

PILOTPROJEKT A2.1 AP SBS

EINDÄMMUNG DES KLIMAWANDELS - NACHHALTIGE NUTZUNGEN HELFEN DEN SCHWEIZER MOOREN

Teilprojekt 2: moorhydrologischer Perimeter



Bassecourt, den 31. Oktober 2025

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Biodiversität und Landschaft, CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: Célien Montavon (CEMeco), Philippe Grosvernier (LIN'eco), Yann Pottier (Marais-tourbières, Emanuel Egger (Natura Consultus), Grégoire Schaub (Natura Consultus)

Autoren/Autorinnen:

Célien Montavon (CEMeco), Emanuel Egger (Natura Consultus), Philippe Grosvernier (LIN'eco)

Gesamtprojektleitung BAFU:

Gian-Reto Walther (Abt. Biodiversität und Landschaft)

Gesamtprojektleitungsunterstützung:

Michael Herrmann (PrivatePublicConsulting), Andreas Scharnowski (PrivatePublicConsulting), Lena Gubler (WSL), Florian Knauss (ETH Zürich)

Begleitgruppe:

Samuel Vogel (BLW), Gudrun Schwilch (BAFU, Abt. Boden), Patricia Gerber-Steinmann (KBNL), Kurt Hollenstein (KOK), Lucas Wettstein (KOLAS), Ariel Bergamini (WSL)

Hinweis: Diese Studie/dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	5
1.1	Pilotprojekt und Teilprojekte	5
1.2	Begriff moorhydrologischer Perimeter	5
2	METHODE	6
2.1	Beteiligung der Kantone	6
2.2	Auswahl der Moore	6
2.2.1	Hydrologische Moortypen	7
2.3	Verwendete Grundlagedaten	8
2.4	Gelieferte Produkte	8
3	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE DER MOOROBJEKTE	9
3.1	Hydrologische Moortypen	9
3.1.1	Region-Jura	10
3.1.2	Region Mittelland	10
3.1.3	Region Alpennordflanke	11
3.1.4	Westliche Zentralalpen	11
3.1.5	Östliche Zentralalpen	11
3.1.6	Alpensüdflanke	12
3.1.7	Hydrologische Moortypen und Diagnose der Funktionsweise des Moores	12
3.2	Hydrologischer Perimeter zur Gewährleistung der hydrologischen Funktionsweise der ökologisch ausreichenden Pufferzone	12
3.2.1	Ausdehnung des hydrologischen Perimeters	12
3.2.2	Ursachen für die Unterschiede zwischen dem moorhydrologischen Hinweisperimeter (Teilprojekt 1) und dem konsolidierten moorhydrologischen Perimeter (Teilprojekt 2)	14
3.2.3	Statistik: Vergleich der Ausdehnung des moorhydrologischen Hinweisperimeters (Teilprojekt 1) und des konsolidierten moorhydrologischen Perimeters (Teilprojekt 2)	16
3.3	Störungsarten	19
3.3.1	Entwässerung	21
3.3.2	Strassen und Wege	21
3.3.3	Veränderung von Wasserläufen	22
3.3.4	Senkung des Grundwasserspiegels	22
3.3.5	Freizeitinfrastrukturen	22
3.3.6	Veränderung des Geländes, Torfabbau	23
3.3.7	Quellenfassung	23
3.3.8	Aufforstung	23
4	INSTRUMENTE UND STAND DER UMSETZUNG IN DEN KANTONEN	25

4.1	Wissensstand in den Kantonen.....	25
4.2	Instrumente der Raumplanung und Wege für die Umsetzung	25
4.3	Mögliche Synergien mit anderen Bereichen für die Umsetzung des hydrologischen Perimeters	26
4.3.1	Moorlandschaften von nationaler Bedeutung.....	26
4.3.2	Grundwasserschutz	26
4.3.3	Karte potentieller Feucht-(Acker-)Flächen in der Schweiz (Agroscope)	28
4.3.4	Ökologische Infrastruktur.....	28
5	BESCHREIBUNG DES PROZESSES UND SCHWIERIGKEITEN SOWIE ANSÄTZE FÜR DIE UMSETZUNG	29
6	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN.....	31
7	LITERATURVERZEICHNIS.....	33
8	ANHÄNGE	35
	ANHANG 1:	37
	ANHANG 2 : PROZESSSCHEMA «ESPACE MARAIS».....	41

1 EINLEITUNG

1.1 PILOTPROJEKT UND TEILPROJEKTE

Der Kontext, in welchem sich das Pilotprojekt A2.1 der Strategie Biodiversität Schweiz einordnet, ist im Gesamtprojektbericht detailliert beschrieben. Das Pilotprojekt ist in 4 separate Teilprojekte unterteilt.

Das Teilprojekt 1 unter der Leitung des Büros geo7 AG bestand darin, mithilfe von GIS-Tools automatisch einen moorhydrologischen Hinweisperimeter für alle Flach- und Hochmoore von nationaler Bedeutung in der Schweiz zu berechnen.

Die im Rahmen des vorliegenden Teilprojekts 2, unter der Leitung des Büros CEMeco - Célien Montavon, durchgeführten Arbeiten hatten zum Ziel, den von geo7 AG abgegrenzten moorhydrologischen Hinweisperimeter für mindestens 25 Objekte, darunter ein überkantonales Objekt, zu konsolidieren. Dazu wurde der moorhydrologische Hinweisperimeter im Büro sowie im Feld überprüft und konsolidiert. Zu diesem Zweck wurde die in Anhang 2 dargestellte Vorgehensweise «Espace Marais» angewendet. Die Einzelheiten dieser Vorgehensweise sind auf der Website www.marais.ch erläutert. Dieser konsolidierte «moorhydrologische Perimeter» sollte als Grundlage für die Abgrenzung der hydrologischen Pufferzone der Moore dienen.

Das Teilprojekt 3 unter der Leitung des Büros Quadra GmbH nutzte die im Rahmen des Teilprojekts 2 erarbeiteten Grundlagen, um sie den lokalen Akteuren in 10 Regionen der Schweiz vorzustellen, wobei der Schwerpunkt auf dem Bereich Landwirtschaft lag. Das Team des Teilprojekts 3 stützte sich dabei auch auf die Ergebnisse aus dem Teilprojekt 4.

Die Arbeit des Teilprojekts 4 unter der Leitung von Agroscope bestand darin, einen Katalog der bestehenden alternativen landwirtschaftlichen Praktiken auf Feuchtstandorten zu erstellen, falls die Umsetzung der hydrologischen Pufferzone eine Wiedervernässung der an das Moorbiotop angrenzenden Flächen erfordert.

1.2 BEGRIFF MOORHYDROLOGISCHER PERIMETER

Der aus dem Rechtstext abgeleitete Begriff «hydrologische Pufferzone» wurde im Laufe des Mandats angepasst. Die Begriffsanpassung ist eine der wesentlichsten Schlussfolgerungen dieses Pilotprojekts und ein wichtiges Ergebnis für die Umsetzung dieser Perimeter. Es wurde nämlich festgestellt, dass der Begriff «Pufferzone» für den Perimeter, der als Grundlage für die Gewährleistung der hydrologischen Funktion der «ökologisch ausreichenden Pufferzone» im Sinne von Art. 3 der Flach- und Hochmoorverordnung dient, nicht geeignet ist.

Es handelt sich in erster Linie um einen Perimeter, in dem Projekte und bestehende Infrastrukturen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den lokalen Gebietswasserhaushalt der Moore zu analysieren sind (Art. 5 Abs. 2 Bst. g Flachmoorverordnung, Bst. e Hochmoorverordnung). Es geht nicht darum, einen äusserlichen sowie schädlichen Einfluss auf die Hydrologie des Biotops zu puffern, sondern eine angemessene Wasserversorgung des Biotops sicherzustellen.

Daher wurde der Begriff konsolidierter «moorhydrologischer Perimeter» vorgeschlagen. Er wurde mit dem BAFU abgesprochen. Die Naturschutzfachstellen der Kantone wurden im Rahmen eines Workshops zum Thema «Umsetzung der hydrologischen Pufferzonen» für die Kommunikationsbedeutung rund um diesen Begriff sensibilisiert.

Neben der Festlegung eines konsolidierten «moorhydrologischen Perimeters» sieht die Vorgehensweise «Espace Marais» auch die Unterstützung der Kantone bei der Umsetzung einer ökologisch ausreichenden Pufferzone vor. Diese Arbeit wurde soweit wie möglich durchgeführt, wobei zu berücksichtigen ist, dass es sich um einen langwierigen Prozess handelt, der im Rahmen eines Pilotprojekts nur schwer realisierbar war.

