsereignissen des Schwarzwasserbachs stark beeinflusst. Dieser trägt große Mengen Sediment ins Tal. In der Melkölde findet kaum Bodenbildung statt. Die Humusaufgabe ist sehr gering. Niedrige Werte der Glühverluste deuten an, dass für die Mineralisation der organischen Substanz gute Bedingungen vorliegen, die engen C/N-Verhältnisse bestätigen dies. Es handelt sich offensichtlich um eutrophe Standorte.

8.5 Kohldistelwiese (Angelico-Cirsietum oleracei)

Tab. A2, Spalte 2

Kennarten dieses Vegetationstyps sind die Kohldistel (*Cirsium oleraceum*) und der Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris*). Weitere Arten, die in diesem Vegetationstyp häufig vorkommen, sind die Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*), der Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*) und das echte Mädesüß (*Filipendula ulmaria*). Die mittlere Artenanzahl (pro 9 m²) liegt bei 17 Arten, die mittlere Vegetationshöhe

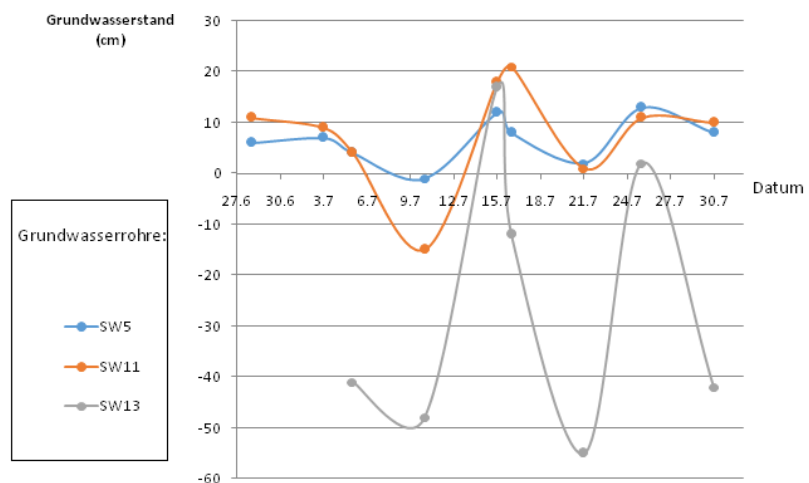


Abb. 11: Wasserstandsdynamik an Standorten des Schnabelseggenrieds (*Caricetum rostratae*) in der Melkölde

Code	Vegetationstyp	N/P	C/N	pH	Glühverlust %
1	Basenreiches Niedermoor	7,3	18,2	7,4	6
1	Basenreiches Niedermoor	13,8	16,9	5,1	26,6
1	Basenreiches Niedermoor	8,7	13,8	7,5	10,4
2.1	Kohldistelwiese, Ausb.m. <i>Carex nigra</i>	7,2	10,7	5,4	7,3
2.1	Kohldistelwiese, Ausb.m. <i>Carex nigra</i>	10,3	14,9	5,2	13,2
2.1	Kohldistelwiese, Ausb.m. <i>Carex nigra</i>	7,1	14,5	7,5	6,7
2.1	Kohldistelwiese, Ausb.m. <i>Carex nigra</i>	5,9	14,4	7,5	6,5
2.1	Kohldistelwiese, Ausb.m. <i>Carex nigra</i>	9,8	22,9	7,7	6,4
3	Schnabelseggenried	8,1	15,3	6,7	14,1
3	Schnabelseggenried	6,3	20,1	7,6	6,9
5	Calthion-Basalgesellschaft	6,2	20	7,6	5,9
5	Calthion-Basalgesellschaft	3,9	34,3	7,7	5
5	Calthion-Basalgesellschaft	20	6,1	7,7	5,2
5	Calthion-Basalgesellschaft	5,6	23,5	7,7	5,9

Tab. 6: Abiotische Standortdaten Melköde

der Krautschicht beträgt bei 20 cm. Die Vegetation ist dicht, da viele Stauden in den Beständen vorkommen. Der Vegetationstyp kommt häufig in höheren Lagen vor und entwickelt sich in Auengebieten als Ersatzgesellschaft für Auenwälder (MUCINA et al. 1993). In der Melköde ist die Kohldistelwiese in zwei Ausbildungen anzutreffen. Es lässt sich eine typische Ausbildung von einer Ausbildung mit *Carex nigra* (Braun-Segge) unterscheiden. Letztere Ausbildung wird floristisch durch weitere Seggen wie der Gelb-Segge (*Carex flava*) und der Schnabelsegge (*Carex rostrata*) geprägt.

In der Melköde variieren die C/N-Verhältnisse in den oberen Bodenhorizonten durchschnittlich zwischen 10 und 20 (Tab. 6). Dies deutet auf einen eutrophen Lebensraum mit guter Stickstoffversorgung hin (SUCCOW & JOOSTEN 2001). Die C/N-Verhältnisse der basenreichen Niedermoore (Dallseggenrieder) in der Melköde sind enger als an den Standorten der Dallseggenrieder der übrigen Moore im Kleinwalsertal, was ebenfalls auf eine bessere Nährstoffversorgung in der Melköde hinweist.

Die N/P-Verhältnisse in den Böden fast aller Standorte in der Melköde sind eng (Tab. 6). Sie liegen überwiegend unter einem Wert von 15 und deuten, trotz wahrscheinlich guter Stickstoffversorgung, N-limitierende Verhältnisse an. Die pH-Werte des Bodens sind hoch und liegen durchschnittlich im neutralen Bereich (mittlerer pH-Wert = 7). Dies ist ein Hinweis für ei-

nen hohen Kalkgehalt im Boden – der Hohe Ifen besteht aus Schrattenkalk. Kalkhaltige Böden sind in der Lage, saure Bodeneinträge abzuf puffern (HEINTZ et al. 1993).

Die Gliederung der Vegetation in der Melköde wird durch die Ergebnisse einer multivariaten Analyse bestätigt (Abb. 12). Zudem deutet die Verteilung der Vegetationsaufnahmen auf der X-Achse des Diagrammes auf einen Feuchtigkeitsgradienten hin. Die Vegetationstypen »basenreiches Niedermoor« und »Kohldistelwiesen« liegen eher im trockeneren Bereich, während das Schnabelseggenried und die Calthion-Basalgesellschaft die nasser, häufig überfluteten Bereiche kennzeichnen. Auch die Deckung der überflutungsempfindlichen Moose

spiegelt dies indirekt wider. Sie nimmt von dem Vegetationstyp »basenreiches Niedermoor« zum Vegetationstyp »Calthion-Basalgesellschaft« ab.

9 Naturschutzfachliche Bewertung der Moore im Kleinwalsertal

In Vorarlberg sind Moore nach § 25 des Vorarlberger Naturschutz und Landschaftsentwicklungsgesetzes (GNL) geschützt. Dieser Schutz bezieht sich auf alle Moorflächen, unabhängig davon, ob sie landwirtschaftlich genutzt werden oder nicht. Nach der aktualisierten Roten Liste der Pflanzengesellschaften Vorarlbergs gehören Moore und Feuchtwiesen zu den am stärksten bedrohten Lebensräumen dieses Bundeslandes (BEISER 2016). So werden in dieser Veröffentlichung von den 44 diesen Ökosystemen zugeordneten Vegetationstypen 85 % als gefährdet eingestuft.

Wie aus den Ergebnissen der neuesten Biotopkartierung für die Gemeinde Mittelberg (STAUDINGER 2008) hervorgeht, nehmen die als »besonders schützenswerte Biotope« eingestuft Moore des Kleinwalsertals in etwa eine Fläche von 380 ha ein (vgl. Kap. 4 Methode/Untersuchungsgebiet). Das

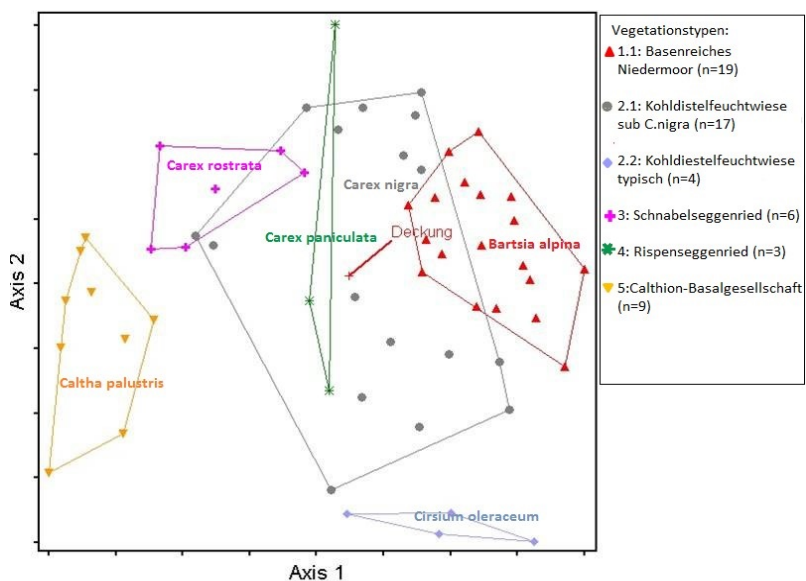


Abb. 12: Ergebnisse der multivariaten Ordination (NMDS, Distanzmaß Jaccard-Index) für die Vegetationsaufnahmen der Melköde

Gefährdungsgrad	OX	RH	CD	SC	MOL	Summe
CR 1			2	1		4
EN 2	1	7	5	7		22
VU 3	7	1	6	13	4	34
NT 4	3		8	12	17	44
LC	6		12	6	27	51
Gesamt	17	8	33	39	48	145
Gefährdungsgrad 1-3 (abs.)	8	8	13	21	4	54
Gefährdungsgrad 1-3 (%)	65	100	39	54	8	37

Tab. 7: Zuordnung der im Datensatz I (»Moore«) enthaltenen charakteristischen Arten der Moore und Feuchtwiesen zu Gefährdungsstufen der Roten Liste Vorarlbergs (AMANN 2016). Es bedeuten: OX = Oxycocco-Sphagnetea (Hochmoorbultgesellschaften), RH = Rhynchosporion albae (Hochmoorschlenken), CD = Caricion davallianae (basenreiche Niedermoore), SC = Scheuchzerio-Caricetea (mesotrophe Niedermoore und Übergangsmoore), MOL = Molinietales (Streu- und Feuchtwiesen)

sind fast 4 % der gesamten Gemeindefläche. Kriterien für die Ausweisung der Moore als Biotope und die weitergehende differenziertere Beurteilung ihrer Bedeutung für den Naturschutz waren die Natürlichkeit, die Seltenheit und Vielfalt der Flächen sowie die in ihnen vorkommenden gefährdeten Arten und Lebensgemeinschaften. Die Auswertung der Biotopkartierung zeigt, dass sich unter den Mooren im Kleinwalsertal mit dem »Hörnlepassmoor« und dem »Außerwaldmoor« auch Moorkomplexe von internationaler Bedeutung befinden. Grundsätzlich hervorzuheben ist die Vielfalt der im Kleinwalsertal vorkommenden Moortypen wie Quellmooren, Hangmooren, Übergangsmooren und Hochmooren (vgl. Kap. 7 Klassifikation/ Genese). Die hohe Diversität der Moortypen spiegelt sich auch in einer insgesamt hohen Artenvielfalt dieses Ökosystems im Kleinwalsertal. So enthalten die Vegetationsaufnahmen der untersuchten Moore 251 Gefäßpflanzenarten und 86 Moosarten. Darunter befinden sich 104 moortypische Arten. Von diesen sind 17 Arten charakteristisch für Hochmoorbultbereiche (Klasse Oxycocco-Sphagnetea), 8 für Hochmoorschlenken, 33 für basenreiche Niedermoore (Verband Caricion davallianae), 39 allgemein für nährstoffarme Niedermoore (Klasse Scheuchzerio-Caricetea) und 7 für eutrophe Niedermoore (Klasse Phragmitetea). Fast alle in den aufgenommenen Mooren erfassten Pflanzengesellschaften

lassen sich den Lebensraumtypen der europäischen FFH-Richtlinie zuordnen und sind nach der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Vorarlbergs (s. o.) als gefährdet eingestuft. Insgesamt wurden in den untersuchten Mooren 54 gefährdete Kennarten (Gefährdungsgrad 1-3) der Moore und Feuchtwiesen gefunden (Tab. 7). Das sind 3 % aller charakteristischen Arten dieser Ökosysteme. Hinzu kommen 44 Arten, die als potentiell gefährdet (Gefährdungsgrad 4) eingestuft wurden. Die meisten gefährdeten Arten (34) lassen sich den Niedermooren zuordnen, wobei der prozentuale Anteil der gefährdeten Arten basenreicher Niedermoore mit 39 % geringer ist als jener der Arten basenärmerer Nieder- und Übergangsmoore (54 %). Dies lässt den vorsichtigen Schluss zu, dass basenärmere mesotrophe Niedermoore in Vorarlberg stärker gefährdet sind als basenreiche Niedermoore der gleichen Trophiestufe.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass nach Analyse der aufgeführten Beurteilungskriterien die Gemeinde Mittelberg eine besondere Verantwortung für den Moorschutz im Bundesland Vorarlberg hat. Um die noch vorhandenen wertvollen Moorflächen langfristig zu erhalten und ihre Funktionsfähigkeit im Sinne eines umfassenden Ökosystems schutzes zu optimieren, ist die Erstellung eines Moorschutz- und Entwicklungskonzeptes für das Kleinwalsertal dringend anzuraten. Praktische Aspekte des

Moormanagements werden im nächsten Kapitel erörtert.

10 Hinweise zur Erhaltung und Entwicklung der Moore im Kleinwalsertal

10.1 Aufrechterhaltung und Wiedereinführung einer extensiven Nutzung

Artenreiche, im Kleinwalsertal meistens in Hanglage auftretende basenreiche und basenarme Kleinseggenrieder (Davallseggenrieder, Wiesenseggenrieder) und Pfeifengras-Streuwiesen werden traditionell einmal jährlich im Herbst gemäht. Der konkrete Mahdzeitpunkt richtet sich nach den in den Agrarumweltmaßnahmen (ÖPUL) formulierten Vorgaben. Normalerweise ist die Mahd ab dem 1. September möglich, in höheren und schattigen Lagen auch bereits ab dem 15. August. Die nicht gedüngten Bestände dieser Vegetationstypen haben eine schwache Produktivität und einen geringen Futterwert. Nach den Ergebnissen von GERDOL et al. (2010) haben basenreiche »fen meadows« des Verbandes Caricion davallianae eine jährliche oberirdische Phytomasse-Produktion von etwa 200 g/m².