2 METHODE

Wie in der Einleitung erwähnt, wurde die Vorgehensweise „[Espace Marais](#)“ verwendet, die auf der Website www.marais.ch dokumentiert und in Anhang 2 illustriert ist. Der wichtigste Schritt, der im Rahmen dieses Teilprojekts durchgeführten Expertenarbeit, ist die Bestimmung der hydrologischen Moortypen. Die Identifizierung der hydrologischen Moortypen ermöglicht es, die Funktionsweise der verschiedenen Teile eines Moors zu verstehen und so die Auswirkungen einer gegenwärtigen oder potentiell zukünftigen Störung innerhalb des Gebiets oder in seinem hydrologischen Perimeter zu erfassen.

2.1 BETEILIGUNG DER KANTONE

Eine grosse Mehrheit der Kantone hat sich am Pilotprojekt beteiligt und im Rahmen der Arbeiten des Teilprojekts 2 ein Mooregebiet zur Begutachtung vorgeschlagen: AG, AI, AR, BE, FR, GL, GR, JU, LU, NE, NW, OW, SG, SZ, TG, TI, UR, VD, VS, ZG, ZH,

Die Kantone BS und BL haben keine Moore von nationaler Bedeutung. Die Kantone GE, SO und SH haben nur wenige Objekte und die Umsetzung des Schutzes ist bereits weit fortgeschritten.

Als Verantwortliche für den Schutz der Naturschutzgebiete von nationaler Bedeutung wurden die kantonalen Naturschutzfachstellen als Ansprechpartner für das Projektteam ausgewählt.

2.2 AUSWAHL DER MOORE

26 Standorte mit Mooren von nationaler Bedeutung wurden für eine hydrologische Begutachtung ausgewählt. Diese wurden von den teilnehmenden Kantonen vorgeschlagen. Es wurde jedoch darauf geachtet, dass mindestens ein Moorobjekt pro Kanton und ein überkantonales Objekt (das sich über zwei Kantone erstreckt) berücksichtigt wurden.

Einige dieser Gebiete weisen nur ein einziges Moorobjekt im Sinne der nationalen Inventare auf. Andere setzten sich aus mehreren Moorobjekten zusammen, welche jedoch eine einzige hydrologische Einheit bildeten (Überlagerung des Inventars der Hoch- und Flachmoore, Moore im selben landschaftlichen und hydrologischen Einzugsgebiet). Die Objekte wurden nicht im Sinne der Inventare, sondern im Sinne von funktionellen Biogeozönosen betrachtet (Moorkomplex gemäss Bericht des Teilprojekts 1, siehe [Glossar](#) im Anhang 1).

Insgesamt wurden somit 41 Objekte aus den Inventaren der Hoch- und Flachmoore bearbeitet. Ihre Verteilung auf die verschiedenen biogeografischen Regionen der Schweiz ist in untenstehender Abbildung 1 dargestellt.

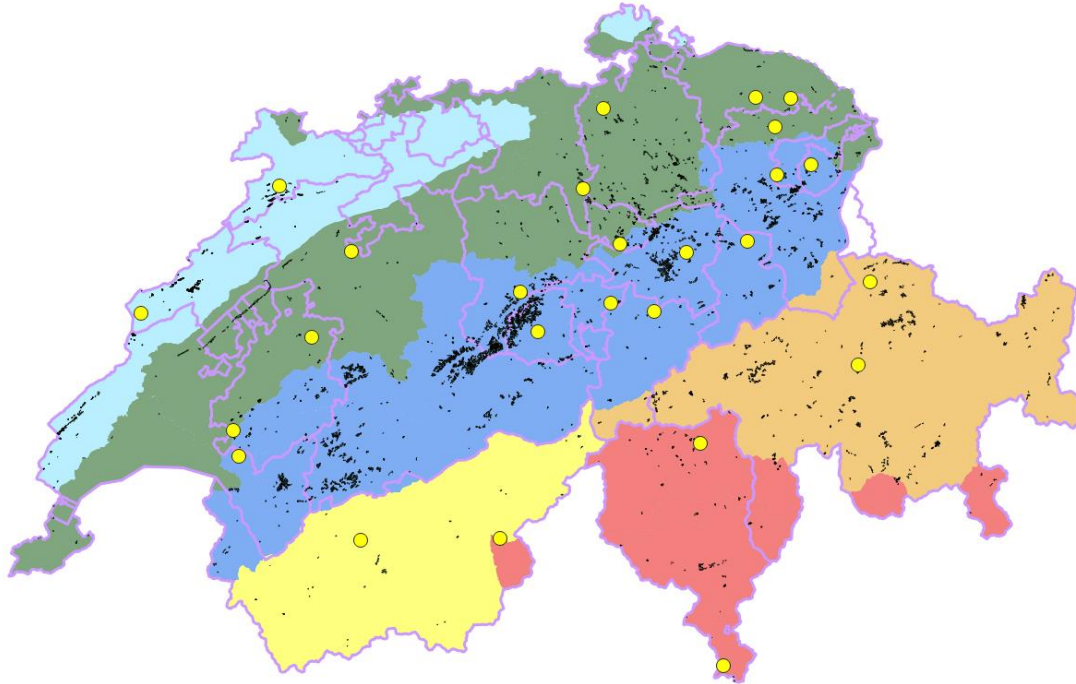


ABBILDUNG 1: LAGE DER AUSGEWÄHLTEN MOORGEBIETE VON NATIONALER BEDEUTUNG IN DEN VERSCHIEDENEN BIOGEOGRAFISCHEN REGIONEN DER SCHWEIZ

In den Kantonen GR, VS und TI wurden zwei Biogeozönosen ausgewählt, da jeder dieser Kantone eine eigenständige biogeografische Region darstellt.

Zwei überkantonale Objekte wurden schlussendlich ausgewählt: Das Objekt Hudelmoos (Flachmoor Nr. 216 + Hochmoor Nr. 135, SG/TG) wird durch die Kantonsgrenze in zwei Teile geteilt, während beim Objekt Les Mosses de la Rogivue (Flachmoor Nr. 1400 + Hochmoor Nr. 60, FR/VD) das Moor auf dem Gebiet des Kantons Waadt und der hydrologische Perimeter auf dem Gebiet des Kantons Freiburg liegt, was den Umsetzungsprozess erheblich verändern kann.

Einige der ausgewählten Moore und ihre Umgebung überschneiden sich mit anderen Spezialperimetern. Dabei galt es zu prüfen, ob Synergien zwischen dem moorhydrologischen Perimeter (hydrologische Pufferzone) und diesen Spezialperimetern möglich sind. So überschneiden sich vier Moorobjekte mit Moorlandschaften von nationaler Bedeutung, fünf überschneiden sich mit Grundwasserschutzgebieten. Agroscope hat eine Karte der potenziellen Feucht-(Acker-)Flächen der Schweiz veröffentlicht (2018). Dabei ging es auch darum, mögliche Synergien zwischen dem moorhydrologischen Perimeter und diesen Flächen mit hohem Wiedervernässungspotenzial zu untersuchen. Ausserdem sollte eine mögliche Synergie mit den Feuchtlebensräume der ökologischen Infrastruktur untersucht werden.

2.2.1 HYDROLOGISCHE MOORTYPEN

Soweit möglich wurden alle wichtigen hydrologischen Moortypen im Sinne des Handbuchs Moorschutz in der Schweiz (Steiner & Grünig 1997) in den jeweiligen biogeografischen Regionen der Schweiz berücksichtigt. Es handelt sich dabei um folgende Typen (siehe [Glossar](#) im Anhang 1):

- Fluviogen (Überflutung)
- Topogen (Versumpfung)
- Soligen (Hangwasser)
- Ombrogen (Regenwasser)
- Limnogen (Verlandung)

Dies konnte teilweise durch die Auswahl komplexer Objekte erreicht werden. Dies trifft insbesondere in den biogeografischen Kantons-Regionen (VS, TI, GR) zu, in denen jeweils nur zwei

Moorbiogeozönosen ausgewählt wurden. Die Berücksichtigung der verschiedenen hydrologischen Moortypen hatte zum Ziel, die potenziellen Unterschiede in der Ausdehnung des hydrologischen Perimeters je nach hydrologischem Moortyp aufzuzeigen. Schweizer Moore bestehen in vielen Fällen aus mehreren Teilen mit unterschiedlichen hydrologischen Typen und sind selten Musterbeispiele für einen bestimmten hydrologischen Typ. Die im Rahmen des Projekts ausgewählten Moore sollten ein repräsentatives Spektrum der hydrogeomorphologischen Objekte der Schweiz bieten.