Die Aufgabe der für Landwirte zunehmend unattraktiven Nutzung löst sekundäre Sukzessionsprozesse aus, die zu mehr oder weniger stark ausgeprägten Strukturveränderungen in den Pflanzenbeständen führen. Mit den Auswirkungen der Brache auf die Diversität und Struktur artenreicher Kleinseggenrieder (Caricetum davallianae) haben sich verschiedene Forschergruppen aus der Schweiz detailliert auseinandergesetzt. So untersuchten DIEMER et al. (2001) 20 zwischen 2 und 35 Jahren alte Brachen und verglichen deren Artenzusammensetzung und Bestandsstruktur mit 7 regelmäßig gemähten Beständen. Dabei stellten sie fest, dass die mittleren Artenzahlen mit 27 in Brachen niedriger waren als in den gemähten

Flächen (33), während sich die Werte für die Gesamtbiomasse und die Bestandshöhe umgekehrt verhielten. Besonders auffällig war der im Vergleich zu den gemähten Standorten (18 g/m²) höhere Streuanteil in den Brachen (256 g/m²). Dennoch ergab die statistische Auswertung der Daten bei keinem der untersuchten Parameter einen signifikanten Einfluss des Brachealters. Zusammenfassend kommen die Autoren daher zu dem Schluss, dass die Sukzessionsvorgänge in schwach produktiven Kleinseggenriedern deutlich langsamer ablaufen als in nährstoffreicheren Feuchtwiesen-Ökosystemen. Diese Aussage wird auch durch Ergebnisse aus Norddeutschland bestätigt (SCHRAUTZER & JENSEN 2004). In dieser Studie wurden als wesentliche Faktoren für die rasche Abnahme der Artenvielfalt in brachgefallenen eutrophen Feuchtwiesen die rasch ansteigende Gesamtbiomasse und die damit verknüpfte abnehmende Lichtverfügbarkeit in den Pflanzenbeständen diagnostiziert. Bedeutet dies nun, dass man auf eine regelmäßige extensive Nutzung artenreicher Niedermoor-Ökosysteme über längere Zeit verzichten kann? Wohl nicht, denn zahlreiche charakteristische Arten nährstoffarmer Niedermoores können durch Nutzungsaufgabe signifikant abnehmen. Eine solche Beobachtung machten DIEMER et al. (2001) unten anderen für *Carex pulicaris*, *Valeriana dioica* und *Eriophorum latifolium*. Insgesamt ermittelten sie in Brachen einen Rückgang typischer Arten von 14 %. Außerdem dokumentierten PEINTINGER & BERGAMINI (2006) eine signifikant geringere Biomasse und Artenvielfalt der Moose in brachgefallenen gegenüber gemähten Kleinseggenriedern (*Caricetum davallianae*). Als Ursache hierfür gaben sie die bei Nutzungsaufgabe stark zunehmende Streuschicht an. Weiterhin ist davon auszugehen, dass in aufgegebenen Kleinseggenriedern langfristig eine Verbuschung stattfindet, die dann endgültig zum Aussterben charakteristischer Arten führen wird.

Die aktuelle Situation im Kleinwalsertal bezüglich der Aufrechterhaltung der extensiven Nutzung in den nährstoffarmen Niedermoores ist differenziert zu beurteilen. Einerseits werden noch zahlreiche Flächen regelmäßig dank Bewirtschaftungsprämien (Naturschutzmaßnahmen im Agrar-Umweltprogramm ÖPUL) von den Landwirten gemäht, andererseits ist der Trend zur zunehmenden Nutzungsauflassung solcher Flächen unverkennbar. So liegen größere Hangmoorflächen im Bereich des Söllerwaldes, des Hörnlepassmoores und entlang des Schwarzwassertales brach (z. B. nahe der Fuchsfarm). Außerdem wurden etliche kleinere Flächen wie im Eggmoor aufgegeben. Hier bot sich die Gelegenheit, die Vegetationszusammensetzung und Artenvielfalt einer genutzten und einer angrenzenden, seit über 35 Jahren brachliegenden Fläche zu vergleichen. Der »Über-Zaun-Vergleich« (Foto 4) bestätigt die Ergebnisse der oben aufgeführten Studien. Es sind zwar strukturelle Unterschiede zwischen beiden Flächen zu erkennen. Das Pfeifengras hat in der regelmäßig gemähten Fläche einen höheren Deckungsgrad als in der Brache, die Vegetation ist in der Brache etwa 20 cm höher. Diese Unterschiede haben aber bislang nur zu leichten Veränderungen der Artenvielfalt in der langjährigen Brache geführt. So

wurden in der Wiese nur 8 Arten mehr aufgenommen als in der Brache (38 gegenüber 30 Arten). Zudem konnten in der Brache auch gefährdete, lichtbedürftige Arten wie der Tarant (*Swertia perennis*), die Sumpf-Stendelwurz (*Eriopactis palustris*) und etliche Kleinseggenarten überleben. Allerdings fehlen die extrem lichtbedürftigen Arten, wie das Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*) und das Gewöhnliche Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*) in der Brache. Um den zu erwartenden negativen Auswirkungen der Nutzungsauflassung entgegenzuwirken, sollte man darauf drängen, in Zukunft wieder mehr Flächen in die Nutzung zu nehmen. Dies macht vor allem vor dem Hintergrund Sinn, dass die jährlichen Stickstoffeinträge in das Kleinwalsertal über das Niederschlagswasser vermutlich zumindest zeitweise über den critical loads für diese Ökosysteme liegen. Nach einem Bericht des österreichischen Umweltbundesamtes über critical loads für Schwefel- und Stickstoffeinträge (OBERSTEINER & OFFENTHALER 2008) betragen die Stickstoff-Belastungsgrenzen für oligotrophe Niedermoores 12,5 und für mesotrophe Niedermoores 17,5 kg N pro Hektar und Jahr. Für das Kleinwalsertal liegen keine aktuellen, auf Messungen basierenden Daten über die jährlich mit dem Niederschlag eingetragenen N-Mengen vor. Auf der Grundlage



Foto 4: »Über-Zaun-Vergleich«



Foto 5: Störung der Grasnarbe durch Vertritt

einer älteren Kartierung der nassen Deposition in Österreich (SCHNEIDER 1998) und den dabei gewonnenen Erkenntnissen über die Zusammenhänge zwischen Niederschlagshöhe, Landnutzung und N-Depositionsraten leiten wir für das Kleinwalsertal jährliche N-Einträge zwischen 10 und 20 kg pro Hektar ab. Diese Einschätzung wird von der Abteilung Luftreinhaltung des Institutes für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg geteilt (Mag. B. Anwander, pers. Mitteilung). Dies bedeutet, dass die langfristige Erhaltung der nährstoffarmen, eutrophierungsempfindlichen Niedermoore im Kleinwalsertal nur dann möglich sein wird, wenn ein kontinuierlicher Nährstoffaustrag über die Mahd erfolgt. Überdies kann man davon ausgehen, dass die aktuell noch geringe Produktivität der regelmäßig gemähten Kleinseggenrieder (vgl. Kap. 5) nur dadurch zustande kommt, dass diese Systeme neben Stickstoff auch Phosphor-limitiert sind. Letzteres unterstreichen die weiten N/P-Verhältnisse im Oberboden (vgl. Kap. 5). Eine P-Limitierung basenreicher Kleinseggenrieder leiteten auch GERDOL et al. (2010) aus ihren Ergebnissen zu den N/P-Verhältnissen in der Phytomasse ab. Beide Studien lassen sich sehr gut vergleichen, denn nach SCHRAUTZER et al. (2011) besteht ein positiver Zusammenhang zwischen den N/P-Verhält-

nissen im Torf und in der Phytomasse. Die Wiedereinführung einer extensiven Mahd in brachgefallenen Kleinseggenriedern ist nach den Ergebnissen von BILLETER et al. (2007) sehr erfolgversprechend, selbst wenn die Flächen bereits über 30 Jahre brachliegen. Die Versuche zeigten, dass zahlreiche charakteristische Arten nährstoffarmer Niedermoore von der Wiederaufnahme der Mahd profitierten. Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Renaturierung von brachgefallenen Flächen im Kleinwalsertal sind gegeben, da a) die Standortbedingungen (Hydrologie, Nährstoffhaushalt) in den Brachen offensichtlich noch geeignet sind und b) falls keine Diasporen von

Zielarten mehr im Boden vorhanden sein sollten, eine Ausbreitung dieser Arten von in der Nähe liegenden artenreichen gemähten Flächen möglich sein sollte.

Eine Alternative wäre die Durchführung einer extensiven Beweidung, wiewohl mit dieser Nutzungsform weit geringere Nährstoffausträge zu erzielen sind. Aktuell werden einige Niedermoorflächen wie Teilbereiche des Außerwaldmoores und Flächen im Bereich des Schwarzwassertales beweidet. Eine Beurteilung des Erfolgs dieser Maßnahmen ist schwierig, da hierfür genauere Informationen zur Besatzdichte und zu den Beweidungszeiträumen fehlen. Beobachtungen zeigten, dass die Beweidung teilweise zu starker Störung der Grasnarbe führte (Foto 5, Foto 6). Andererseits konnte aus den floristischen Daten keine deutliche Abnahme der Artenvielfalt nährstoffarmer Niedermoore durch Beweidung abgeleitet werden. Dies wird durch Untersuchungsergebnisse von STAMMEL et al. (2003) bestätigt. Der Vergleich von beweideten und gemähten basenreichen Kleinseggenrasen (*Caricetum davallianae*) und Pfeifengras-Streuwiesen (*Molinietum caeruleae*) in der Voralpenregion Süddeutschlands ergab, dass die mittleren Artenzahlen bei Beweidung zwar signifikant niedriger waren, die Unterschiede aber vergleichsweise gering



Foto 6: Beweidung der Flächen

ausfielen (43 Arten bei Beweidung, 50 Arten in gemähten Flächen). Zudem konnten bezüglich des Vorkommens charakteristischer Arten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Nutzungsformen festgestellt werden. Zum gleichen Ergebnis kommen SEER & SCHRAUTZER (2014) bei ihren Erhebungen über den Einfluss von Beweidung und Mahd auf die Artenvielfalt basenreicher Niedermoore in Schleswig-Holstein. Dennoch bleibt festzuhalten, dass die Beweidung im Vergleich zur Mahd eine »riskantere« Naturschutzmaßnahme darstellt. Es muss sichergestellt werden, dass es nicht zu einer Über- oder Unterbeweidung kommt. Hierfür sind eine sorgfältige Planung des Beweidungsmanagements und eine ständige Kontrolle des Beweidungseffektes erforderlich (ROSENTHAL et al. 2012; SCHRAUTZER et al. 2016). Wissenschaftliche fundierte Erkenntnisse zum Beweidungsmanagement artenreicher Niedermoore liegen aus dem Kleinwalsertal bislang nicht vor.

10.2 Wiedervernässung und Vermeidung bodenverdichtender Maßnahmen

Zum Einfluss der Entwässerung auf die Struktur und Funktion von Moorökosystemen liegt eine Fülle an wissenschaftlichen Veröffentlichungen vor. Auf diese wollen wir nicht im Einzelnen eingehen, sondern uns auf die konkreten Verhältnisse im Kleinwalsertal konzentrieren. Die hydrologischen Untersuchungen im Rahmen dieser Studie haben ergeben, dass nahezu alle Moore im Kleinwalsertal durch mehr oder wenige starke Entwässerung beeinflusst werden (Fotos 7, 8).

Unseres Wissens wurden bislang keine Maßnahmen durchgeführt, um an dieser Situation etwas zu ändern. Es bestehen auch keine Pläne, zukünftig in die Hydrologie der Moore einzugreifen. Von der Entwässerung besonders betroffen sind die in der Biotopkartierung als Hochmoore ausgewiesenen Gebiete wie Teile des Hörnlepassmoores, des Außerwaldmoores, des

Schmittersmoos und des Höflemoors. Die Wasserstände sind dort offensichtlich im Vergleich mit natürlichen, hydrologisch intakten Hochmooren zu niedrig (vgl. DIERSSEN & DIERSSEN 2001). Verstärkt wird der Entwässerungseffekt durch die Sukzession zu Beständen, die von Latschenkiefern (*Pinus mugo*) dominiert werden. Zu den Transpirationsleistungen von Bergkiefern (*Pinus mugo* subsp. *rotundata*) in Hochmoor-Ökosystemen liegen Ergebnisse aus Tschechien vor (KUČEROVÁ et al. 2010). Die täglichen Transpirationsleistungen der Bergkiefer variierten dort während der Vegetationsperiode (April bis Oktober) zwischen 1,8 und 3 mm pro Tag. Für den gesamten Zeitraum ergab sich eine Transpirationsleistung von 322 mm. Dieser Wert deckte 62 % der gesamten potentiellen Evapotranspiration des Standortes ab. Auch wenn diese Ergebnisse nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse im Kleinwalsertal übertragbar sind, so dokumentieren sie doch grundsätzlich den hohen potentiellen Einfluss der Latschenkiefer auf den Wasserhaushalt von Hochmooren. Es wäre für ein künftiges Moormanagement im Kleinwalsertal von großem Interesse, zu diesem Thema Untersuchungen durchzuführen.

Um die weitere Mineralisation der Torfe in den Mooren einzudämmern, wäre jedoch die zeitnahe Vernässung



Foto 7: Entwässerungsgraben

durch den Verschluss von Gräben dringend anzuraten. Damit würde zwar auch der Einfluss von mineralstoffreichen Oberflächenwassers aus dem Einzugsgebiet zunehmen und vermutlich auch daran angepasste Pflanzenarten Konkurrenzvorteile bekommen. Wie die stratigraphischen Untersuchungen in dieser Studie zeigen (vgl. Kap. 7), wäre dies jedoch eine Entwicklung in Richtung naturnäherer Zustände (Zwischenmoore). Ob die aktuell überwiegend an gestörten (verdichteten) Standorten vorkommenden typischen Arten der Hochmoorbulte und vor allem der Hochmoorschlenken von der Vernässung negativ beeinflusst werden, bleibt abzuwarten. Wir



Foto 8: aktive Entwässerung

gehen vielmehr davon aus, dass die Anhebung der Wasserstände in den als Hochmoor ausgewiesenen Gebieten sich nicht nur positiv auf den Wasser- und Stoffhaushalt der Systeme auswirken wird, sondern auch positive Effekte für die Vegetationszusammensetzung mit sich bringen werden. Es könnte sich zum Beispiel der Anteil der stark gefährdeten Arten der Hochmoorschlenken auf »natürliche« Weise erhöhen. Sinnvoll wäre auf jeden Fall die Durchführung von Vernässungsexperimenten in einem dafür geeigneten Gebiet.

Unvermeidbar sind bedauerlicherweise die hohen Stickstoffeinträge in das Kleinwalsertal, die weit höher liegen als die critical loads für oligotrophe Hochmoorökosysteme (7,5 kg N pro Hektar und Jahr, OBERSTEINER & OFFENTHALER 2008). Dies ist ein grundsätzliches Problem für die Erhaltung der Hochmoore Österreichs. Nach den vorliegenden Berichten des Umweltbundesamtes werden die critical loads in allen Hochmoorflächen des Landes überschritten. Umso wichtiger ist es, die systeminternen, durch Entwässerung hervorgerufenen Nährstofffreisetzungen einzudämmen.

Ein weiterer Problembereich sind die Auswirkungen der Langlaufloipen im Hörnlepassmoor, dem Klausenwaldmoor und im Schmittersmoos. Grundsätzlich führt eine Loipennutzung zur Nivellierung der Standortverhältnisse, zu Verdichtung und daran gekoppelt, zur lokalen Vernässung (Foto 9). Untersuchungen zu diesem Themenkomplex sind selten. LANVERS et al. (2012) untersuchten den Einfluss von Langlaufloipen auf die Artenzusammensetzung und Struktur unterschiedlicher Pflanzengesellschaften in Mooren Südbayerns. Die Autoren stellten fest, dass die Auswirkungen der Loipennutzung in basenreichen Niedermooren mit Abstand am geringsten waren. Weit tiefgreifender war dagegen der Einfluss auf die Hochmoorvegetation. Von der Bodenverdichtung profitierten dort vor allem *Trichophorum cespitosum* und die stark



Foto 9: Loipe im Hörnlepassmoor

gefährdeten Arten der Hochmoorschlenken. Die gleichen, unter Artenschutz Gesichtspunkten positiven Effekte wurden auch in den Mooren des Kleinwalsertales beobachtet. Es ist schwierig, ein abschließendes Urteil über die Bedeutung der Loipennutzung für den Moorschutz im Kleinwalsertal abzugeben. Ein Rückbau würde tiefgreifende negative Einflüsse auf die Attraktivität des Kleinwalsertals für den Skitourismus zu Folge haben. Andererseits sollte das Vorkommen gefährdeter Arten im Bereich der Loipen kein Gegenargument für die aus Moorschutzgründen dringend erforderliche Vernässung der Hochmoor- (Zwischenmoor) Flächen darstellen.