2.3 VERWENDETE GRUNDLEDGEGEGENSTÄNDE

Der von geo7 AG (Teilprojekt 1) gelieferte moorhydrologische Hinweisperimeter diente als Grundlage für die Abgrenzung des konsolidierten moorhydrologischen Perimeters.

Für die Gutachtertätigkeit wurden Daten von swisstopo und den Kantonen verwendet. Eine Liste dieser Daten ist in jedem einzelnen Moorobjektbericht enthalten.

2.4 GELIEFERTE PRODUKTE

Für jeden der 26 untersuchten Standorte sind die folgenden Produkte nach Verzeichnis geordnet für die betroffenen Kantone verfügbar:

- **Expertenbericht** in Form einer Powerpoint-Präsentation + **Zusammenfassung** als PDF-Format
Der Bericht erläutert die verschiedenen Ergebnisse der einzelnen Phasen der Vorgehensweise «Espace Marais» (Abgrenzung der Moorbiogeozönose im Vergleich zum Inventarperimeter, Charakterisierung der Wassereinzugsgebiete, Bestimmung der hydrologischer Moortypen in der Biogeozönose, Abgrenzung des konsolidierten moorhydrologischen Perimeters, Identifizierung von Störungen im konsolidierten moorhydrologischen Perimeter). Die Zusammenfassung enthält die wichtigsten Elemente des Berichts.
- **Karten** im JPG- oder PDF-Format
Die Karten veranschaulichen die Ergebnisse der verschiedenen Phasen der Vorgehensweise «Espace Marais», die im Bericht behandelt wurden.
- **Datensatz**
Der Datensatz enthält alle GIS-Ebenen im ESRI-Shapefile-Format, die für die Erstellung der Karten verwendet wurden. Das Verzeichnis enthält ausserdem ein Excel-Dokument mit detaillierten Angaben zum Datenmodell der verschiedenen Ebenen.
- **Fotoillustrationen** im JPG-Format (falls verfügbar)
Fotoserie, die bestimmte im Bericht erwähnte Situationen illustriert

3 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE DER MOOROBJEKTE

3.1 HYDROLOGISCHE MOORTYPEN

Ein Beispiel für ein Moor, das aus verschiedenen hydrologischen Typen besteht, ist in untenstehender Abbildung 2 dargestellt. In dieser Form werden die Ergebnisse in den gelieferten Berichten dargestellt. Es handelt sich grösstenteils um ein soligenes Moor (abhängig vom Hangwasser), aber ein Bereich funktioniert anders: Auf dem primären hydrologischen Typ hat sich ombrotrophe Vegetation (siehe [Glossar](#), Anhang 1) entwickelt. Der hydrologische Typ der aktuellen Vegetation dieses Bereichs ist daher sekundär. Das bedeutet, dass die heute vorhandene Vegetation durch Niederschlagswasser versorgt wird, der darunter liegende Torf jedoch weiterhin durch Hangwasser gespeist wird. Dieses Wasser ist notwendig, da sonst der Grundwasserspiegel absinkt. Diese Teile des Moores sind weiterhin auf das Wasser ihres Einzugsgebiets angewiesen.

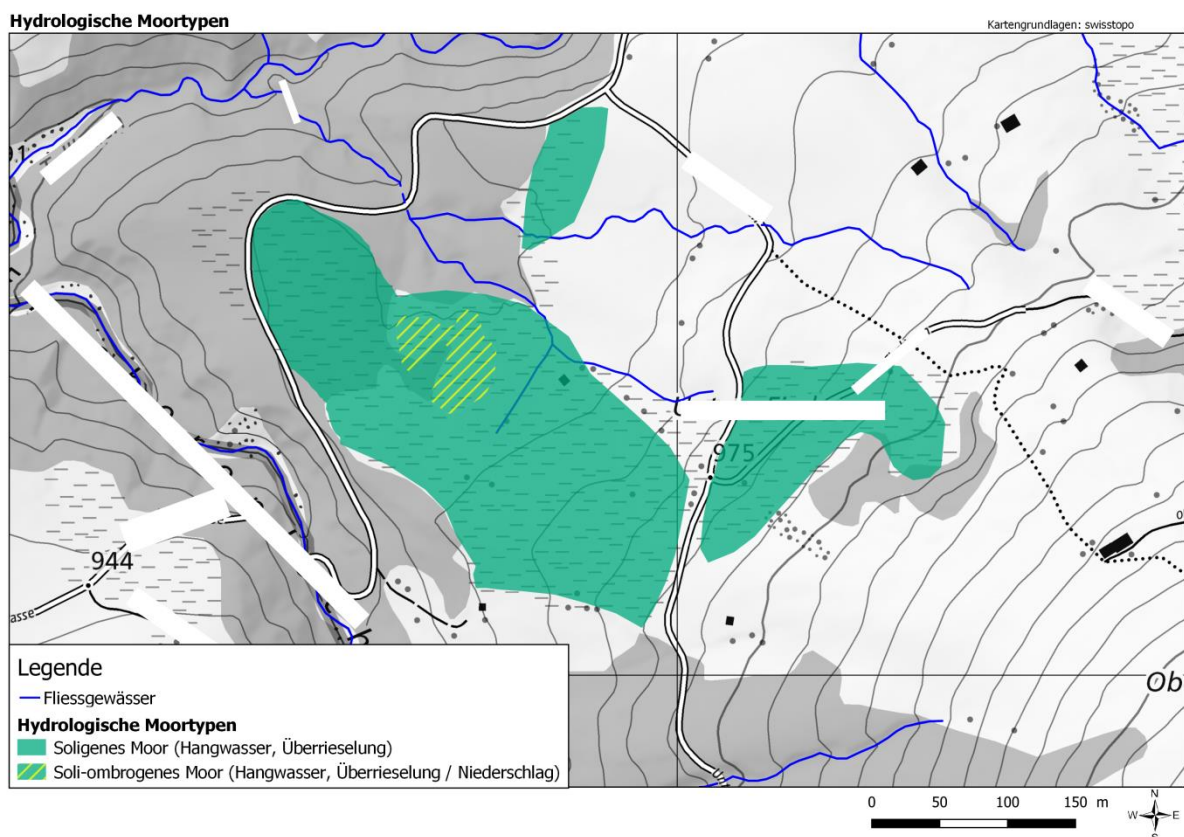


ABBILDUNG 2: DIE OBEN ABGEBILDETE KARTE ZEIGT EIN MOOR, DAS AUS VERSCHIEDENEN HYDROLOGISCHEN TYPEN BESTEHT. DIESE HYDROLOGISCHEN TYPEN SIND IN DER LEGENDE BESCHRIEBEN. ES HANDELT SICH ÜBERWIEGEND UM EIN SOLIGENES MOOR (VERSORGT DURCH HANGWASSER, GRÜNE FARBE), WEIST JEDOCH EINEN BEREICH AUF, IN DEM SICH OMBROTROPHE VEGETATION (VON NIEDERSCHLÄGEN VERSORGT) AUF DEM PRIMÄREN MOOR ENTWICKELT HAT.

Nach unseren Beobachtungen scheinen bestimmte Moorarten in bestimmten biogeografischen Regionen häufiger vorzukommen als in anderen. Die durchgeführten Stichproben lassen jedoch keine wissenschaftlich fundierten Schlussfolgerungen zu: Topogene Moore wurden am Grund von Mulden zwischen den Moränenhügeln der periglazialen Landschaften im östlichen Mittelland gefunden, grosse limnogene Moore kommen im Mittelland vor, fluviogene Moore findet man vorwiegend in den Flusstälern der Alpennordseite und im Zentrum des Mittellandes sowie in der Rhone Ebene, soligene Moore sind am häufigsten und kommen in den Bergen vor und ombrogene Moore dominieren im Jura.

Bestimmte Regionen weisen spezifische Moortypen auf. Die Ergebnisse nach Regionen werden in den entsprechenden Kapiteln untenstehend vorgestellt.

3.1.1 REGION-JURA

4 Kantone erstrecken sich über die biogeografische Region Jura (BE, JU, NE, VD). Der Grossteil der Moore befindet sich in Karstgebieten, sodass es in der Umgebung keine grösseren Fließgewässer und daher auch keine fluviogenen Objekte gibt.

Am Ufer der Orbe im Vallée de Joux gibt es jedoch fluviogene Moore. Der Kanton Waadt hat mit der Vorgehensweise «Espace Marais» bereits einen hydrologischen Perimeter für diese Biotope festgelegt, sodass es nicht sinnvoll war, diese Objekte zu bearbeiten. Die in der Nähe der Moorbiotope vorhandenen Wasserläufe entstehen in der Regel durch die natürliche Entwässerung der Torfkörper der Hochmoore (Vallée des Ponts, Vallée de la Brévine).

Im Jura (Kantone JU und NE) wurden daher zwei ombrogene Hochmoore ausgewählt. Diese Objekte sind jedoch keine reinen ombrogenen Moore. Das ombrotrophe Hochmoor hat sich auf einem Flachmoor entwickelt, sodass es sich überwiegend um ein soli-ombrogenes Objekt handelt (wie im oben abgebildeten Beispiel), welches zumindest teilweise vom Hangwasser abhängig ist.

Die Ausdehnung des konsolidierten hydrologischen Perimeters ist eher klein, da das Einzugsgebiet durch die durchlässigen Kalksteinschichten des Jura, in die das Wasser versickert, begrenzt ist. Im Fall des Neuenburger-Objekts tritt an der Grenze zwischen dem Jura- und dem Kreidekalk Wasser aus verschiedenen Quellen, wodurch eine konstante Wasserversorgung der Moore gewährleistet ist. Das Objekt im Kanton Jura wird ausschliesslich durch Oberflächen- und Untergrundabfluss gespeist, was darauf hindeutet, dass die klimatischen Bedingungen im Jura ausreichend sind (oder waren) für die Entwicklung eines Hangmoores mit einem begrenzten Einzugsgebiet.

3.1.2 REGION MITTELLAND

Die Landschaft des Mittellandes ist durch den Einfluss der Gletscher und der aus den Voralpen kommenden Flüsse geprägt, was sich in den verschiedenen Arten von Mooren widerspiegelt.

Grosse Flüsse wie die Reuss haben Seitenarme gebildet, die nach und nach verlandeten und fluviogene Moore bildeten. Die Talsohlen solcher Flüsse weisen bedeutende Grundwasserleiter und einen normalerweise oberflächennahen Grundwasserspiegel auf. Durch dieses Grundwasservorkommen wird das Moor mit Wasser versorgt, obwohl es vom Flussbett getrennt ist. In solchen Fällen kann das Einzugsgebiet des Flusses so gross sein, dass es bei der Abgrenzung des hydrologischen Perimeters für das Moor nicht berücksichtigt werden kann. In diesem Fall muss der Grundwasserspiegel in der Auenebene so gehalten werden, dass er nahe genug an der Oberfläche liegt und das Moor mit Wasser versorgt.

Andere fluviogene Moore entstehen aus kleineren Flüssen oder Bächen, die aus Moränenablagerungen hervorgehen. In diesem Fall ist die Auendynamik weniger ausgeprägt. In den Senken verwandelt sich der Bach zu einem See, wodurch limnogene Moore entstehen können. In diesem geomorphologischen Kontext befinden sich auch die Moore im Kanton Bern und Zürich. Auch hier ist der Grundwasserspiegel in der Ebene des Wasserlaufs entscheidend.

Die durch die Gletscherbewegungen entstandenen Gletscherseen und Mulden verlanden und bilden limnogene Moore. An bestimmten Stellen kann man hoffen Sölle (oder Kessel aus dem englischen Wort „Kettle“, Topf) zu finden, die durch das Schmelzen von Toteis entstanden sind. Ein solches geomorphologisches Objekt wurde am Standort des Flachmoores Nr. 227 Rüeggetschwiler Moos im Kanton St. Gallen erwartet. Nach einer Begutachtung stellte sich aber heraus, dass das Objekt nicht den Kriterien einer Gletschermühle entsprach. Bei limnogenen Mooren in grossen Gewässern ist die Regulierung des Wasserstandes entscheidend. Bei Mooren, die sich auf kleinen Gewässern entwickeln, spielt das Einzugsgebiet eine wichtige Rolle. Die von geo7 angewandte Methode zur Berechnung der hydrologischen Einzugsgebiete der Biogeozönosen berücksichtigt keine Gewässer, die grösser als 1 ha sind.

Zahlreiche Senken in den Moränenlandschaften füllen sich durch Versumpfung. Moränenhügel sind sehr oft Grundwasserleiter, die am Fuss des Hangs langsam Wasser abgeben. Diese Wasserrückgabe

ist nicht immer konstant, sodass die Senke austrocknet. Wir beobachten daher eine Auffüllung, ohne dass sich ein See bildet. Die Niederschläge, die auf die Moräne fallen, tragen zur Wiederauffüllung dieser Senken mit Wasser bei und versorgen die Moore durch Überrieselung an den Hängen.

3.1.3 REGION ALPENNORDFLANKE

Die meisten der von den Kantonen vorgeschlagenen Objekte auf der Alpennordseite sind soligene Moore (Hangwasser). Dieser Moortyp ist in der biogeografischen Region weit verbreitet. Dies hängt natürlich mit dem Relief zusammen, aber vor allem auch mit dem sehr regenreichen Klima und der Beschaffenheit der Gesteine. Zahlreiche Hangmoore befinden sich auf dem Voirons-Wägital-Komplex, einer Reihe undurchlässiger Flyschschichten (Gurnigel-Flysch (Objekt VD), Schlieren-Flysch, Wägital-Flysch). Einige Moore entwickeln sich auf Wildflysch (Objekt NW). Hangmoore hängen daher oft von ihrem Einzugsgebiet ab. Es gibt jedoch zahlreiche Fälle, in denen Moränenablagerungen und Rutschmassen jeweils als Grundwasserleiter (Objekt LU) oder als Versickerungszonen (Objekte AR, GL, OW) fungieren. Laut den statistischen Analysen der WSL (Küchler, 2018) ist dieser Moortyp derjenige, der in den letzten Jahrzehnten am stärksten ausgetrocknet ist.

Das Objekt im Kanton Waadt ist ein besonderes Hangmoor, da es sich um ein Sattelmoor handelt. Das Wasser von den Hängen fliesst in Richtung einer Wasserscheide und auf beiden Seiten der Wasserscheide bildet sich ein Moor. Das Objekt NE gehört ebenfalls zu diesem hydrologischen Typ.

Das Breitried (SZ) ähnelt den fluviogenen Mooren, die mit grossen Flüssen in Verbindung stehen. Es hängt jedoch von mittelgrossen Flüssen ab, da wir uns am Fusse der Alpen und somit am Anfang des Einzugsgebiets befinden. Wir finden hier ein Moor vor, das mit dem Grundwasserspiegel der Flüsse, aber auch mit einem periglazialen See verbunden ist, in dem die Flüsse ihre Deltas gebildet haben. Heute ist der See künstlich angelegt und erstreckt sich nicht mehr soweit flussaufwärts wie der periglaziale See, aber er spielt sicherlich eine wichtige Rolle für die regionale Hydrologie. Der Fall Breitried ist interessant, da es sich teilweise um ein fluviogenes Moor handelt, das von zwei Flüssen beeinflusst wird. Diese beiden Flüsse funktionieren unterschiedlich: Die Sihl ist ein ruhiger Fluss, der vor seiner Kanalisierung gemächlich durch die Ebene mäanderte. Die Minster hingegen ist ein dynamischer Wildbach, wurde aber ebenfalls kanalisiert. Diese Dynamik spiegelt sich jedoch in den Sedimenten wider, sodass sich das limno-fluviogene Moor auf der Seite der Minster weniger stark entwickelt hat.

3.1.4 WESTLICHE ZENTRALALPEN

Diese Region ist eher trocken. Abgesehen von einigen Überresten ehemals viel ausgedehnter fluviogener Moore, die in der Rhone-Ebene zu finden sind (Objekt BM Nr. 1363 Poutafontana), liegen die meisten Moore in höheren Lagen und sind mit Bergseen verbunden (La Rèche, Lac de Lona, Lac de Champex, Lac de Tsofeiret, Lac de Chanrion, Bonigersee).

Das Objekt Simplonpass/Hopschusee liegt an der Grenze zwischen den westlichen Zentralalpen und der Alpensüdseite. Es handelt sich um ein typisches Hochmoor auf Rundhöcker: Die Einwirkung des Gletschers auf das kristalline Grundgebirge hat eine Abfolge kleiner Hügel und Senken geschaffen, in denen sich die Moorvegetation entwickelt. Im Fall des Simplon können die kleinen Senken Mikro-Biotope vom soligenen, limnogenen, fluviogenen oder topogenen Typ bilden.

Diese Art von Mooren findet man im TI und GR, wo das kristalline Grundgebirge an die Oberfläche tritt (z. B. Bosch de San Remo, San Bernardino-Pass).

3.1.5 ÖSTLICHE ZENTRALALPEN

Graubünden ähnelt dem Wallis in Bezug auf Klima und Geologie. Allerdings fällt im Wallis weniger Niederschlag und es ist sonniger. Dies könnte neben vielen anderen Faktoren, die hier nicht berücksichtigt wurden, den Unterschied in der Dichte der Moore in diesem Gebiet erklären.