11 Fallbeispiele

11.1 Fallbeispiel Hörnlepassmoor

Der Moorkomplex Hörnlepassmoor liegt im Nordwesten des Kleinwalsertals im Gebiet der Schwende und stellt mit seiner Gesamtgröße von 27,05 ha den größten Moorkomplex des Kleinwalsertals dar (Biotopnr. 22814 nach STAUDINGER 2008). Die dort insgesamt durchgeführten 85 Vegetationsaufnahmen sind ein wesentlicher Bestandteil der Charakterisierung und Klassifikation der Moore im

Kleinwalsertal. Aus der am 27.07.2016 erfolgten Vegetationskartierung geht hervor, dass im Hörnlepassmoor zehn Vegetationstypen (Tab. 8) anzutreffen waren. Die gesamte kartierte Fläche betrug 7,05 ha.

Der Vegetationstyp *Pino rotundatae-Sphagnetum* (Latschenkiefern-Hochmoor) ist mit ca. 38 % der Gesamtfläche der am stärksten vertretene Vegetationstyp im Hörnlepassmoor. Einen ebenfalls großen Anteil an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes haben Gehölzbestände, die aber pflanzensoziologisch nicht bearbeitet wurden. In Abb. A4 ist zu erkennen, dass diese beiden Vegetationsformen in direkter Nachbarschaft im oberen terrassenförmigen Bereich anzutreffen sind. Der Übergang zwischen der oberen Hangterrasse und dem steilen Hangbereich ist durch die Hochmoorbultgesellschaft mit minortraphenten Arten (*Sphagnetum medii*, Ausbildung mit *Carex rostrata*) gekennzeichnet. Direkt im steilen Bereich des Hörnlepassmoores sind die Verbreitungsschwerpunkte der basenreichen Kleinseggenrasen (*Carricetum davallianae*, Ausbildung mit Hochmoorarten) und der basenarmen Pfeifengras-Streuwiesen (*Juncum-Molinietum*). Im tiefergelegenen terrassenförmigen Bereich befinden sich vorrangig Bestände des *Sphagnetum medii*, Ausbildung mit

Vegetationstyp	Flächenanteile (%) der Gesamtfläche (7,05 ha)
Pino rotundatae-Sphagnetum	38,51
Sphagnetum medii, typische Ausbildung	7,85
Sphagnetum medii, Ausb. mit <i>Carex rostrata</i>	14,31
Sphagnetum medii, Ausb. mit <i>Scheuchzeria palustris</i>	0,42
Caricetum davallianae, Ausb. mit Hochmoorarten	3,84
Caricetum davallianae, typische Ausbildung	2,28
Caricetum rostratae	0,78
Caricetum paniculatae	0,07
Gentiano asclepiadeae-Molinietum caeruleae	5,33
Junco-Molinietum	7,63
Gehölz	19

Tab. 8: Vegetationstypen und deren prozentuale Anteile an der gesamten Fläche des Hörnlepassmoores

Carex rostrata. Weiterhin sind an den Rändern dieses Hangterrassenabschnittes Bestände der basenreichen Pfeifengras-Streuwiesen (Gentiano asclepiadeae-Molinietum caeruleae) und der typischen Ausbildung der basenreichen Kleinseggenrasen, wobei die Pfeifengras-Streuwiesen weiter hangaufwärts anzutreffen sind.

Die Vielfalt an Vegetationstypen im Hörnlepassmoor bedingt eine große Anzahl schützenswerter Pflanzenarten. So finden sich im Moorkomplex der Tarant (*Swertia perennis*, vom Aussterben bedroht), Traunsteiners Knabenkraut (*Dactylorhiza traunsteineri*, stark gefährdet), und der Langblättrige Sonnentau (*Drosera anglica*, stark gefährdet). Zusätzlich zu den Gefäßpflanzen ist das Hörnlepassmoor Habitat stark gefährdeter und somit auch geschützte Bryophyten, wie das zarte Torfmoos (*Sphagnum tenellum*, stark gefährdet), das rundliche Torfmoos (*Sphagnum teres*, stark gefährdet) oder das echte Scorpionsmoos (*Scorpidium scorpioides*, stark gefährdet).

Nach der Beurteilung in der Biotopkartierung (STAUDINGER 2008) stellt das Hörnlepassmoor ein Moor von internationaler Bedeutung dar. Nach der Auswertung aller Ergebnisse der Untersuchungen der Moore im Kleinwalsertal können wir uns dieser

Beurteilung anschließen. Das Hörnlepassmoor ist aufgrund seiner Vielfalt an vorwiegend naturnahen Habitaten und dem zahlreichen Vorkommen seltener und gefährdeter Arten einzigartig.

Dennoch ist anzumerken, dass die Flächen des Hörnlepassmoores mehr oder weniger stark durch anthropogene Einflüsse beeinflusst werden. Die Veränderung des natürlichen Wassereinzugsgebietes der oberen Hangterrasse hatte eine Absenkung des Grundwasserspiegels und damit verbunden eine Versauerung des Grundwassers in diesem Bereich zur Folge. Die Vegetation veränderte sich hier in Richtung Latschenkiefern-Hochmoor.

Besonders hervorzuheben im Bereich der oberen Hangterrasse sind die Loipen (vgl. Kap. 5). Die Vegetation in den Loipen (Sphagnetum medii, typ. Ausb.; Sphagnetum medii, Ausb. mit *Scheuchzeria palustris*) unterscheidet sich in diesem Bereich der oberen Hangterrasse von der die Loipe umgebenden Vegetation (Pino rotundatae-Sphagnetum, Foto 10).

Für ein künftiges Moorschutz- und Entwicklungskonzept im Hörnlepassmoor müssen klare Zielsetzungen definiert werden. Im oberen Terrassenbereich zeigt die Vegetation einen starken anthropogenen Einfluss (Entwässerung und Loipennutzung). Das Resultat spiegelt sich in den dort vorkommenden Hochmoorbultgesellschaften wieder, welche im Land Vorarlberg einen besonderen Schutzstatus besitzen (vgl. Kap. 9). Diese Vegetation entspricht jedoch nicht derjenigen, die sich unter natürlichen hydrologischen Verhältnissen einstellen würde. Für eine Wiederherstellung naturnäherer Zustände in diesem Bereich des Hörnlepassmoores wäre es zunächst wichtig, den Anschluss an das natürliche Wassereinzugsgebiet des Moores wiederherzustellen. Im Idealfall würden die Wasserstände steigen, und der Einfluss des Mineralbodenwassers würde wieder zunehmen. Als weitere Maßnahme wäre die Entfernung der Gehölze zu erwägen.



Foto10: Latschenkiefernhochmoor im Hörnlepassmoor

Diese Maßnahme könnte erforderlich sein, da die Latschenkiefer (*Pinus mugo*) durch ihre Transpiration den Entwässerungseffekt maßgeblich beeinflusst (vgl. Kap. 5)

Im unteren, aufgrund des noch vorhandenen Einflusses von Hangzugwasser nasserem Terrassenbereich entspricht die Artenzusammensetzung eher der ursprünglichen Vegetation. Durch diese Flächen führt ebenfalls seit geraumer Zeit eine Loipe. Allerdings sind die Verdichtungseffekte hier nicht so offenkundig wie im Bereich der oberen Terrasse. Dies unterstreicht, dass der Vernässung der stärker entwässerten Moorflächen im Hörnlepassmoor oberste Priorität eingeräumt werden sollte. Außerdem empfiehlt sich die wieder Inbetriebnahme einer extensiven Nutzung des Hörnlepassmoores. Diese extensive Nutzung würde sich positiv vor allem auf die basenreichen Niedermoore (*Caricetum davallianae*) und die Pfeifengras-Streuwiesen (*Molinion caeruleae*) auswirken (vgl. Kap. 10).

11.2 Fallbeispiel Klausenwald/Schmittersmoos

Die Moorkomplexe Klausenwald (Biotop-Nr. 22813) und Schmittersmoos (Biotop-Nr. 22812) liegen wie das Hörnlepassmoor im Nordwesten des Kleinwalsertals im Bereich der Schwende. Gemeinsam weisen die beiden Moorkomplexe eine Gesamtfläche von 21,32 ha auf und sind ein Schwerpunkttraum im Projekt. Insgesamt wurden im Klausenwald/Schmittersmoosmoor 109 Vegetationsaufnahmen angefertigt. Diese sind, wie auch die Vegetationsaufnahmen im Hörnlepassmoor, wesentlicher Bestandteil der Vegetationsklassifizierung und Charakterisierung der Moore im Kleinwalsertal. Die Kartierung im Projektgebiet Klausenwald/Schmittersmoos ergab neun Vegetationstypen (Tab. 9) und die dabei abgedeckte Fläche betrug 9,53 ha. Basenreiche Pfeifengras-Streuwiesen (*Gentiano asclepiadeae-Molinietum*

Vegetationstyp	Flächenanteile (%) der Gesamtfläche (9,53 ha)
Sphagnetum medii, typ. Ausb.	11,31
Sphagnetum medii, Ausb. mit <i>Carex rostrata</i>	17,32
Sphagnetum medii, Ausb. mit <i>Scheuchzeria palustris</i>	5,19
<i>Caricetum nigrae</i> Ausb. mit Zwergsträuchern	11,69
<i>Caricetum davallianae</i> Ausb. mit Hochmoorarten	6,14
<i>Caricetum paniculatae</i>	0,26
<i>Gentiano asclepiadeae-Molinietum caeruleae</i>	29,39
Junco-Molinietum	4,83
Calthion-Basalgesellschaft Ausb. <i>Deschampsia cespitosa</i>	1,27
Gehölz	4,97

Tab. 9: Vegetationstypen und deren prozentuale Anteile an der gesamten Fläche des Schwerpunkttraumes Klausenwald/ Schmittersmoosmoor

caeruleae) sind in diesen Moorkomplexen mit 29,93 % der am weitesten verbreitete Ökosystemtyp (Abb. A5). Hierbei fällt auf, dass dieser Vegetationstyp sowohl im Klausenwald, wie auch im Schmittersmoosmoor an den steilen Hängen zu finden ist. In beiden Moorkomplexen werden die Pfeifengras-Streuwiesen einmal jährlich gemäht. Das *Sphagnetum medii*, Ausb. mit *Carex rostrata* nimmt 17,32 % der Gesamtfläche ein. Dieser Vegetationstyp hat seinen Verbreitungsschwerpunkt im nördlichen Bereich des Schmittersmoos und im östlichen Teil des Klausenwaldmoores. Im zentralen Bereich des Schmittersmoos dominieren die basenarme Wiesenseggenrieder und Pfeifengras-Streuwiesen (*Caricetum nigrae* Ausb. mit Zwergsträuchern, Junco-Molinietum). Im Randbereich des Gebietes befinden sich Bestände der Hochmoorbultgesellschaften *Sphagnetum medii*, Ausbildung mit *Carex rostrata* und *Sphagnetum medii*, typische Ausbildung).

In den Flächen der Moorkomplexe im Klausenwald/Schmittersmoos wurde eine Vielzahl schützenswerter Pflanzenarten gefunden. Zu den besonders seltenen Gefäßpflanzen zählen unter anderem der Tarant (*Swertia perennis*, vom Aussterben bedroht), die Zweihäusige Segge (*Carex dioica*, stark gefährdet), der Mittlere Wasserschlauch (*Utricularia intermedia*, vom Aussterben bedroht) und die Faden-

segge (*Carex lasiocarpa*, vom Aussterben bedroht). Auch in der Gruppe der Bryophyten konnten besonders schützenswerte Arten bestimmt werden. Zu diesen Arten gehört Sendtners Sichelmoos (*Drepanocladus sendtneri*, vom Aussterben bedroht), Richardsons Schönmoos (*Calliergon richardsonii*, stark gefährdet) und das gedrehte Torfmoos (*Sphagnum contortum*, stark gefährdet).

Das Vorkommen dieser seltenen und gefährdeten Arten erlaubt es, auch dem Moorkomplex Klausenwald/Schmittersmoos eine besondere Bedeutung für den Naturschutz zu attestieren. Dies sollte jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass etliche Flächen, vor allem im Schmittersmoos anthropogen beeinflusst werden. Die unter Artenschutz Gesichtspunkten besonders hervorzuhebenden Arten sind in den Flächen nur noch sehr selten anzutreffen. Große Teile des Moores sind von Drainagegräben durchzogen (Foto 11). Aus Sicht des Naturschutzes sollte versucht werden, naturnähere Verhältnisse in diesen Moorkomplexen wiederherzustellen. Wichtigste Maßnahme wäre es, die Drainagegräben sowohl im Bereich des Klausenwaldmoores wie auch im Bereich des Schmittersmoos (Fotos 7, 8) zu verschließen und somit den Grundwasserspiegel in beiden Gebieten wieder anzuheben. Sollten die Gräben weiterhin geöffnet bleiben oder er-



Foto 11: Drainagegraben im Schmittermoos

neut ausgehoben werden, droht eine weitere Verschlechterung der Standortbedingungen für moortypische Arten. Aufgrund der noch vorhandenen wertvollen Niedermoorvegetation ist eine von dieser ausgehende Ausbreitung von Zielarten möglich. In beiden Moorkomplexen sollte auch weiterhin eine jährliche Mahd am Ende der Vegetationsperiode stattfinden. Ohne diese Maßnahme kann man davon ausgehen, dass in den Beständen der stark gefährdeten basenreichen Pfeifengras-Streuwiesen (*Gentiano asclepiadeae-Molinietum caeruleae*) und Davallseggenriedern Sukzessionsprozesse einsetzen, die mittelfristig zu einer Abnahme der Artenvielfalt führen (vgl. Kap. 10).

11.3 Fallbeispiel Melköde

Am südlichen Rand des Hohen Ifen auf rund 1338 Meter Höhe befindet sich die Melköde. Das kleine Tal ist von beiden Seiten von hohen Bergen umrandet. An der südöstlichen Seite des Tals befindet sich das Wal-mendingerhorn, im Norden die steile Wand des Hohen Ifen. Es handelt sich um eine Talebene eines ehemaligen Bergsturzsees (Biotop-Nr. 22833 nach STAUDINGER 2008). Durch Erosion haben sich mit der Zeit 10 Millionen Kubikmeter Schutt vom Hohen Ifen gelöst und sind ins Tal gestürzt. Im Laufe der

Zeit fanden mehrere solcher Bergstürze statt, die postglazial durch weiche Drusbergschichten begünstigt waren (WAGNER 1950). Ein weiterer Faktor, der die Landschaft in diesem Tal formt, ist der Schwarzwasserbach. Nach dem Bergsturz staute sich der Bach, ein See entstand im Tal (STAUDINGER 2008). Die Sedimente sammelten sich in der Talebene und so verschwand der See, der ursprünglich eine Tiefe von 25 m aufwies (WAGNER 1950). Heute ist von dem ursprünglichen See nichts mehr zu erkennen. Nur nach der Schneeschmelze oder bei Starkregenereignissen staut sich das Wasser vom Ende des Tals zurück und es entsteht kurzfristig ein Rückstau des Schwarzwasser-

bachs. Nach einer kurzen Strecke teilt sich in der Melköde der Schwarzwasserbach in zwei Hauptläufe. Einer wurde von Menschen über einem kleinen Abschnitt durch Kies befestigt. Ansonsten mäandriert der Bach über kleine Seitenarme durchs das Tal (Foto 12). Vier weitere kleine Bäche aus dem Flyschgebirge laufen ebenfalls ins Tal und vereinen sich mit den Armen des Schwarzwasserbachs, um am Ende des Tals in mehreren Schlucklöchern zu versiegen (SINREICH et al. 2002).

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde die Vegetation in der Melköde erfasst. Insgesamt wurden in diesem Tal sechs Vegetationstypen identifiziert (Tab. 10), die im Rahmen des Projektes untersuchte Fläche der Melköde betrug 13,41 ha.

Mit einer Fläche von 37 % stellt die Kohldistelfeuchtwiese (*Angelico-Cirsietum oleracei*, Ausbildung mit *Carex nigra*, Foto 13) die größte Fläche dieses Gebietes dar. Die Melköde enthält zudem basenreiche Niedermoo-re (*Caricetum davallianae*, typische Ausbildung). Diese nehmen eine Fläche von 25,1 % ein (Tab. 10). Dieser Vegetationstyp kommt in den höher gelegenen Bereichen der Melköde vor (Abb. A6). Die Kohldistelfeuchtwiese (*Angelico-Cirsietum oleracei*, typische Ausbildung) kommt in einer Fläche von 7,5 % vor. Schnabelseggenriede (*Caricetum rostratae*) nehmen eine



Foto 12: Der Schwarzwasserbach in der Melköde

Vegetationstyp	Flächenanteile (%) der Gesamtfläche (13,41 ha)
Angelico-cirsetum oleracei, Ausb. mit <i>Carex nigra</i>	37%
Angelico-cirsetum oleracei, typische Ausbildung	7,50%
Caricetum davallianae, typische Ausbildung	25,10%
Caricetum rostratae	17,50%
Caricetum paniculatae	1,90%
Calthion-Basalgesellschaft	7,50%
Gehölz	3,50%

Tab. 10: Vegetationstypen und deren prozentuale Anteile an der gesamten Fläche des Projektgebietes Melköde

Fläche von etwa 17,5 % ein und kommen in den zeitweise überfluteten Gebieten der Melköde vor. Kleinstufig sind zudem Rispenseggenriede (*Caricetum paniculatae*) anzutreffen. Die Calthion-Basalgesellschaft kommt mit einer Fläche 7,5 % nahe der Schlucklöcher vor, wo die Flächen am häufigsten überflutet werden. Am Rande des Weges befinden sich kleine Flächen, die ausschließlich aus der gewöhnlichen Pestwurz (*Petasites hybridus*) bestehen.

Alle Vegetationstypen in der Melköde sind anthropogen beeinflusst. Das Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*) deutet auf die lange Nutzung der Flächen hin. Seit der Besiedlung des Kleinwalsertals wurde die Melköde als Viehweide und zur Gewinnung von Heu genutzt. Mehrere Hütten wurden errichtet. Später wurde das Gebiet unter Schutz gestellt und seitdem nur einmal im Jahr zwischen August und September gemäht. Die heutigen Feuchtwiesen sind als Ersatzgesellschaft für Auenwälder im Alpenraum zu betrachten. Natürliche Auenwälder in Kleinwalsertal befinden sich noch im Verlauf der Breitach (Biotop 22839 nach STAUDINGER 2008). In kalkreichen Auen, wie es in der Melköde der Fall ist, verdrängt die Grauerle (*Alnus incarnata*) durch ihren hohen Wuchs die Weiden-Arten (ELLENBERG et al. 2010). Es ist also davon auszugehen, dass ein Grauerlenauenwald ohne menschlichen Einfluss die natürliche Vegetation entlang des Schwarzwasserbachs in der Melköde sein würde.

Auch die Melköde beherbergt eine Vielzahl an seltenen und teils gefährdeten Arten wie den Teichschachtelhalm (*Equisetum fluviatile*, selten), den Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*, verletzlich), das Breitblättrige Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*, potentiell gefährdet) das Sumpf-Läusekraut (*Pedicularis palustris*, selten) und die Sumpf-Stendelwurz (*Epipactis palustris*, potentiell gefährdet). Sie ist ein einzigartiges Ökosystem im Kleinwalsertal und ist daher besonders schützenswert, außerdem ist die Melköde ein interessantes Studienobjekt.

12 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Studie befasst sich mit der Ökologie und Genese der

Moore in der montanen Stufe des Kleinwalsertales (Vorarlberg, Österreich). Sie ist das Ergebnis eines einwöchigen, der Vorbereitung dienenden studentischen Praktikums in 2015 und vier Masterarbeiten im Jahr 2016. Es wurden 17 mehr oder weniger ausgedehnte Mooregebiete und der von einem Bergrutsch beeinflusste Auenbereich nahe der Alpe Melköde geobotanisch untersucht. Insgesamt wurden 363 Vegetationsaufnahmen angefertigt und pflanzensoziologisch klassifiziert. Zur standortsökologischen Charakterisierung der differenzierten Vegetationstypen wurden in drei Schwerpunkträumen (Hörnlepassmoor, Moorkomplex Klausenwald-Straußberg, Moore/Feuchtgebiete Schwarzwassertal) hydrologische und bodenkundliche Untersuchungen durchgeführt. Darüber hinaus wurde die Entwicklung der Moorkomplexe rekonstruiert. Hierzu wurden in den Schwerpunkträumen Profile bis zum mineralischen Ausgangssubstrat erbohrt und in diesen die Zusammensetzung der Torfarten im Gelände mittels Großrestanalyse bestimmt. Den Abschluss der zweimonatigen Geländearbeit bildete eine flächendeckende Kartierung der Vegetation in den Schwerpunkträumen. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Artenzusammensetzung der Vegetation in erster Linie entlang von Säure-Basen- und



Foto 13: Kohldistelfeuchtwiese

Nährstoffgradienten anordnet, wobei die Indikatoren für die Nährstoffverfügbarkeit mit den im Moorwasser gemessenen pH-Werten korrelierten. Außerdem spielten die Wasserstandsdynamik und die Nutzungsform (Mahd, Beweidung) für die Differenzierung der Pflanzengesellschaften eine Rolle. Entlang dieser Gradienten ließen sich ombrotrophe Hochmoorbultengesellschaften von verschiedenen minerotrophen Niedermoorgesellschaften, Pfeifengraswiesen und Feuchtwiesen unterscheiden. Innerhalb und zwischen diesen Haupttypen wurden zahlreiche floristische und standörtliche Übergänge diagnostiziert, die pflanzensoziologisch in Form von Ausbildungen gekennzeichnet wurden.

Dominierende Moortypen im Untersuchungsgebiet waren Hochmoore, Übergangsmoore und Hangmoore, während Quellmoore nur vereinzelt und kleinflächig auftraten. Der Vergleich der aktuellen Vegetation mit der aus den Großrestanalysen abgeleiteten Moorentwicklung ergab, dass zwar zahlreiche tiefgründige Moore vor allem in den Verebnungen (Terrassen) der Hänge aktuell eine ombrotrophe Hochmoorvegetation aufweisen, die darunterliegenden Torfschichten aber eindeutig aus einer Mischung von ombrotrophen und minerotrophen torfbildenden Arten bestehen. Diese Zusammenhänge und die Ergebnisse der hydrologischen Untersuchungen lassen den Schluss zu, dass die Hochmoorvegetation in der montanen Stufe des Kleinwalsertals durch den Einfluss des Menschen (Entwässerung) entstanden ist und dort Zwischenmoore mit einem ombro-soligenen Wasserregime den natürlichen Moortyp darstellen würden.

Ein weiteres Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Moore des Kleinwalsertales naturschutzfachlich zu beurteilen und aus den Ergebnissen Empfehlungen für ein nachhaltiges Moorschutz- und Entwicklungskonzept abzuleiten. Die Untersuchungen

zeigten, dass zwar alle Moore im Kleinwalsertal mehr oder weniger stark vom Menschen beeinflusst werden, sie sich aber dennoch oder gerade deswegen in einem noch vergleichsweise guten ökologischen Zustand befinden. Dies liegt vor allem am Vorkommen zahlreicher gefährdeter und seltener Pflanzenarten- und Gesellschaften. Die stärkste Gefährdung für die Moore des Kleinwalsertals geht aktuell von der zunehmenden Nutzungsauffassung der von einer extensiven Nutzung abhängigen basenreichen Niedermoore und Pfeifengraswiesen sowie der zu starken Entwässerung der Moore mit Hochmoorvegetation aus. Die negativen Auswirkungen dieser Einflussfaktoren auf die Biodiversität und die abiotischen Ökosystemfunktionen werden in dieser Studie ausführlich beschrieben. Abschließend werden Maßnahmen im Rahmen eines nachhaltigen Managements der Moore des Kleinwalsertals diskutiert. Außerdem werden Forschungslücken sowohl in Bezug auf die langfristige Moorentwicklung als auch auf die Ableitung von Entwicklungspotentialen nach Durchführung von Renaturierungsmaßnahmen (z. B. Vernässung, Beweidungskonzepte) aufgezeigt.

13 Danksagung

Während des zweimonatigen Aufenthaltes in Riezlern und auch in der Zeit danach haben wir von vielen unterschiedlichen Seiten tatkräftige Unterstützung erfahren. Hierzu zählt die Gemeinde Mittelberg, die für uns die Voraussetzungen zur Durchführung des Forschungsprojektes durch Genehmigungen und Informationen geschaffen hat. Von Familie Fritz und Familie Eberle wurden wir im Kleinwalsertal herzlich willkommen geheißen und konnten bei ihnen sehr schöne Unterkünfte beziehen. Fehlte uns dann doch einmal Geländematerial, konnten wir wie selbstverständlich auf das Equipment unserer Gastgeber zurückgreifen. Alle Landbesitzer, die

Flächen in den von uns untersuchten Gebieten besaßen, zeigten sich äußerst hilfsbereit und interessiert an der Projektarbeit. Hierzu zählt auch das gesamte Personal des Hörnlepassgasthofes, wo wir dankenswerter Weise unser Auto parken durften und durch dessen Garten wir Zugang zum angrenzenden Moor erhielten. Mag. Bernhard Anwander vom Amt für Umwelt und Lebensmittel, Abteilung Luftreinhaltung stellte uns freundlicherweise Literatur zu den Stickstoffdepositionsraten zur Verfügung. Mag. Andreas Beiser stand uns jederzeit mit fachlichen Informationen zu den Mooren im Kleinwalsertal zur Seite. Außerdem unterstützte er uns mit seiner kritischen Durchsicht unseres Manuskriptes in der Schlussphase des Projektes. Teresa Berchtold war für uns eine große Hilfe, wenn es um Kontakte zu den örtlichen Behörden ging. Sophia Dazert aus unserem Institut führte vor Ort Überfliegungen der Projektgebiete mit einer Drohne durch und stellte uns fantastische Bilder für unsere Auswertung zur Verfügung. Das Laborteam der des Institutes für Ökosystemforschung, Imke Meyer und Manfred Beckers, übernahm die Messungen an den im Kleinwalsertal gesammelten Bodenproben. Bei allen genannten Personen möchten wir uns herzlich bedanken.

Ein ganz besonderer Dank gilt der inatura in Dornbirn, die unser Projekt finanziert hat. Herr Dr. Friebe als unser Hauptansprechpartner bei der inatura hat unsere Forschungsarbeiten von Beginn an wohlwollend unterstützt. In gleicher Weise gilt unser Dank dem Verein Landschaftsschutz Kleinwalsertal und insbesondere dessen Obmann Karl Keßler. Nur durch sein persönliches Engagement und seine aktive Mitarbeit vor Ort konnten wir das Projekt durchführen und erfolgreich abschließen.

14 Literatur

- AMANN, G. (2016): Aktualisierte Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Vorarlbergs. – 161 S.; Online-Beilage zu: GRABHERR, G., AMANN, G., BEISER, A., GRABHER, M.: Das Pflanzenleben Vorarlbergs; Hohenems (Bucher).
http://www.inatura.at/forschung-online/RL_pflanzen_2016.pdf
- BEISER, A. (2016): Aktualisierte Rote Liste der Pflanzengesellschaften und Vegetationstypen Vorarlbergs. – 85 S.; Online-Beilage zu: GRABHERR, G., AMANN, G., BEISER, A. & GRABHER, M.: Das Pflanzenleben Vorarlbergs; Hohenems (Bucher).
http://www.inatura.at/forschung-online/RL_pflanzenges_2016.pdf
- BILLETER, R., PEINTINGER, M. & DIEMER, M. (2007): Restoration of montane fen meadows by mowing remains possible after 4–35 years of abandonment. – *Botanica Helvetica*, 117 (1): 1-13.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. – 3. Aufl.: 865 S.; Wien / New York (Springer).
- BRAGAZZA, L. & GERDOL, R. (2002): Are nutrient and acidity-alkalinity gradients related in *Sphagnum*-dominated peatlands? – *Journal of Vegetation Science*, 13: 473-482.
- CLYMO, R. S. (1963): Ion exchange in *Sphagnum* and its relation to bog ecology. – *Annals of Botany*, 27 (2): 309-324.
- CONRADI, T. & FRIEDMANN, A. (2013): Plant communities and environmental gradients in mires of the Ammergauer Alps (Bavaria, Germany). – *Tuexenia*, 33: 133-163.
- DACHROTH, W. R. (2002): Handbuch der Baugologie und Geotechnik. – 683 S.; Berlin / Heidelberg (Springer).
- DIEMER, M., OETIKER, K. & BILLETER, R. (2001): Abandonment alters community composition and canopy structure of Swiss calcareous fens. – *Applied Vegetation Science*, 4 (2): 237-246.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie - Grundlagen und Methoden. – UTB – Große Reihe: 683 S., Stuttgart (Ulmer)
- DIERSSEN, B. & DIERSSEN, K. (1984): Vegetation und Flora der Schwarzwaldmoore. – Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg, 39: 516 S.; Karlsruhe (Landesanstalt für Umweltschutz).
- DIERSSEN, K. (1982): Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Moore NW-Europas. – Publication hors-serie, 6: 382 + XXXII S.; Genève (Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève).
- DIERSSEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). – 241 S.; Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft).
- DIERSSEN, K., GLAHN, H. von, HÄRDLE, W., HÖPER, H., MIERWALD, U., SCHRAUTZER, J. & WOLF, A. (1988): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. – Schriftenreihe des Landesamtes Naturschutz Landschaftspflege Schleswig-Holstein, 6 (2. Aufl.): 157 S.; Kiel.
- DIERSSEN, K. & DIERSSEN, B. (2001): Moore. – in: POTT, R. [Hrsg.]: Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. 230 S.; Stuttgart (Ulmer).
- ELLENBERG, H. & LEUSCHNER, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – 6. Auflage: 1334 S. (542, 549, 570-571); Stuttgart (Ulmer).
- FREI, C. & SCHMIDL, J. (2006): Das Niederschlagsklima der Alpen: Wo sich Extreme nahe kommen. – *promet*, 32 (1/2): 61-67.
- GERDOL, R. (1995): Community and species-performance patterns along an alpine poor-rich mire gradient. – *Journal of Vegetation Science*, 6: 175-182.
- GERDOL, R., SIFFI, C. & BOMBONATO, L. (2010): Aboveground production and nutrient status of the vegetation of different mire types in the South-eastern Alps (Italy). – *Botanica Helvetica*, 120: 85-93.
- GERDOL, R., TOMASELLI, M., BRAGAZZA, L. (1994): A Floristic-Ecologic Classification of Five Mire Sites in the Montane-Subalpine Belt of South Tirol (S Alps, Italy). – *Phyton*, 34: 35-56.
- GRABHERR, G. & MUCINA, L. [Hrsg.] (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürliche waldfreie Vegetation. – 523 S.; Jena (Gustav Fischer).
- GORHAM, E., EISENREICH, S. J., FORD, J. & SANTELMANN, M. V. (1985): The chemistry of bog waters. – In: STUMM, W. [Hrsg.]: Chemical processes in lakes, 435 S. (339-363); New York (Wiley).
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1986): Analysis of vegetativ plant macrofossils. – In: BERGENLAND, B. E. [Hrsg.]: Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology: 869 S. (591-618); Chichester (Wiley).
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1993): Torfarten, Torfarteneinheiten und Torfartengruppen. – In: ROESCHMANN, G., GROSSE-BRAUCKMANN, G., KUNTZE, H., BLANCKENBURG, J. & TÜXEN, J.: Vorschläge zur Erweiterung der Bodensystematik der Moore. Geologisches Jahrbuch, Reihe F, 29: 7-20.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1994): Zur Gliederung und Ansprache mitteleuropäischer Torfe (Vorschläge für die 4. Auflage der Bodenkundlichen Kartieranleitung). – *Telma*, 24: 31-56.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1996): Ansprache und Klassifikation von Torfen und Mooren als Voraussetzung für die Moorkartierung. – *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Bremens*, 43/2: 213-237
- HAMMER, Ø., HARPER, D. A. T., & RYAN, P. D. (2001). Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. - *Palaeontologia Electronica*, 4 (1, art. 4): 9 S.;
http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- HEINTZ, A. & REINHARDT, G. A. (1993): Chemie und Umwelt. Ein Studienbuch für Chemiker, Physiker, Biologen und Geologen. – 3. Auflage: 282 S.; Braunschweig / Wiesbaden (Vieweg).
- JASNOWSKI, M. (1959): Czwarzorządowe torfymasy, klasyfikacja i geneza [Klassifizierung der Moorstorfarten quartärer Niedermoore und ihre Entstehung]. – *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 28/2: 319-364..
- JASNOWSKI, M. (1962): Über die Klassifizierung der Torfarten. – *Freiberger Forschungshefte, A* 254:13-25.