Der ausgedehnteste Moor-Komplex (Trimel/Cunggel-Tiefmoor, Faninpass-Ried, Clun, Fidiser Heuberg, Tanail, Fondei) ruht auf undurchlässigem Flysch (Prättigauer Flysch).

In Graubünden und im Tessin hängen die hydrologischen Typen der Moore von der topografischen Lage ab. Auf den ersten Blick scheinen soligene Moore zu überwiegen.

3.1.6 ALPENSÜDFLANKE

Wie das Wallis und Graubünden erstreckt sich auch das Tessin hauptsächlich über kristallines Gestein. Der Süden, in dem sich das untersuchte Objekt «Pre Murin» befindet, liegt jedoch auf Karbonatgestein (Kalkstein, Dolomit). Der Kanton weist ein kontrastreiches Klima auf: warm und sonnig im Süden und in den Höhenlagen im Norden kalt. Dort findet man auch die meisten Moore, darunter die Ebene des Ticino, ein fluviogenes Moor.

Die Niederschläge sind im Tessin ergiebiger als im Wallis und im Graubünden. Besonders ergiebig sind sie rund um das Gotthardmassiv.

3.1.7 HYDROLOGISCHE MOORTYPEN UND DIAGNOSE DER FUNKTIONSWEISE DES MOORES

Die Bestimmung des/der hydrologischen Moortyp(en)s eines Moores ist der wichtigste Schritt der im Rahmen von Teilprojekt 2 durchgeführten Arbeiten. Die Einstufung der Biogeozönose in einen bestimmten hydrologischen Typ ermöglicht es, die hydrologische Funktionsweise des Moores besser zu verstehen. Anhand dieser Diagnose lassen sich die durch Störungen (siehe [Kapitel 3.3](#)) verursachten Wasserdefizite besser begreifen. Zudem können Auswirkungen eines Projekts in der hydrologischen Pufferzone (moorhydrologischen Perimeter, Kapitel 3.2) besser erfasst und begriffen werden.

3.2 HYDROLOGISCHER PERIMETER ZUR GEWÄHRLEISTUNG DER HYDROLOGISCHEN FUNKTIONSWEISE DER ÖKOLOGISCH AUSREICHENDEN PUFFERZONE

3.2.1 AUSDEHNUNG DES HYDROLOGISCHEN PERIMETERS

Gemäss der Vorgehensweise «[Espace Marais](#)» (www.marais.ch) ist der abgegrenzte hydrologische Perimeter in verschiedene Teilflächen unterteilt. Diese sind mehr oder weniger bedeutend und empfindlich gegenüber Störungen. Man unterscheidet folgende Typen:

- Das zu schützende Moorobjekt selbst in Form einer Biogeozönose (=Moorkomplex)
- Flächen, die durch Überrieselung zur Wasserversorgung des Moores beitragen
- Flächen, die einen Wasserlauf speisen, welcher zur Hydrologie des Moores beiträgt
- Flächen, auf denen Wasser versickert und das Moor über Quellen oder Grundwasser speist
- Flächen, die einen Wasserlauf speisen, der die Moorböden erodieren könnte
- Ein sensibler Saum von 25 bis 50 m Breite um die Biogeozönose herum, in dem jegliche Entwässerung und Bodenveränderung verboten sein sollte. Dieser Saum ist weder Teil des Einzugsgebiets (das sich stromabwärts befindet) noch versorgt er das Moor mit Wasser, sondern schützt es vor der Entwässerung.

Die automatische Berechnung des moorhydrologischen Hinweisperimeters mithilfe von GIS-Tools (Ergebnisse von Teilprojekt 1) ermöglicht es, dank einer Optimierung der Algorithmen, die meisten Arten von Flächen und deren Ausdehnung zu unterscheiden. Es ist jedoch nicht möglich Flächen zu identifizieren, in denen Wasser versickert. Diese Identifizierung muss durch eine Expertise der geologischen und hydrogeologischen Karten und einer Feldbegehung (Beobachtung der Vegetation, der Geomorphologie) im Rahmen der Arbeiten des Teilprojekts 2 erfolgen. So kann ein Teil der Flächen, die als topografisches Einzugsgebiet der Moorbiogeozönose identifiziert wurden, nach der Expertise als Infiltrationsfläche umklassifiziert werden. Flächen, in denen Wasser versickert, können zur Wasserversorgung des Moores beitragen oder auch nicht. Im zweiten Fall werden die Flächen einfach aus den Daten ausgeschlossen. Als Beispiel kann das Vallée de Joux (VD) genannt werden, wo das Wasser vom Nordhang des Marchairuz versickert und am Fuss des Hangs in Form von Quellen wieder austritt und die Moorbiootope im Tal speist. Auf der gegenüberliegenden Seite, dem Südhang

des Mont Risoux, versickert das Wasser und fliesst durch den Karst bis zu den Höhlen von Vallorbe. Es trägt nicht zur Versorgung der Moore des Vallée de Joux bei.

Es obliegt den Kantonen, auf Anraten eines Experten, alle oder ein Teil der Flächentypen für die Abgrenzung des umzusetzenden hydrologischen Perimeters zu berücksichtigen. Die Hydrologie von Flächen, in denen Wasser versickert, ist weniger empfindlich als die anderen Wasserversorgungsflächen (klassifizierte Einzugsgebiete). Das grösste Risiko besteht darin, dass sie versiegelt werden und somit kein Wasser mehr versickern kann. Daher ist die Einbeziehung von Versickerungsflächen in städtischen Gebieten sinnvoll, während man beispielsweise in alpinen Gebieten überlegen sollte, ob sie berücksichtigt werden müssen.

Was die Einzugsgebiete von Fliessgewässern mit Erosionsgefahr betrifft, tragen sie nicht zur Wasserversorgung der Biogeozönose bei, können jedoch zu deren Entwässerung beitragen, indem sie die Fliessgewässer in unmittelbarer Nähe des Biotops einschneiden. Daher wird empfohlen diese Flächen in den hydrologischen Perimeter einzubeziehen.

Ein fiktives Beispiel für einen konsolidierten hydrologischen Perimeter, der als Grundlage für die Abgrenzung eines Perimeters dient, der die hydrologische Funktion einer ökologisch ausreichenden Pufferzone für ein Moor gewährleistet, ist in Abbildung 3 dargestellt.