- JOOSTEN, H., TAPIO-BISTRÖM, M.-L. & TOL, S. (2012): Peatlands - guidance for climate change mitigation by conservation, rehabilitation and sustainable use. – Mitigation of climate change in agriculture Series, 5: 100 S.; Rom (FAO and Wetlands International).
- KNAPP, R. (1962): Die Vegetation des Kleinen Walsertales, Vorarlberg, Nordalpen. – Geobotanische Mitteilungen, 12: 1-53.
- KOERSELMAN, W. & MEULEMAN, A. (1996): The vegetation N:P ratio: A new tool to detect the nature of nutrient limitation. – Journal of Applied Ecology, 33: 1441-1450.
- KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B. & RUBEL, F. (2006): World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. – Meteorologische Zeitschrift, 15: 259-263.
- KÖPPEN, W. (1900): Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. – Geographische Zeitschrift, 6: 593-611, 657-679.
- KUČEROVÁ, A., ČERMÁK, J., & NADEZHINA, N. & POKORNÝ, J. (2010): Transpiration of *Pinus rotundata* on a wooded peat bog in central Europe. – Trees, 24: 919-930.
- LANVERS, J., SIEG, B., FARTMANN, T. (2012): Auswirkungen von Langlaufloipen auf die Moorvegetation. – Tuexenia, 32: 87-103.
- LEDERBOGEN, D. (2003): Vegetation und Ökologie der Moore Osttirols. – Dissertationes Botanicae, 371; Stuttgart (Cramer).
- MEIER-UHLHERR, R., SCHULZ, C. & LUTHARDT, V. (2015): Steckbriefe der Moorsubstrate. – 2. unveränderte Auflage, Berlin (HNE Eberswalde).
- MUCINA, L., GABHERR, G. & ELLMAUER, T. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I. Anthropogene Vegetation. – 587 S.; Jena (Gustav Fischer).
- OBERSTEINER, E. & OFFENTHALER, I. (2008): Critical Loads für Schwefel & Stickstoffeinträge in Ökosysteme. – Rep-0178: 50 S.; Wien (Umweltbundesamt).
- OSVALD, H. (1923): Die Vegetation des Hochmoores Komosse. – Svenska vaxtbiologiska sällskapets handlingar, 1: XXII + 436 S.; Uppsala.
- PEINTINGER, M. & BERGAMINI, A. (2006): Community structure and diversity of bryophytes and vascular plants in abandoned fen meadows. – Plant Ecology, 185 (1): 1-17.
- PFADENHAUER, J. (1999): Leitlinien für die Renaturierung süddeutscher Moore. – Natur und Landschaft, 74: 18-29.
- REICHEL, J. & WILMANN, O. (1973): Vegetationsgeographie. – Das Geographische Seminar, Praktische Arbeitsweisen: 210 S.; Braunschweig (Westermann).
- ROSENTHAL, G., SCHRAUTZER, J. & EICHBERG, C. (2012): Low-intensity grazing with domestic herbivores: A tool for maintaining and restoring plant diversity in temperate Europe. – Tuexenia, 32: 167-205.
- SCHNEIDER, J. (1998): Kartierung der nassen Deposition in Österreich. – UBA-BE-104: 24 S.; Wien (Umweltbundesamt).
- SCHRAUTZER, J. (2004): Niedermoore Schleswig-Holsteins: Charakterisierung und Beurteilung ihrer Funktion im Landschaftshaushalt. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, 63: 357 S.
- SCHRAUTZER, J. & JENSEN, K. (2004): Relationship between light availability and species richness during fen grassland succession. – Nordic Journal of Botany, 24 (3): 341-353.
- SCHRAUTZER, J., FICHTNER, A., HUCKAUF, A., RASRAN, L. & JENSEN, K. (2011): Long term population dynamics of *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó after abandonment and re-introduction of mowing. – Flora, 206: 622-630.
- SCHRAUTZER, J., BREUER, V., HOLSTEN, B., JENSEN, K. & RASRAN, L. (2016): Long-term effects of large-scale grazing on the vegetation of a rewetted river valley. – Agriculture, Ecosystems and Environment, 216: 207-215.
- SCHRÖCK, C., KÖCKINGER, H., AMANN, G. & ZECHMEISTER, H. G. (2013): Rote Liste gefährdeter Moose Vorarlbergs – Rote Listen Vorarlbergs, 8: 236 S.; Dornbirn (inatura).
- SEER, F. K. & SCHRAUTZER, J. (2014): Status, future prospects, and management recommendations for alkaline fens in an agricultural landscape: A comprehensive survey. – Journal for Nature Conservation, 22: 358-368.
- SINREICH, S., GOLDSCHIEDER, N. & HÖTZL, H. (2002): Hydrogeologie einer alpinen Bergsturzmasse (Schwarzwassertal, Vorarlberg). – Beiträge zur Hydrogeologie, 53: 5-20.
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. [Hrsg.] (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. – 2. Aufl.: 622 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- STAMMEL, B., KIEHL, K. & PFADENHAUER, J. (2003): Alternative management on fens: Response of vegetation to grazing and mowing. – Applied Vegetation Science, 6 (2): 245-254.
- STAUDINGER, M. (2008): Aktualisierung des Biotopinventars Vorarlberg. Gemeinde Mittelberg). – 88 S. + Artenliste; Bregenz (Vorarlberger Landesregierung, Abteilung IVe Umweltschutz).
- STEINER, G. M. (1992). Österreichischer Moorschutzkatalog. – Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, 1 (4. Aufl.): 509 S.; Wien.
- TOLPA, S., JASNOWSKI, M. & PALCZYŃSKI, A. (1967). System der genetischen Klassifizierung der Torfe Mitteleuropas. – Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 76: 9-99.
- VÖLK, H. R. (2001): Geomorphologie des Kleinwalsertales und seiner Gebirgsumrahmung. Landschaftsformen zur Eiszeit und Nacheiszeit unter Einbeziehung der geologischen Verhältnisse. – Vorarlberger Naturschau - forschen und entdecken, 10: 7-95.
- WAGNER, G. (1950): Rund um Hochfien und Gottesackergebiet. Eine Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte des Gebietes zwischen Iller und Bregenzer Ach. – 116 S.; Öhringen (Hohenlohe'sche Buchhandlung Ferdinand Rau).

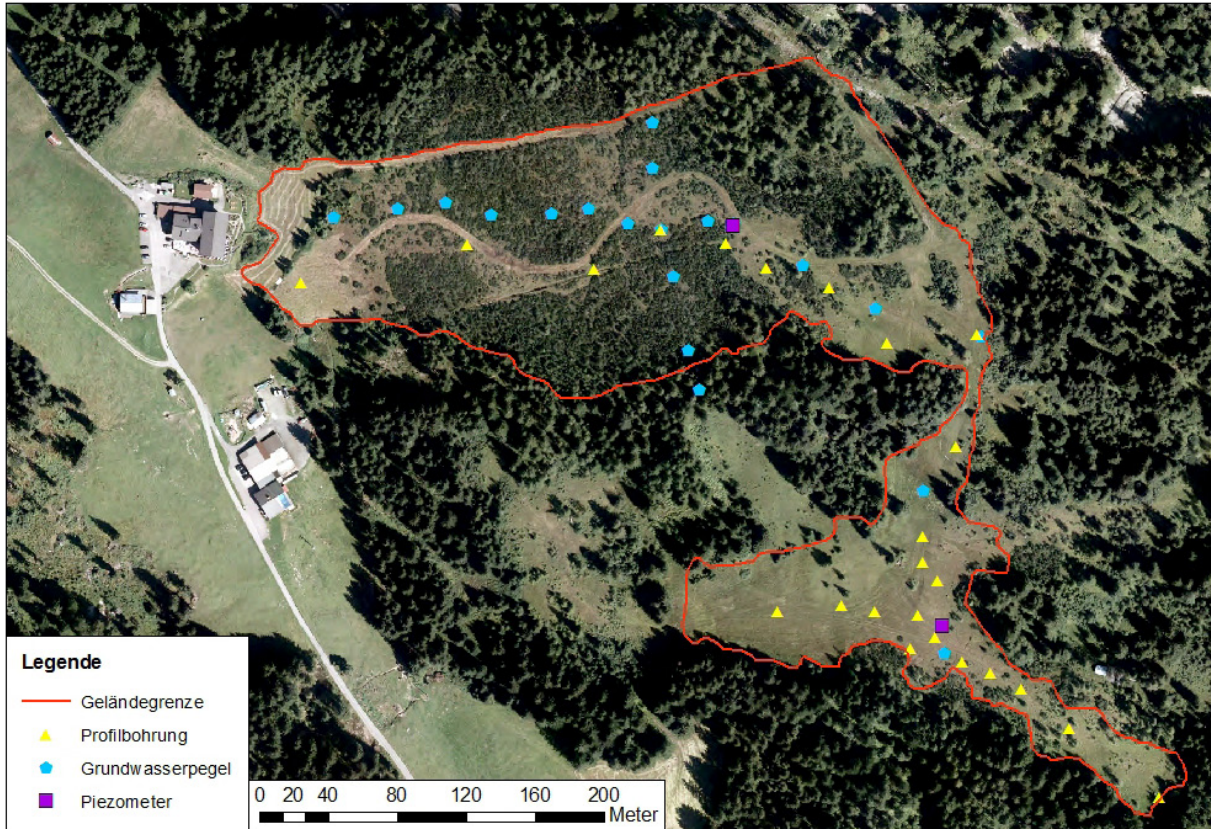


Abb. A1: Lage der Profilbohrungen, Grundwasserrohre und Piezometer im Hörnlepassmoor

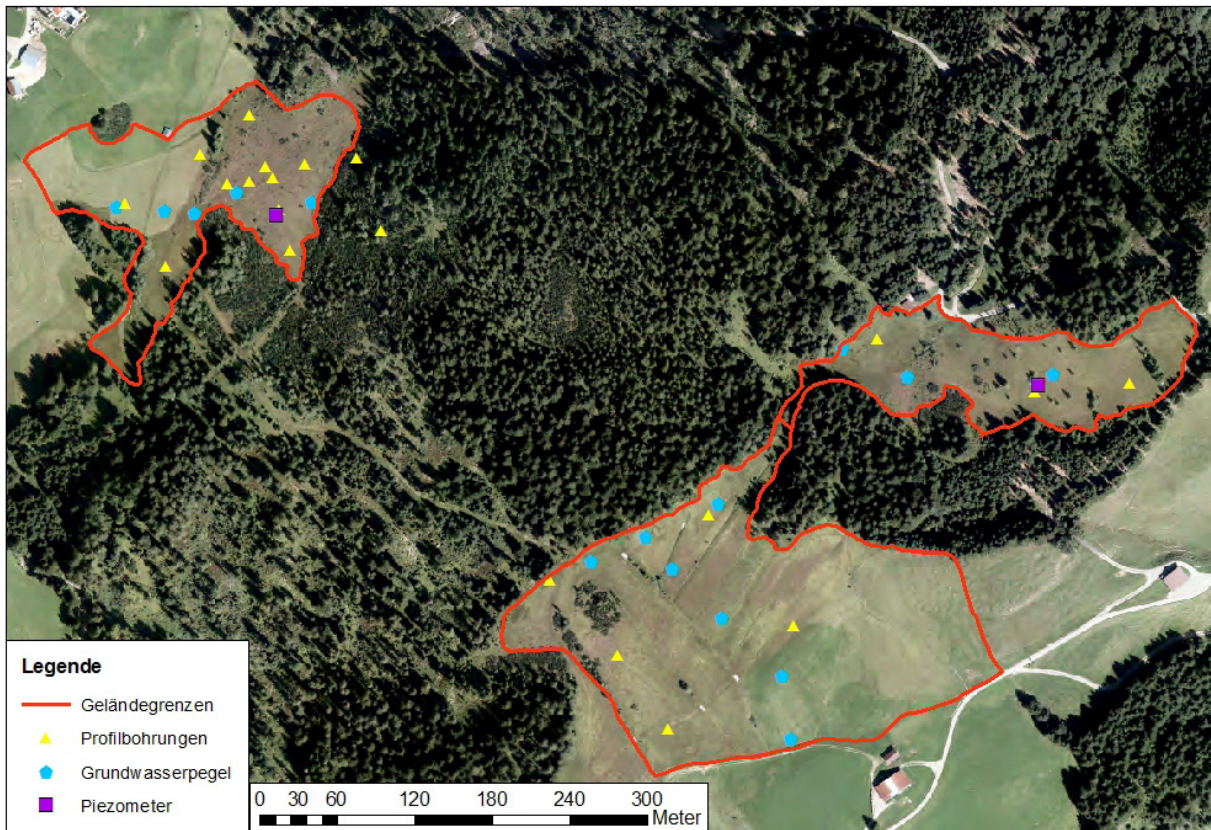


Abb. A2: Lage der Profilbohrungen, Grundwasserrohre und Piezometer im Klausenwald/Schmittermoos

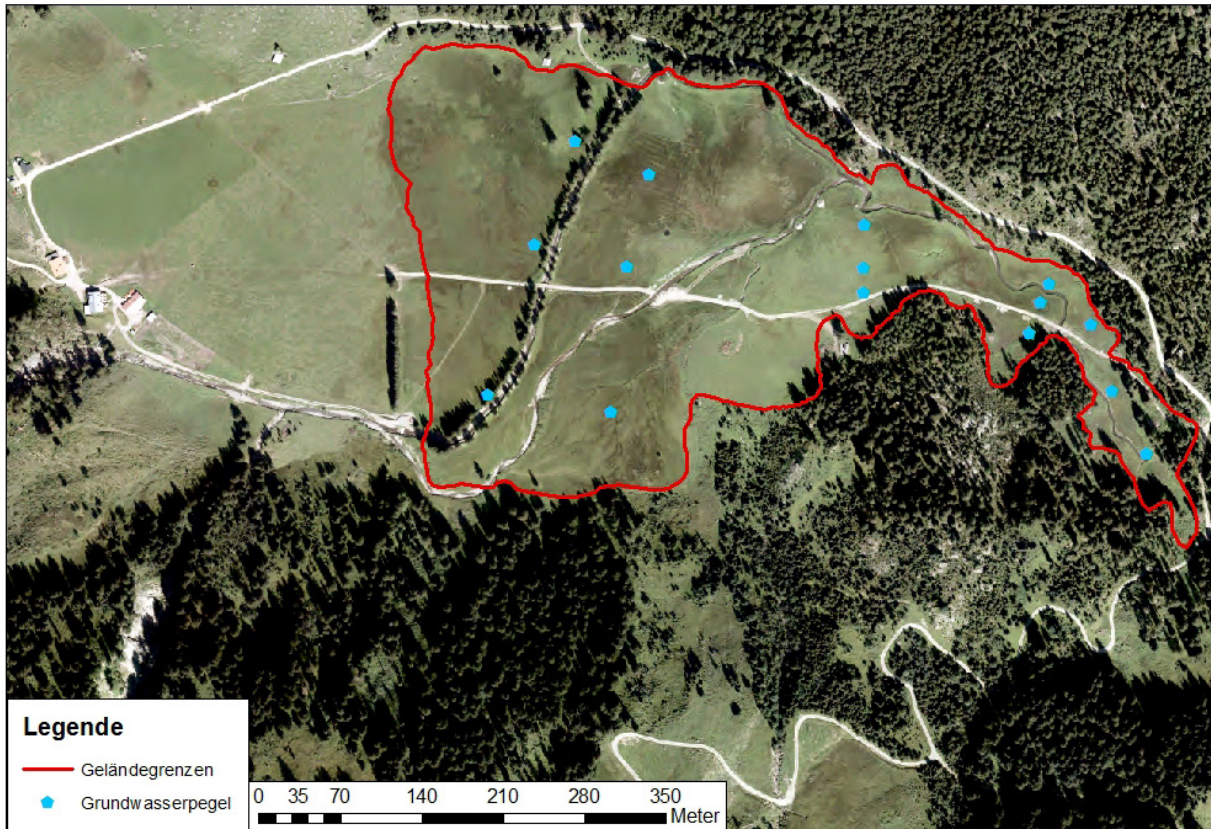


Abb. A3: Lage der Grundwasserrohre in der Melkölde

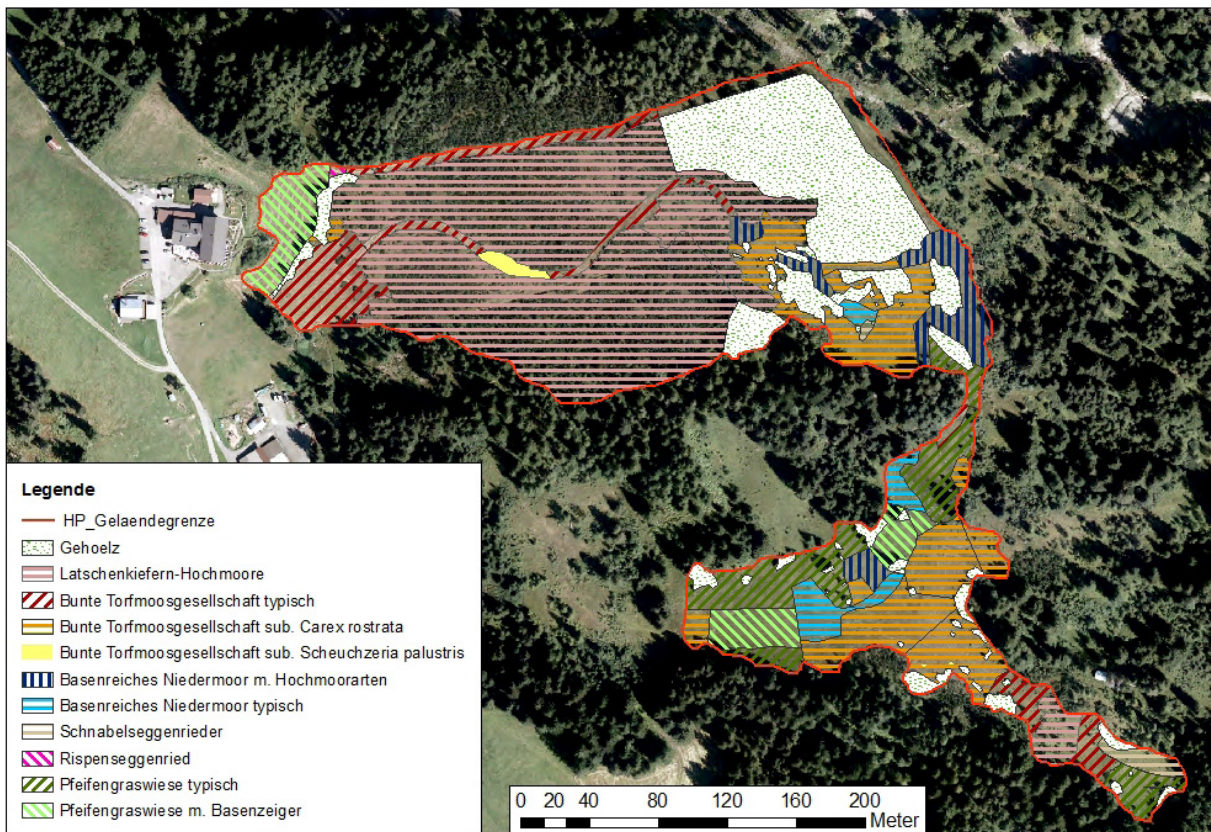


Abb. A4: Vegetationskartierung Hörnlepassmoor

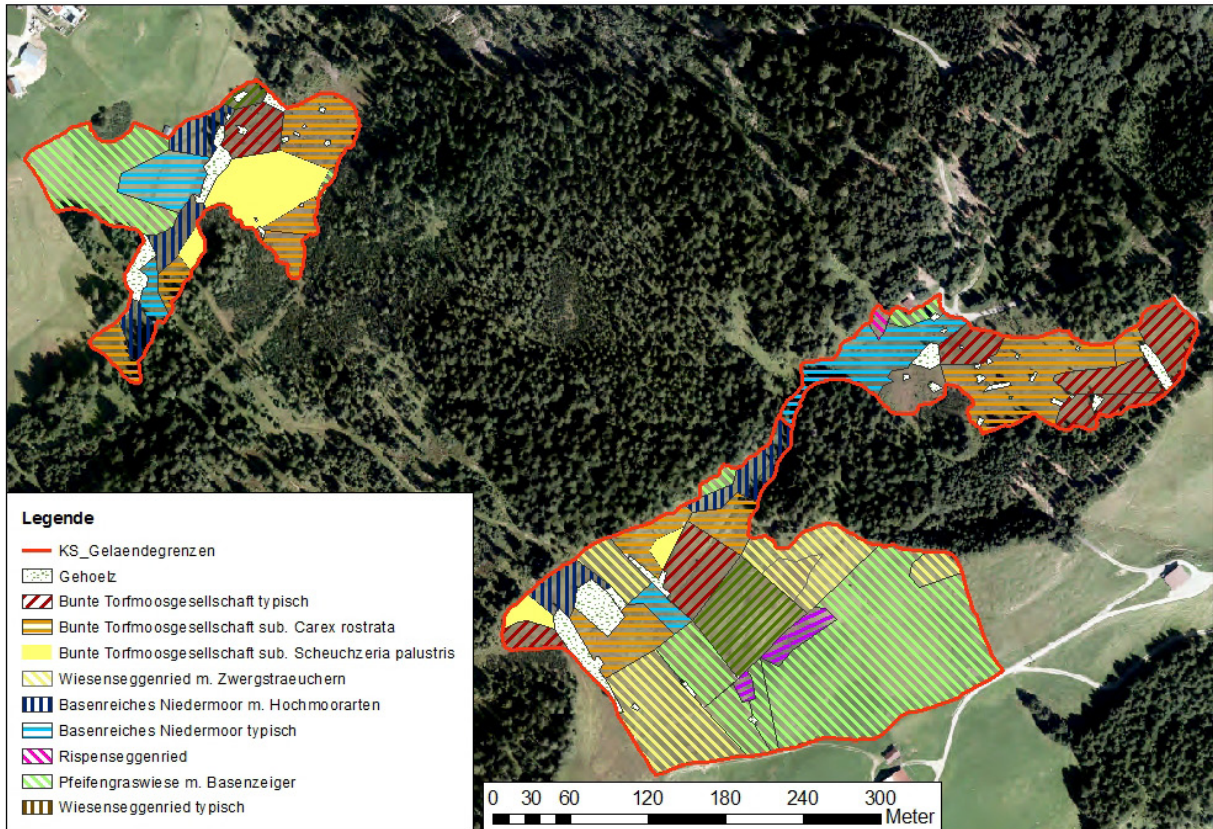


Abb. A5: Vegetationskartierung Klausenwald/ Schmittersmoosmoor

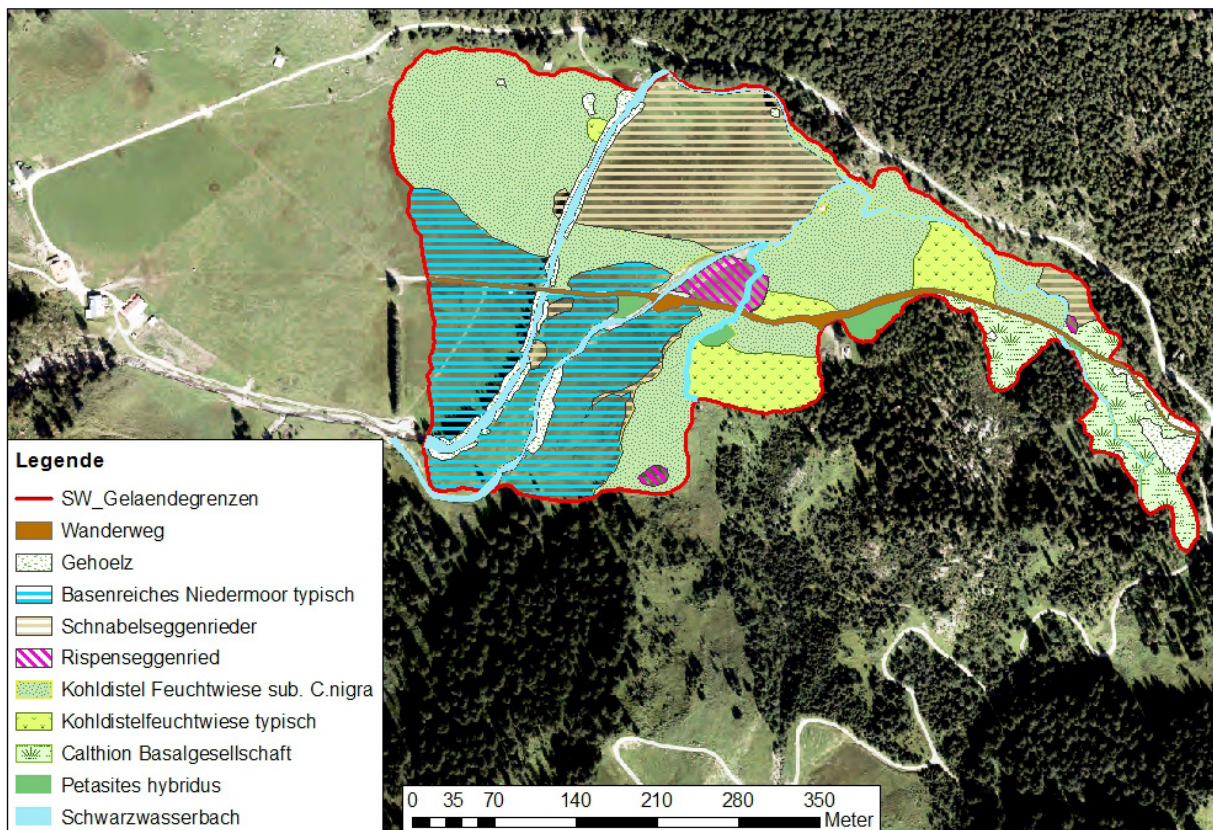


Abb. A6: Vegetationskartierung Melkkoede

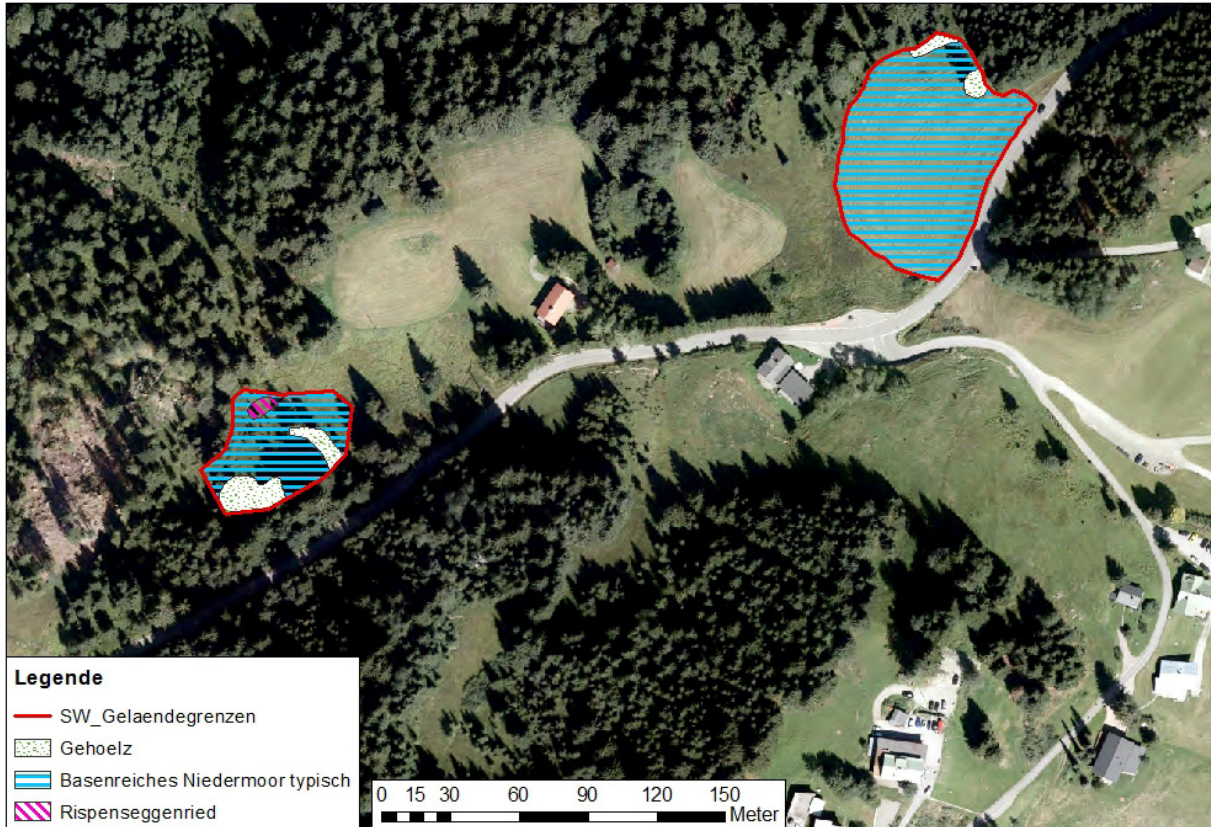


Abb. A7: Vegetationskartierung Moorfläche Fuchsfarm

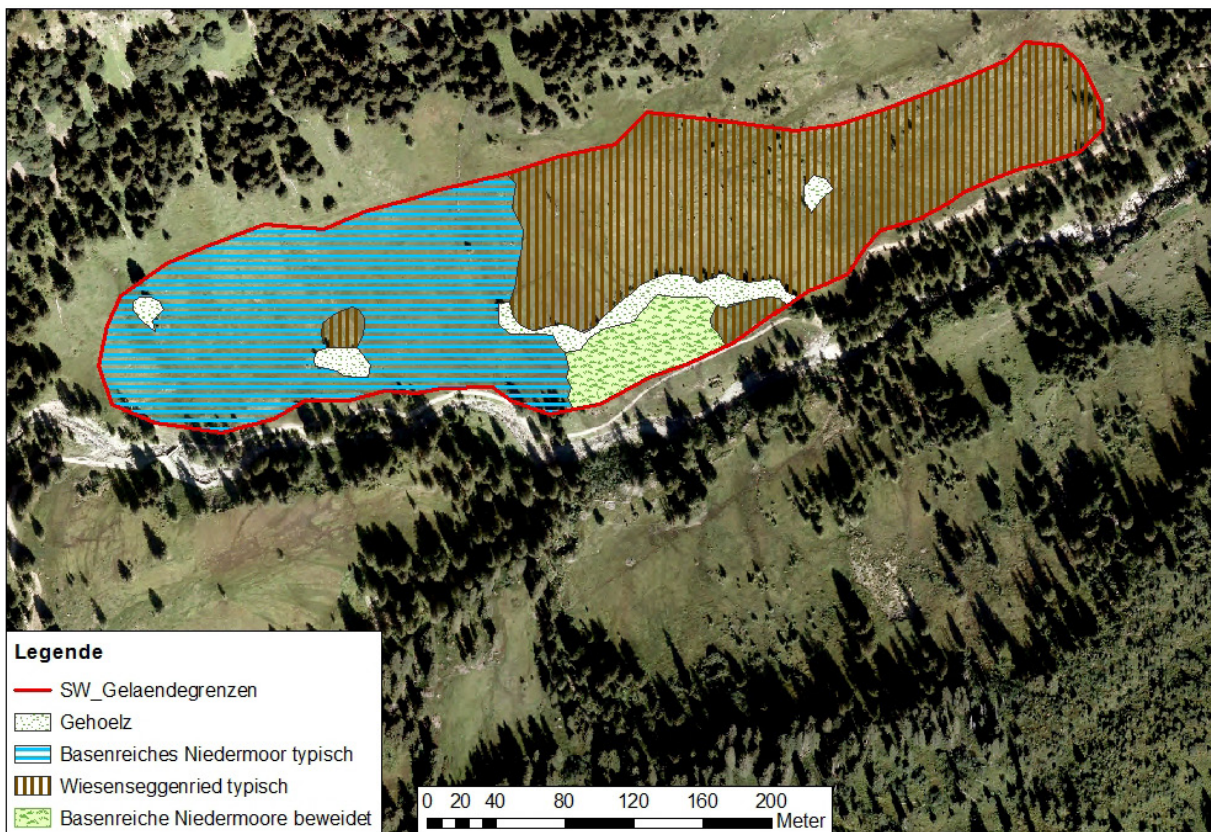


Abb. A8: Vegetationskartierung Moorkomplex An der Flucht

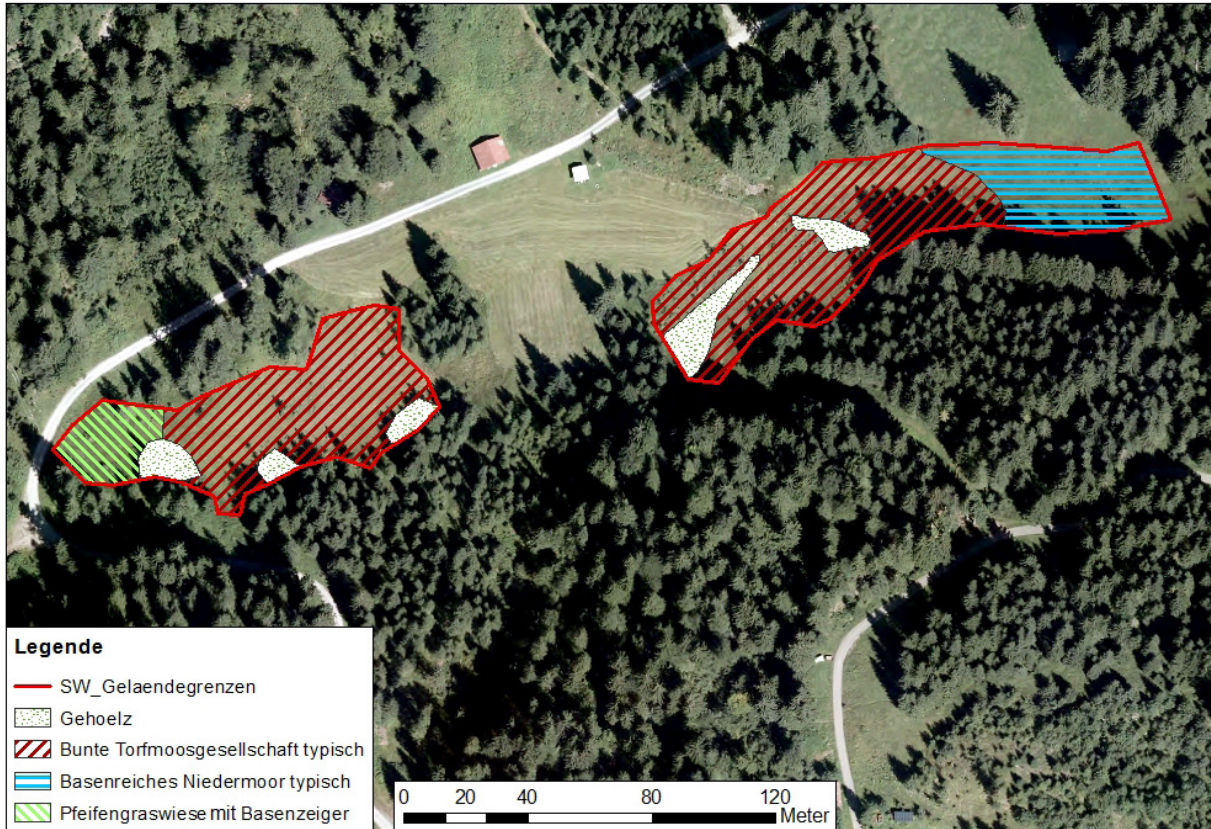


Abb. A9: Vegetationskartierung Moorfläche Ladstatt

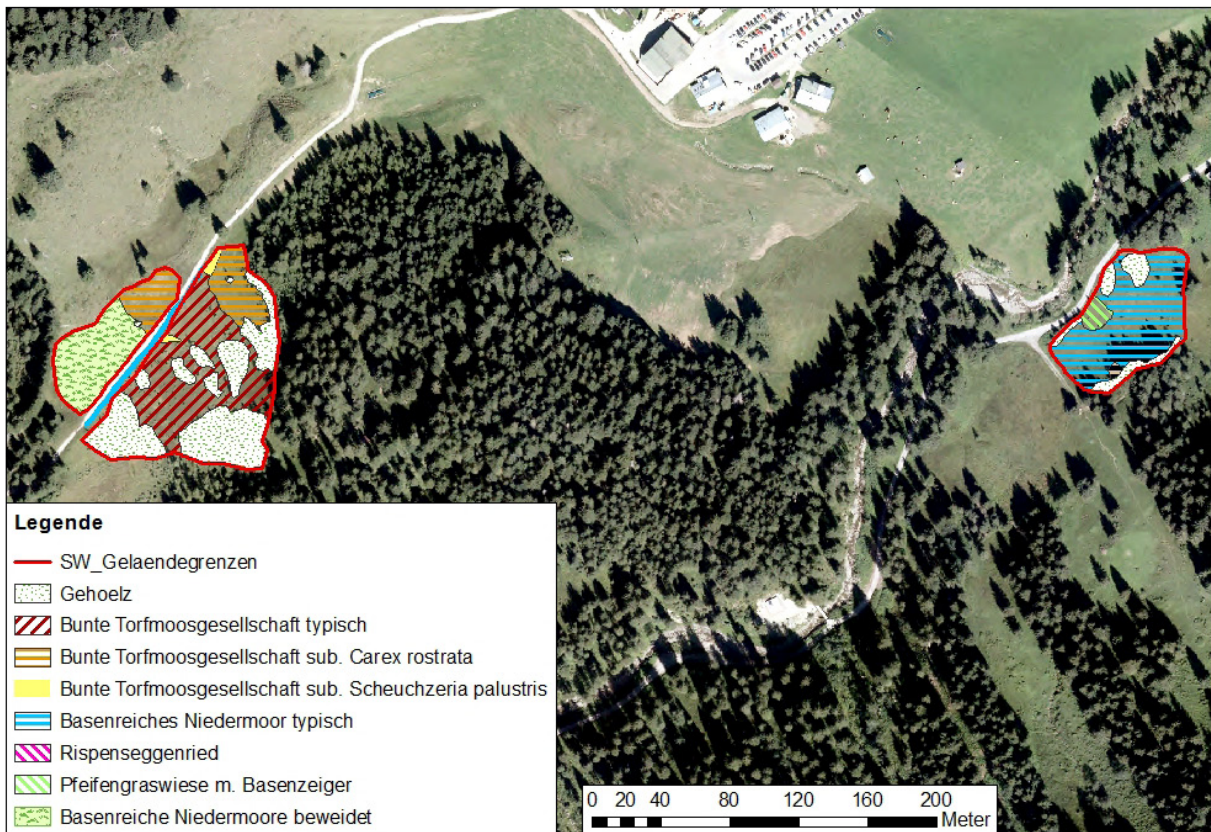


Abb. A10: Vegetationskartierung Moorkomplexe Wildmoos und I da Brända

Tab. A1
Synthetische Tabelle
Moore des Kleinwalsertals

				1				2		3			4	5	6	7		8		
				1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3				7.1	7.2	8.1	8.2	
				max Höhe Kraut (cm)	89	59	74	54	58	58	66	72	60	71	65	121	91	64	120	106
				mittlere Höhe Kraut (cm)	16	18	20	15	15	18	20	28	27	35	40	56	32	35	57	45
				max Höhe Strauch (cm)	162															
				Deckung Strauch (%)	27															
				Deckung Kraut (%)	62	65	72	63	76	74	77	89	95	73	70	95	95	86	98	100
				Deckung Moos (%)	78	80	88	89	73	65	74	47	50	98	30	58	52	56	30	25
				Deckung Streu (%)	21	28	28	26	17	3	20	15	14	25	10	31	14	25	3	65
				Offenboden (%)	0,2	3	2	0,3	30	7	0,3	1	8	30	0,8	0,6	3			
				Überstauung (%)	1	3	0,4	8,3	0,4	0,4	1	8	25	3						
				Anzahl Aufnahmen	17	35	50	13	8	12	26	59	3	3	1	5	24	7	3	4
				Artenzahl	15	16	22	17	21	20	32	29	32	13	13	34	38	16	35	26
				Soziologie:																
				Klasse																
				Verband																
Ch 1.1 (Pino rotundatae-Sphagnetum)	OX		Pinus mugo (Strauchschicht)	V																
Ch 3 (Caricetum davallianae)	SC	CD	Carex davalliana		+	II	I	IV		V	V	1		3	IV		1			
Ch 4 (Caricetum rostratae, d 1.3/1.4 geg. 1.1/1.2)	SC	CL	Carex rostrata	I	+	III	III		II	III	II	2	3 ³²		I	II				
Ch 5 (Caricetum lasiocarpae)	SC	CL	Carex lasiocarpa		r		I	II		+			1 ²⁰		II		1			
Ch 6 (Caricetum paniculatae)	P	MAG	Carex paniculata							I		1		5 ⁴³	r					
D 1	OX		Andromeda polifolia	IV	IV	III	V			II			1							