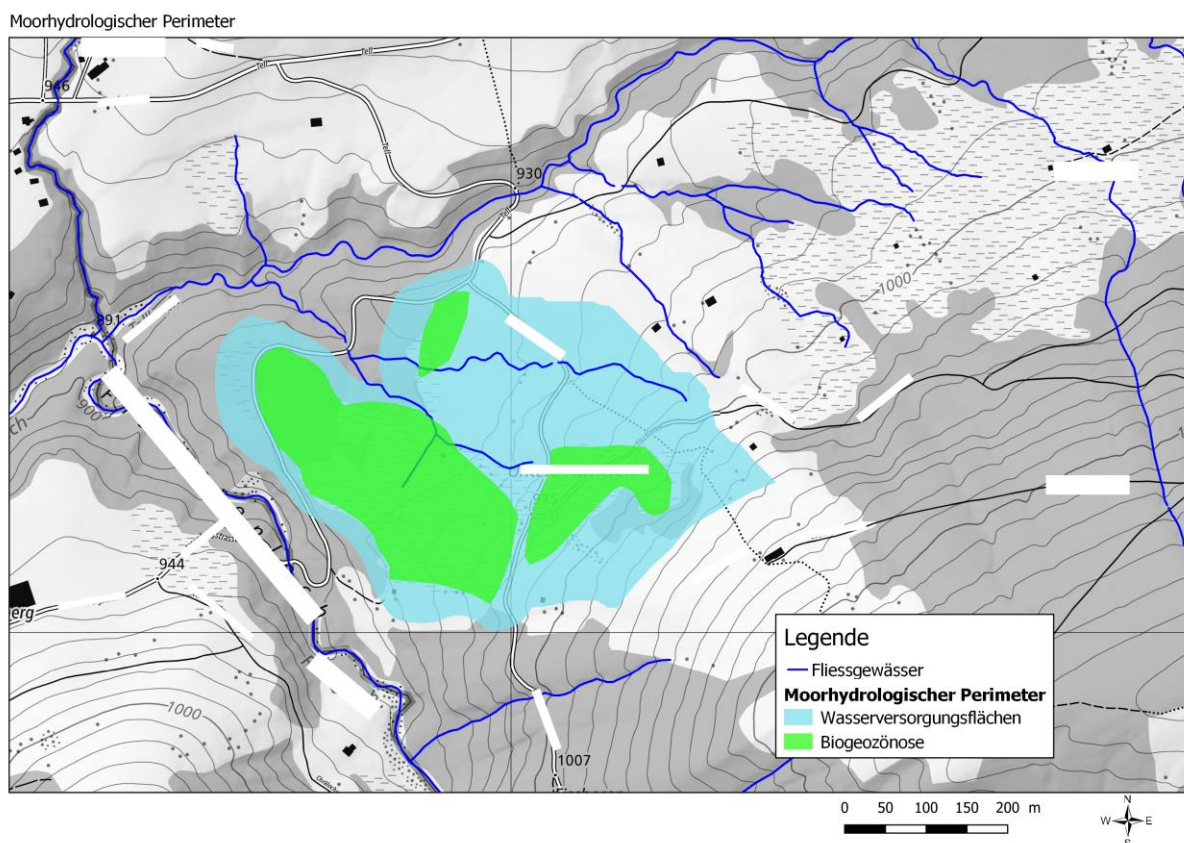


ABBILDUNG 3: DIE OBEN ABGEBILDETE KARTE ZEIGT EIN BEISPIEL FÜR EINEN KONSOLIDIERTEN HYDROLOGISCHEN PERIMETER (IN TÜRKISBLAU), WELCHER FÜR DIE IN GRÜN DARGESTELLTEN BIOGEOZÖNOSE VORGESCHLAGEN WIRD. DIESER PERIMETER LEITET SICH AUS DEN IN ABBILDUNG 4 DARGESTELLTEN KLASIFIZIERTEN EINZUGSGEBIETEN AB. DER HYDROLOGISCHE PERIMETER UNTERSCHIEDET SICH VON DEM DER KLASIFIZIERTEN EINZUGSGEBIETE, DA DIE INFILTRATIONSFLÄCHE IN DIESEM FIKTIVEN BEISPIEL NICHT BEIBEHALTEN WURDE.

Dieser konsolidierte hydrologische Perimeter ergibt sich aus den klassifizierten Einzugsgebieten, welche mit einem GIS berechnet und durch die Arbeit von Experten korrigiert wurden (siehe Abbildung 4 unten links). Auf der Karte der klassifizierten Einzugsgebiete ist eine Infiltrationsfläche zu sehen, die Teil des konsolidierten hydrologischen Perimeters ist. In diesem fiktiven Beispiel wurde diese Fläche im endgültigen hydrologischen Perimeter nicht berücksichtigt (Abbildung 3), da es nicht als sinnvoll erachtet wurde, diese Fläche einzubeziehen.

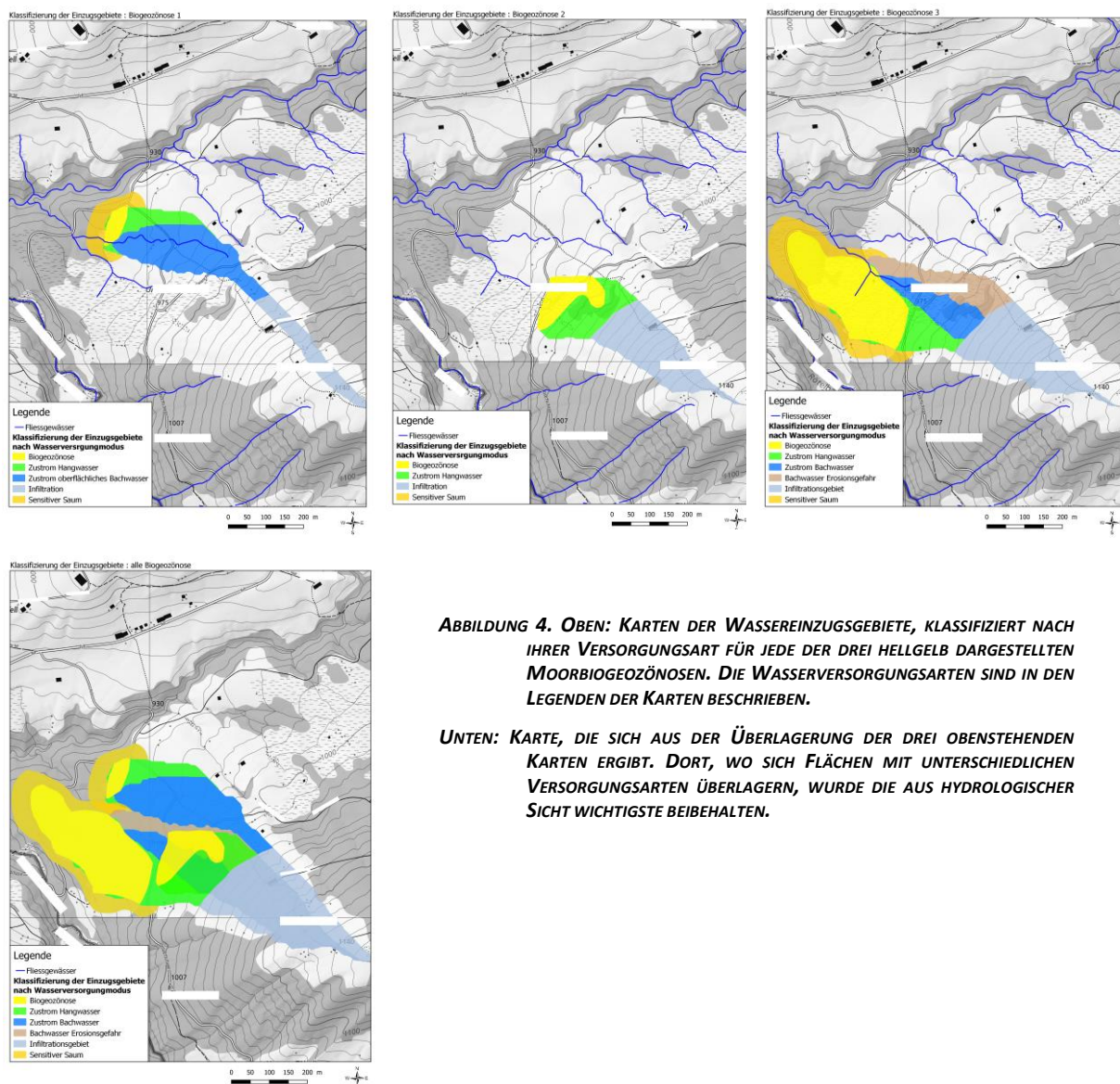


ABBILDUNG 4. OBEN: KARTEN DER WASSEREINZUGSGEBIETE, KLASSIFIZIERT NACH IHRER VERSORGUNGSART FÜR JEDE DER DREI HELLGELB DARGESTELLTEN MOORBIOGEOZÖNOSEN. DIE WASSERVERSORGUNGSARTEN SIND IN DEN LEGENDEN DER KARTEN BESCHRIEBEN.

UNTEN: KARTE, DIE SICH AUS DER ÜBERLAGERUNG DER DREI OBENSTEHENDEN KARTEN ERGIBT. DORT, WO SICH FLÄCHEN MIT UNTERSCHIEDLICHEN VERSORGUNGSARTEN ÜBERLAGERN, WURDE DIE AUS HYDROLOGISCHER SICHT WICHTIGSTE BEIBEHALTEN.

3.2.2 URSACHEN FÜR DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEM MOORHYDROLOGISCHEN HINWEISPERIMETER (TEILPROJEKT 1) UND DEM KONSOLIDIERTEN MOORHYDROLOGISCHEN PERIMETER (TEILPROJEKT 2)

Die Ergebnisse der Arbeiten aus Teilprojekt 1 wurden einer Qualitätskontrolle durch die im Rahmen des Pilotprojekts eingesetzten Experten unterzogen. So wurden alle berechneten moorhydrologischen Hinweisperimeter überprüft um einen zuverlässigen Datensatz zu erhalten, auf den sich das BAFU und die Kantone stützen können.

Die Optimierung der Algorithmen zur Berechnung des moorhydrologischen Hinweisperimeters ermöglicht es genaue Ergebnisse hinsichtlich der Ausdehnung der Einzugsgebiete (klassifizierte Wassereinzugsgebiete) zu erhalten. Eine der Hauptfehlerquellen liegt in der Zuverlässigkeit der Daten, die als Grundlage für die automatische Berechnung verwendet werden, insbesondere das swissTLM3D-Gewässernetz. Der Algorithmus weist Grenzen bei der Unterscheidung zwischen einem echten Wasserlauf und einem Entwässerungsgraben auf, die oft als Wasserläufe kartiert wurden. Dieses Problem konnte jedoch teilweise bereits bei der automatischen Berechnung und teilweise durch die Qualitätskontrolle im Rahmen der Arbeiten des Teilprojekts 1 gelöst werden.

Ein weiteres Problem bei der Verwendung des swissTLM3D-Gewässernetz ist der tatsächliche Verlauf des Fließgewässers, wenn es beispielsweise unterirdisch verlegt wurde. In solchen Fällen wird der Verlauf von swisstopo zwischen dem Eingang der Verrohrung und einem identifizierten Ausgang stromabwärts extrapoliert und interpoliert. Dies entspricht nicht immer der Realität welche vor Ort

überprüft werden muss (Teilprojekt 2), da es Auswirkungen auf die Abgrenzung des hydrologischen Perimeters haben kann.

Ein Beispiel ist in Abbildung 5 dargestellt: Der Bach östlich des Standorts wurde unterirdisch verlegt und fliesst zum Hauptgewässer unterhalb des Moores im sensitiven Saum, sodass er nicht mehr in die Biogeozönose mündet. In Wirklichkeit wurde ein Damm errichtet (Foto), sodass der Wasserlauf nicht mehr wie ursprünglich vorgesehen in das Moor fliesst. Die Moorvegetation ist heute in diesem Bereich verschwunden. Das Einzugsgebiet dieses Wasserlaufs sollte in den moorhydrologischen Perimeter integriert werden.

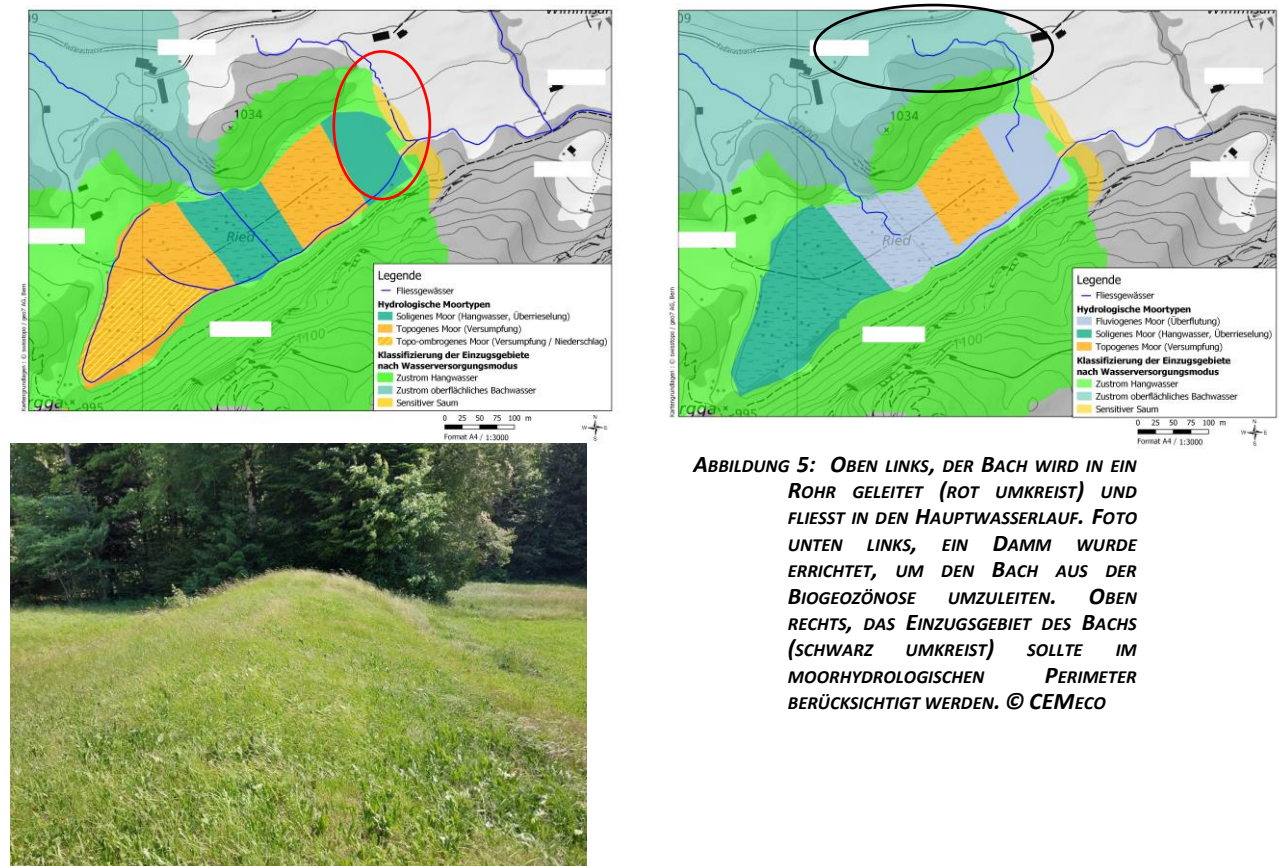


ABBILDUNG 5: OBEN LINKS, DER BACH WIRD IN EIN ROHR GELEITET (ROT UMKREIST) UND FLIESST IN DEN HAUPTWASSERLAUF. FOTO UNTEN LINKS, EIN DAMM WURDE ERRICHTET, UM DEN BACH AUS DER BIOGEOZÖNOSE UMZULEITEN. OBEN RECHTS, DAS EINZUGSGEBIET DES BACHS (SCHWARZ UMKREIST) SOLLTE IM MOORHYDROLOGISCHEN PERIMETER BERÜCKSICHTIGT WERDEN. © CEMECO

Ein weiteres Beispiel ist in Abbildung 6 dargestellt: Der mit einer rosa gestrichelten Linie dargestellte Bach, dessen Verlauf aus swissTLM3D-Gewässernetz stammt, existiert nicht. In Wirklichkeit handelt es sich um einen von Vieh genutzten Pfad, der von buschiger Vegetation gesäumt ist. Der tatsächliche Wasserlauf ist violett dargestellt. Dies verfälscht die automatische Berechnung der Einzugsgebiete vollständig.

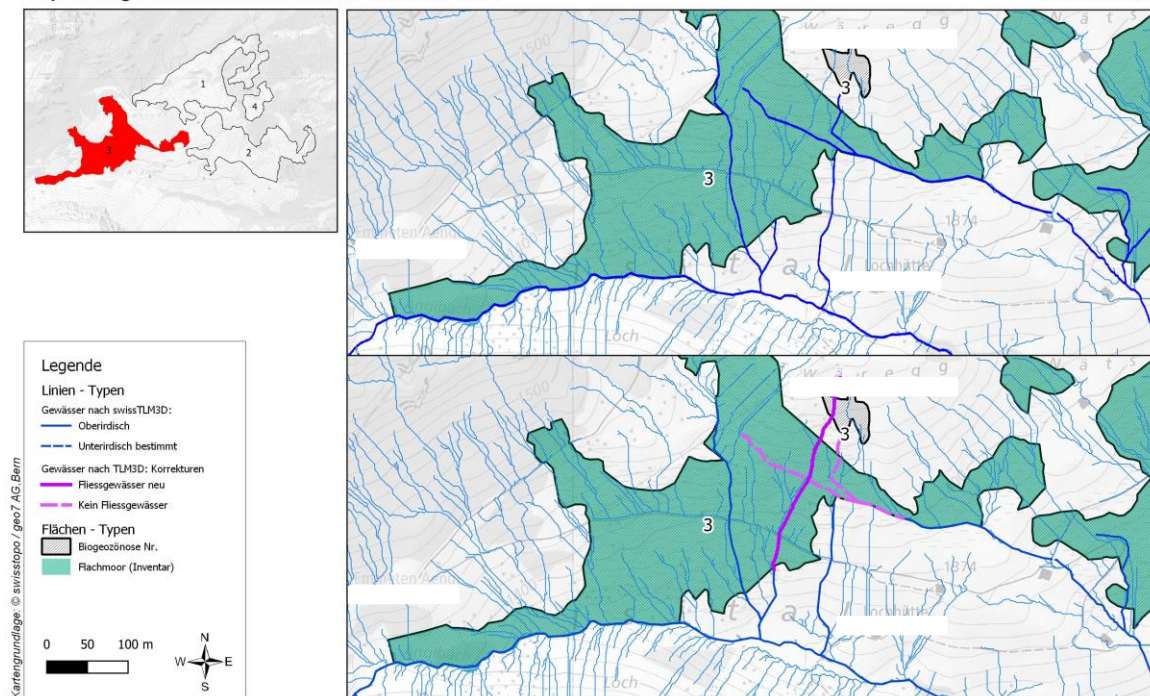


ABBILDUNG 6: OBEN RECHTS, DIE DATEN VON SWISSTLM3D-GEWÄSSERNETZ. UNTEN RECHTS, DIE VOR ORT FESTGESTELLTEN FEHLER. DER ROSA GESTRICHELT DARGESTELLTE BACHVERLAUF EXISTIERT NICHT. DER TATSÄCHLICHE BACHVERLAUF IST IN VIOLETT DARGESTELLT.