d 2.1	OX		Pinus mugo (Krautschicht)	III	II	+	I			r										
	OX		Sphagnum capillifolium	II	II		II	IV		+	+	1			+	I				
D 1.4	SC	RH	Carex limosa				III				I					r				
	SC	RH	Scheuchzeria palustris	+	r		III		+	r		1								
	SC	RH	Drosera anglica				I		+	+	+									
	SC	RH	Drosera intermedia				I													
D 2	SC	CN	Carex nigra		II ⁵	III ⁶	II ⁵	V ²¹	V ¹⁵	III ³	III ⁷	3	1	2	V ⁶	IV ⁸	2	1		
d 7/3.3	NC		Nardus stricta	+				II	V		r	3			II	I		1		
d 7	NC		Luzula multiflora			+		II			r	1			II	I		2		
	SC	CN	Viola palustris		r			II		r	r	1			r					
D 3	SC	CD	Parnassia palustris		I	I				IV	IV	3			I					
	SC	CD	Pinguicula vulgaris			+				III	II	3			2					
	SC	CD	Tofieldia calyculata		I					III	II	1			r					
	SC	CD	Juncus alpinoarticulatus		r				+	I	III				2	+				
D 7	MA	MOL	Molinia caerulea	V ⁷	V ¹⁹	V ¹⁷	IV ⁹	V ²¹	V ⁹	V ¹⁹	V ¹⁹	2	3	1	5	V ³⁴	V ³²	2	2	
D 8.2	MA		Deschampsia cespitosa	I	r					r	r				1	II	II	4 ³²		
	MA		Dactylis glomerata												r			3		
d 1-3.1 geg. 3.2-8/ d 2.1 geg. 2.2	OX		Vaccinium oxycoccos	III	V	V	IV	IV	+	IV	+		1							
	OX		Sphagnum magellanicum	V	IV	IV	IV	IV	IV	II	I				r	I				
	VP		Vaccinium myrtillus	IV	III	II	II	IV	+	I	r				r	II				
	NC		Calluna vulgaris	V	V	IV	II	V	II	III					II	III		1		
	OX		Vaccinium uliginosum	V	IV	III	II	IV	II	III	+		1		+	I				
d 1-3.1 geg. 3.2-8	OX		Eriophorum vaginatum	IV	V	V	V	III	V	III	r		2	1	r	I				
	OX		Drosera rotundifolia	III	V	IV	V	I	III	V	I			1		II				
	OX		Carex pauciflora	+	I	II	II	I	I	+	r	1								
	VP		Vaccinium vitis-idea	III	+	I			I	II										
	OX		Polytrichum strictum	I	III	II	II	II	I	I						+	I			
d 3/7.1	SC	CD	Bartsia alpina				I		+	V	IV	3		3	III	I	1	1		
	SC	CD	Eriophorum latifolium	+	+	I				IV	IV	1		1	I					
	MA	MOL	Briza media				I		I	III	IV	3		4	IV		2			
	MA	CAL	Valeriana dioica			r	+			III	IV	2	1	5	IV		2			
	SC	CD	Carex flava			r		I		II	III	1		3	III		1			
	SC	CD	Campyllum stellatum			r			+	II	III	3		1	III		3	4		
	SC	CD	Epipactis palustris							I	II	1		4	+		1			
	SC	CD	Primula farinosa						I	I	II				I	I				
	SC	CD	Bellidiastrum michelii							r	II	2		1	II			1		
	SC	CD	Trichophorum alpinum							II	I									
	SC	CD	Carex hostiana							+	I			1	r					
	SC	CD	Dactylorhiza traunsteineri							+	+									

Tab. A1 (Forts.)

			1				2		3			4	5	6	7		8			
			1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3				7.1	7.2	8.1	8.2		
	SC	CD	Swertia perennis			r			I +						r					
	SC	CD	Selaginella selaginoides			r			+ +											
d 2-8 geg. 1, d 1.3																				
	SC		Carex panicea			I I			III V V 3			4			IV I		2			
	MA	MOL	Succisa pratensis			r III I			II II V IV 1			3			III IV		1			
	MA	CAL	Equisetum palustre			+ II I			I III III V 1			2 1			5 V II		2 1			
	MA	CAL	Anthoxanthum odoratum			+ III I			IV V IV III 3			2			V III		2 4			
d 3.2/3.3/7.1																				
	MA	CAL	Crepis paludosa			r			I IV 1			3			IV I		3 1			
	MA	CAL	Trollius europaeus			r +			I III 1			1			III		1 2			
	MA	CAL	Caltha palustis			r I			II			1			IV II		2 1			
	MA	CAL	Galium uliginosum						+ II			1			II I		2			
	MA	CAL	Lotus pedunculatus						r II 2						II		1 1			
	MA	CAL	Myosotis scorpioides			r			r I 1			1			IV		1			
d 7.1 geg. 7.2																				
	MA	CAL	Lychnis flos-cuculi			+			+			2			III I		3			
	MA	CAL	Persicaria bistorta						I			2			III I		4			
	MA		Plantago lanceolata						I 1						III		2 3			
	MA		Cynosurus cristatus						r						II		2 2			
	MA		Holcus lanatus			II			r r			2			III		1 1			
	MA		Rumex acetosa						r						II		2 2			
d 1-7 geg. 8																				
	SC		Trichophorum cespitosum			IV V V V			II IV V IV 2			2 1			1 + III					
Schwerpunkt 1.4																				
	SC	CL	Menyanthes trifoliata			+			II V I II I II			1			I					
Weitere Scheuchzerio-Caricetea																				
	SC		Dactylorhiza maculata			I I IV II			III III IV III 3			2			5 IV III		1			
	SC	CN	Carex echinata			+ II III II			I V IV II 3			2 1			III V		1 1			
	SC		Dactylorhiza fuchsii			+ II +			II I II I						1 II		1			
	SC		Eriophorum angustifolium			+ II +			I II II 1			2			1 I I		1			
	SC	CN	Carex canescens						r +						II I					
	SC	CN	Juncus filiformis						I +			1			+					
	SC	RH	Rhynchospora alba			II II III			III I I +											
	SC	RH	Lycopodiella inundata			I + +			II + +						r II					
Weitere Nardo-Callunetea																				
	NC		Homogyne alpina			+ II			I III II + 1						r					
	NC		Luzula campestris			r			I III			2			II		1			
Weitere Molinion/Calthion																				
	MA	MOL	Potentilla erecta			+ IV V IV			V V V V 2			3 1			5 V V		2 4			
	MA	MOL	Scorzonera humilis			+			II +						r					
	MA	MOL	Gentiana asclepiadea			I			II II						+ I					
	MA	MOL	Linum catharticum						+ II			1					1			
	MA	CAL	Cirsium rivulare			r			r +			2			II		1			
	MA	CAL	Cirsium palustre						I						II		1			
	MA	CAL	Epilobium palustre						r I			2			II		1			
	MA	CAL	Dactylorhiza majalis			II			I II 1			1			1 I		2			
Weitere Molinio-Arrhenatheretea																				
	MA		Ranunculus acris			+			II III			3			IV		3 3			
	MA		Trifolium pratense						+ II			2			III		2 2			
	MA		Poa trivialis			r			r +			1			III		2 4			
	MA		Leontodon hispidus						I			II II 1			I					
	MA		Festuca rubra						r I						II I		2 4			
	MA		Prunella vulgaris			r			I 3			1			III		1			
	MA		Trifolium repens			r			I			1			II		1 2			
	MA		Taraxacum officinale						r r			2			I		2			
	MA		Veronica chamaedrys									2			+		2 1			
	MA		Vicia cracca						r						II		1			
Sonstige Gefäßpflanzen																				
	GEH		Melampyrum pratense			IV II II +			I			I +			1			I I		
	MA		Picea abies			III IV III III			+			I I 1			4			r III		
	MA		Juncus effusus			r I I			V III			II I			1			IV II		
		AA	Veratrum album			I +			+			II II 1			1			II III		
Sonstige Moose																				
			Aulacomnium palustre			II IV			II			V IV			III II 1			1		
			Straminergon stramineum			+ +			I II			I I 2			2			I II		
			Calliergonella cuspidata			III			I			IV +			II III 3			1		
	SC	RH	Sphagnum cuspidatum			I +			II II						1			4 IV II		
			Sphagnum russowii			II II			III			II I						+ II		
			Sphagnum palustre			r			III			I								

Tab. A1 (Forts.)

		1				2		3			4	5	6	7		8	
		1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3				7.1	7.2	8.1	8.2
SC	RH	Sphagnum compactum	r				+			1							
		Sphagnum majus					+	r									
		Sphagnum teres										1					
		Amblyodon dealbatus								r							
		Bryum pseudotriquetrum								r							
		Dicranum scoparium		+													
		Hamatocaulis vernicosus								r							
		Hypnum lindbergii								r							
		Hypnum pratense								r							
		OX															
		Mylia anomala		+													
		Orthothecium rufescens								+							
		Rhacomitrium lanuginosum		r													
		Isoterygiopsis muelleriana								r							

Pflanzensoziologische Einheiten:

OX = Oxycocco-Sphagnetea (Hochmoorbultgesellschaften)
 VP = Vaccinio-Piceetea (oligotraphente Zwergstrauchheiden und Birkenbruchwälder)
 SC = Scheuchzerio-Caricetea (Niedermoor- und Hochmoorschlenkengesellschaften)
 MA = Molinio-Arrhenatheretea (Wirtschaftsgrünland)
 NC = Nardo-Callunetea (Sandheide- und Magerrasengesellschaften)
 P = Phragmitetea (Röhrichtgesellschaften)
 SA = Seslerieteae albicantis (subalpine und alpine Rasengesellschaften)

CD = Caricion davallianae (kalkoligotraphente Kleinseggenrasen)
 RH = Rhynchosporion albae (Schnabelried-Schlenken)
 CL = Caricion lasiocarpae (Fadenseggen-Schwingdecken)
 CN = Caricion nigrae (Wiesenseggen-Gesellschaften)
 MAG = Magnocaricion (Großseggenengesellschaften)
 CAL = Calthion (Sumpfdotterböumen-)Feuchtwiesen
 MOL = Molinion (Pfeifengraswiesen)
 FIL = Filipendulion (Hochstaudenrieder)
 LP = Lolio-Potentillion (Flutrasen-Gesellschaften)
 CF = Caricion ferrugineae (Rostseggen-Rasen)

Vegetationstypen:

- 1 Hochmoorbult-Gesellschaften (Oxycocco-Sphagnetea)
 - 1.1 Latschenkiefern-Hochmoore (Pino rotundatae-Spagnetum)
 - 1.2 Bunte Torfmoosgesellschaft (Sphagnetum medii, typische Ausb.)
 - 1.3 Bunte Torfmoosgesellschaft (Sphagnetum medii, Ausb. mit Carex rostrata)
 - 1.4 Bunte Torfmoosgesellschaft (Sphagnetum medii, Subass. v. Scheuchzeria palustris)
- 2-5 Kleinseggenbestände (Scheuchzerio-Caricetea fuscae)
 - 2 Basenarme Wiesenseggenriede (Caricetum nigrae)
 - 2.1 Ausbildung mit Zwergsträuchern
 - 2.2 typische Ausbildung
 - 3 basenreiche Niedermoore (Caricetum davallianae)
 - 3.1 Ausb. mit Hochmoorarten
 - 3.2 typische Ausb.
 - 3.3 Ausb. mit Beweidungszeigern
 - 4 Schnabelseggenried (Caricetum rostratae)
 - 5 Fadenseggenried (Caricetum lasiocarpae)
 - 6 Röhrichte und Großseggenrieder (Phragmitetea)
 - 6 Rispenseggenried (Caricetum paniculatae)
- 7/8 Wirtschaftsgrünland (Molinio-Arrhenatheretea)
 - 7 Pfeifengraswiesen (Molinion)
 - 7.1 mit Basenzeigern (Gentiano asclepiadeae-Molinietum caeruleae)
 - 7.2 typische Einheit (Junco-Molinietum)
 - 8 Feuchtwiesen (Calthion-Basalgesellschaft)
 - 8.1 typische Ausbildung
 - 8.2 Ausbildung mit Deschampsia cespitosa

Tab. A2
Synthetische Tabelle
Melkcode

			1	2		3	4	5
				2.1	2.2			
		max Höhe Kraut (cm)	45,4	56,7	55,3	68,2	53,3	69,3
		mittlere Höhe Kraut (cm)	11,1	19	20	33,2	17,3	29,6
		max Höhe Baum (cm)	0	0	0	0	0	0
		Deckung Baum (%)	0	0	0	0	0	0
		Deckung Kraut (%)	86	83,4	91,3	77,5	78,3	80,3
		Deckung Moos (%)	55,6	23,9	0,5	6,67	16,7	0
		Deckung Streu (%)	0,89	1,41	3	0,83	6,67	0
		Offenboden (%)	0	3,94	3,75	5	8,33	38
		Überstauung (%)	2,89	14,3	1,25	68,3	6,67	4,5
Soziologie:								
	Klasse	Verband						
Ch 1	SC	CD	Carex davalliana	II	.	.	.	.
Ch 2	MA	CAL	Cirsium oleraceum	.	II 4	.	1	r
Ch 3	SC	CL	Carex rostrata	II	II 1	V	2	III
Ch 4	P	MAG	Carex paniculata	.	r	.	3	.
D1 gegen D2-5	SC	CD	Bartsia alpina	IV	r	1	.	.
	SC	CD	Carex flava	IV	I	.	.	.
	MA	CAL	Valeriana dioica	IV	*	.	2	.
	SC	CD	Primula farinosa	IV	*	.	.	.
	SC	CD	Blysmus compressus	III	.	.	.	.
	SC	CD	Parnassia palustris	II	r	2	1	.
	SC	CD	Dactylorhiza incarnata	II	r	.	.	.
	SC	CD	Pinguicula vulgaris	II	.	.	.	.
	D 2 gegen 3-5	MA	ARH	Carum carvi	IV	III 3	.	1
		AA	Ranunculus aconitifolius	II	II 2	.	.	r
MA		CAL	Trollius europaeus	II	II 4	.	1	.
		AA	Veratrum album	II	I 3	.	.	.
			Allium schoenoprasum	III	I 2	.	.	.
			Petasites hybridus	.	r 2	.	.	*
D 2.1 gegen 2.2	SC	CN	Carex nigra	V	V	.	IV 3	.
	SC		Eriophorum angustifolium	IV	III	.	.	.
	SC		Carex panicea	IV	III	.	* 1	.
D 5	SC	CN	Agrostis canina	.	.	.	.	II
	MA	FIL	Valeriana officinalis	.	.	.	.	II
	MA	LP	Ranunculus repens	.	.	1	*	III
weitere Scheuchzerio-Caricetea			SC		Dactylorhiza maculata	III	* 1	.
Weitere Calthion-Arten			MA	CAL	Caltha palustris	V	V 2	V 3 IV
	MA	CAL	Dactylorhiza majalis	IV	II	.	.	.
	MA	CAL	Calligonella cuspidata	IV	III	.	* 1	.
	MA	CAL	Lotus pedunculatus	III	.	1	.	.
	MA	CAL	Equisetum palustre	IV	IV 2	V	.	r
	MA	CAL	Myosotis scorpioides	II	*	.	* 1	.
	MA	CAL	Persicaria bistorta	II	*	1	.	1 r
Weitere Molinio-Arrhenatheretea			MA		Ranunculus acris	V	III 3	.
	MA		Trifolium repens	V	III 3	*	.	.
	MA		Trifolium pratense	III	II	.	.	.
	MA		Cardamine pratensis	II	II	.	III 1	.
	MA		Anthoxanthum odoratum	II	*	2	*	.
	MA		Alchemilla vulgaris	IV	II 4	.	1	.
Sonstige Arten	MA	MOL	Potentilla erecta	IV	*	.	.	1
	MA	CAL	Galium uliginosum	*	*	.	II	.
			Plagiomnium elatum	IV	III	.	*	1
	SC	CL	Equisetum fluviatile	III	II	.	V 2	III
	MA	MOL	Carex flacca	III	II 2	.	.	.
	MA		Taraxacum officinale agg.	III	I 1	.	.	.
		Trifolium hybridum	III	II	.	*	2	

Vegetationstypen:

- 1 : Basenreiches Niedermoor (Caricetum davallianae)
- 2 : Kohldistel Feuchtwiese (Angelico-Cirsietum oleracei)
- 2.1 : Subassoziation von Carex nigra
- 2.2 : typische Subassoziation
- 3 : Schnabelseggenried (Caricetum rostratae)
- 4 : Rispenseggenried (Caricetum paniculatae)
- 5 : Calthion-Basalgesellschaft

Tab. A2 (Forts.)

Weitere

Gefäßpflanzen:

			1	2		3	4	5
				2.1	2.2			
MA		<i>Agrostis capillaris</i>	.	r	1	.	.	l
		<i>Alchemilla xanthochlora</i>	.	l	.	.	.	.
MA	CAL	<i>Angelica sylvestris</i>	+	.	1	.	.	.
		<i>Anthriscus sylvestris</i>	.	r	.	.	.	.
SA	CF	<i>Astrantia major</i>	r	.	.	.	.	.
SC	CD	<i>Bellidiastrum michelii</i>	r	r	.	.	.	.
		<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	.	.	.	1	.
		<i>Carex capillaris</i>	r	.	.	.	.	.
SC	CD	<i>Carex dioica</i>	r	.	.	.	.	.
SC	CN	<i>Carex echinata</i>	r	.	.	.	.	.
P	MAG	<i>Carex elata</i>	r	.	.	.	.	.
SC	CD	<i>Carex lepidocarpa</i>	r	.	.	.	.	.
SC	RH	<i>Carex limosa</i>	.	r	.	.	.	.
	OX	<i>Carex pauciflora</i>	r	.	.	.	.	.
		<i>Crepis aurea</i>	r	.	.	.	.	.
MA	CAL	<i>Crepis paludosa</i>	l	r	.	.	.	.
MA		<i>Cynosurus cristatus</i>	*	.	.	.	.	.
MA		<i>Dactylis glomerata</i>	.	r	2	.	.	.
SC		<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	r	r	.	.	.	.
MA		<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	r	1	.	.	r
		<i>Elymus repens</i>	.	r	.	.	.	.
SC	CD	<i>Epipactis palustris</i>	+	.	.	.	.	.
MA		<i>Festuca rubra</i>	l	+	.	.	.	.
MA	FIL	<i>Filipendula ulmaria</i>	.	r	.	r	.	.
P		<i>Galium palustre</i>	.	r	.	.	.	.
		<i>Geranium sylvaticum</i>	.	.	1	.	.	.
MA	CAL	<i>Geum rivale</i>	+	+	1	.	.	.
NC		<i>Hieracium lactucella</i>	.	*	.	.	.	.
NC		<i>Homogyne alpina</i>	r	.	1	.	.	.
MA	CAL	<i>Hypericum maculatum</i>	.	r	.	.	.	.
MA	MOL	<i>Listera ovata</i>	r	.	.	.	.	.
		<i>Lotus corniculatus</i>	ll	*	.	.	.	.
		<i>Lotus maritimus</i>	.	r	.	.	.	.
		<i>Luzula luzuloides</i>	l	.	.	.	.	.
MA	CAL	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	+	r	.	.	.	.
MA	LP	<i>Lysimachia nummularia</i>	r	.	1	.	.	.
SC	CL	<i>Menyanthes trifoliata</i>	.	r	.	.	.	.
MA	MOL	<i>Molinia caerulea</i>	*	l	.	.	.	.
SC	CL	<i>Pedicularis palustris</i>	r	.	.	r	.	.
		<i>Pedicularis rostratospicata</i>	.	r	.	.	.	.
NC		<i>Persicaria vivipara</i>	l	r	.	.	.	.
		<i>Phyteuma spicatum</i>	.	.	1	.	.	.
		<i>Plantago atrata</i>	r	.	.	.	.	.
		<i>Plantago intermedia</i>	*	.	.	.	.	.
		<i>Poa alpina</i>	r	r	2	.	.	.
MA		<i>Poa pratensis</i>	ll	+	1	.	1	.
MA	MOL	<i>Polygala vulgaris</i>	.	.	.	.	.	r
		<i>Primula veris</i>	r	.	1	.	.	.
MA		<i>Prunella vulgaris</i>	.	*	.	.	.	.
MA	CAL	<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	.	r	.	.	.	.
SC	CD	<i>Swertia perennis</i>	r	.	.	.	.	.
MA		<i>Taraxacum officinale</i>	*	l	1	.	1	.
		<i>Tozzia alpina</i>	.	.	.	.	.	r
OX		<i>Trichophorum cespitosum</i>	ll	.	.	.	.	.
SC		<i>Triglochin palustre</i>	l	r	.	.	.	.
VP		<i>Vaccinium myrtillus</i>	ll	r	.	.	.	.
OX		<i>Vaccinium uliginosum</i>	+	r	.	.	.	.
OX		<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	.	r	.	.	.	.

Sonstige Moose

		<i>Aulacomnium palustre</i>	*	r	.	.	1	.
		<i>Campyllum stellatum</i>	ll	*	.	.	1	.
		<i>Climacium dendroides</i>	ll	r	.	.	.	.
		<i>Cratoneuron filicinum</i>	r	.	.	.	.	.
		<i>Dicranum bonjeanii</i>	.	r	.	.	.	.
		<i>Drepanocladus aduncus</i>	+	.	.	.	1	.
		<i>Fissidens adianthoides</i>	r	.	.	.	.	.
		<i>Heterocladium dimorphum</i>	.	r	.	.	.	.
		<i>Hylocomium splendens</i>	.	r	.	.	.	.
		<i>Meesia uliginosa</i>	r	.	.	.	.	.
		<i>Sphagnum subnitens</i>	r	.	.	.	.	.
		<i>Straminergon stramineum</i>	.	.	.	r	.	.