Eine Lösung für dieses Problem wäre, für die automatische Berechnung genauere als swissTLM3D-Gewässernetz zu haben. Einige Kantone verfügen über genauere Daten, aber nicht alle. Daher bleibt eine Besichtigung vor Ort das beste Mittel, um diese Ungenauigkeit auszugleichen.

3.2.3 STATISTIK: VERGLEICH DER AUSDEHNUNG DES MOORHYDROLOGISCHEN HINWEISPERIMETERS (TEILPROJEKT 1) UND DES KONSOLIDierten MOORHYDROLOGISCHEN PERIMETERS (TEILPROJEKT 2)

Es wurde erwartet, dass die verschiedenen Methoden zur Abgrenzung des hydrologischen Perimeters der Moore dazu führen würden, dass der moorhydrologische Hinweisperimeter (Teilprojekt 1) kleiner ist als der des topografischen Einzugsgebiets und dass wiederum der konsolidierte moorhydrologische Perimeter (Teilprojekt 2) kleiner ist als der moorhydrologische Hinweisperimeter.

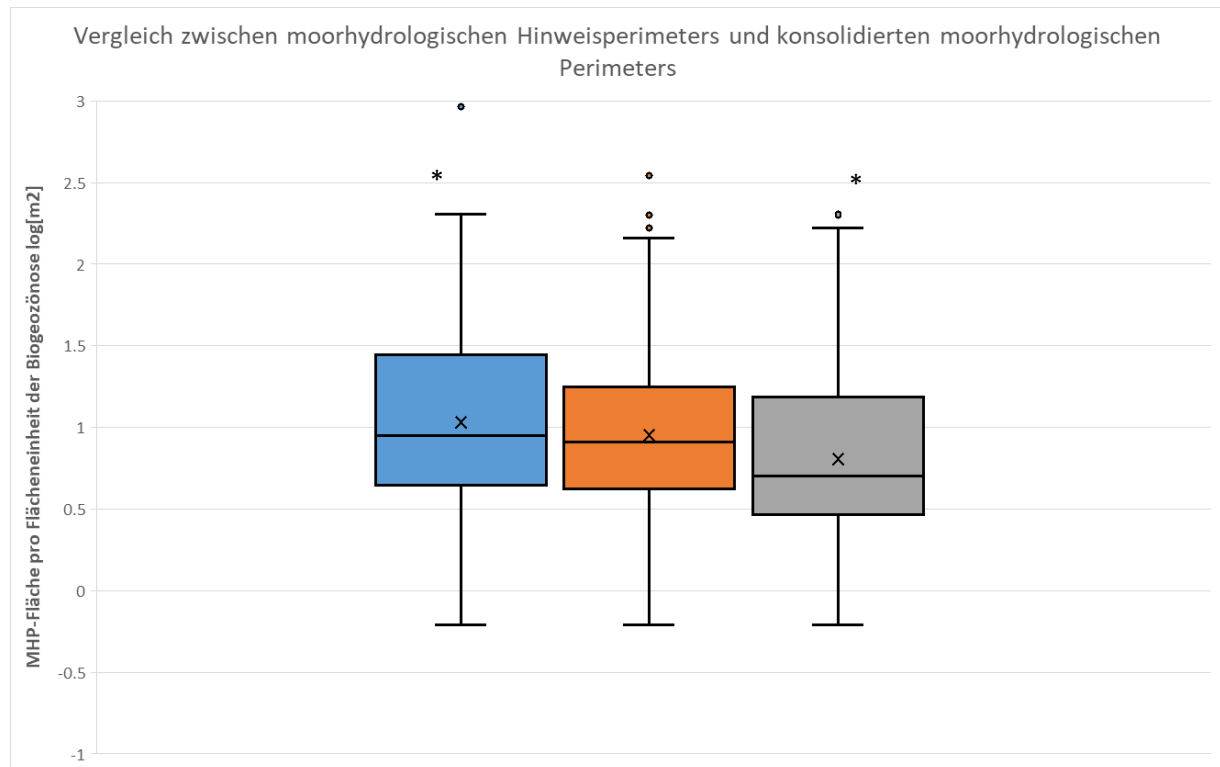
Ebenso hätte man erwarten können, dass bestimmte hydrologische Moortypen einen kleineren hydrologischen Perimeter erfordern als andere. Dies trifft für bestimmte Musterbeispiele zu. Die meisten Objekte sind jedoch komplex und bestehen aus mehreren Teilgebieten mit unterschiedlicher hydrologischer Funktionsweise. Dabei benötigen einige Biogeozönosen Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet, andere werden aus dem Grundwasser gespeist oder benötigen nur Niederschläge.

Für die statistischen Berechnungen wurden die hydrologischen Perimeter der jeweiligen hydrologischen Moortypen der entsprechenden Biogeozönosen berücksichtigt. Die Flächen dieser hydrologischen Perimeter wurden durch die Oberflächen der versorgenden hydrologischen Moortypen geteilt. Auf diese Weise kann die Fläche der hydrologischen Perimeter gleichgrosser Oberflächen verglichen werden.

Die Ausdehnung des moorhydrologischen Hinweisperimeters (Ergebnis Teilprojekt 1) unterscheidet sich nur geringfügig vom konsolidierten moorhydrologischen Perimeter (Ergebnis Teilprojekt 2) (Grafik 1, blaue und orange Box). Dies hängt damit zusammen, dass eine Qualitätskontrolle der Ergebnisse von Teilprojekt 1 durchgeführt wurde. Die Unterschiede sind auf bestimmte Beobachtungen vor Ort oder durch eine eingehende Untersuchung der Basisdaten zurückzuführen.

Die Ergebnisse von Teilprojekt 1 stellen daher bereits eine gute Grundlage für den hydrologischen Perimeter dar.

Aufgrund der oben genannten Punkte stellt sich die Frage, ob die Wasserversorgungsgebiete, in denen das Wasser versickert, im hydrologischen Perimeter berücksichtigt werden müssen (Kapitel [3.2.1](#)). Werden diese Gebiete aus dem hydrologischen Perimeter ausgeschlossen, ist die Differenz zwischen der Fläche des moorhydrologischen Hinweisperimeters und der Fläche des konsolidierten moorhydrologischen Perimeters grösser (Grafik 1, blau und grauer Kasten). Gemäss den durchgeführten statistischen Tests ist der Unterschied in diesem Fall signifikant (ANOVA, $p=0.02$).



GRAFIK 1: *BLAUER BOXPLOT: MOORHYDROLOGISCHER HINWEISPERIMETER (N=73. MEDIANE : 0.95). ORANGER BOXPLOT: KONSOLIDIRTER MOORHYDROLOGISCHER PERIMETER (N=73. MEDIANE : 0.912). GRAUER BOXPLOT: KONSOLIDIRTER MOORHYDROLOGISCHER PERIMETER OHNE INFILTRATIONSEINZUGSGEBIETE (N=73. MEDIANE : 0.7).*

Es sind die fluviogenen Moore (Überflutungsmoore), die die grössten hydrologischen Perimeter aufweisen (Grafik 2, blaue Box). Dies ist nicht überraschend, da bei ihnen die Einzugsgebiete der sie speisenden Gewässer berücksichtigt werden müssen. Der hydrologische Perimeter dieser Objekte ist deutlich grösser als der von soligenen und limnogenen Mooren (ANOVA, jeweils $P=0.0008$ und 0.014).

Entgegen der allgemeinen Annahme weisen die soligenen Moore (Hangmoore) einen relativ kleinen hydrologischen Perimeter auf (Grafik 2, orange Box). Man hätte eigentlich erwarten können, dass Moore, die durch Hangwasser gespeist werden, ein grosses Einzugsgebiet benötigen. Dies hängt möglicherweise damit zusammen, dass sich viele recht ausgedehnte Hangmoore auf oder unterhalb von Geröllmassen entwickeln, die in der Regel wassergesättigt sind, deren Ausdehnung jedoch begrenzt ist.

Limnogene Moore (Verlandungsmoore) haben die kleinsten hydrologischen Perimeter (Grafik 2, gelbe Box). In diesem Fall hängt die Moorvegetation vom Wasserstand ab und es reicht aus, diesen aufrechtzuerhalten, damit das System funktionsfähig bleibt.

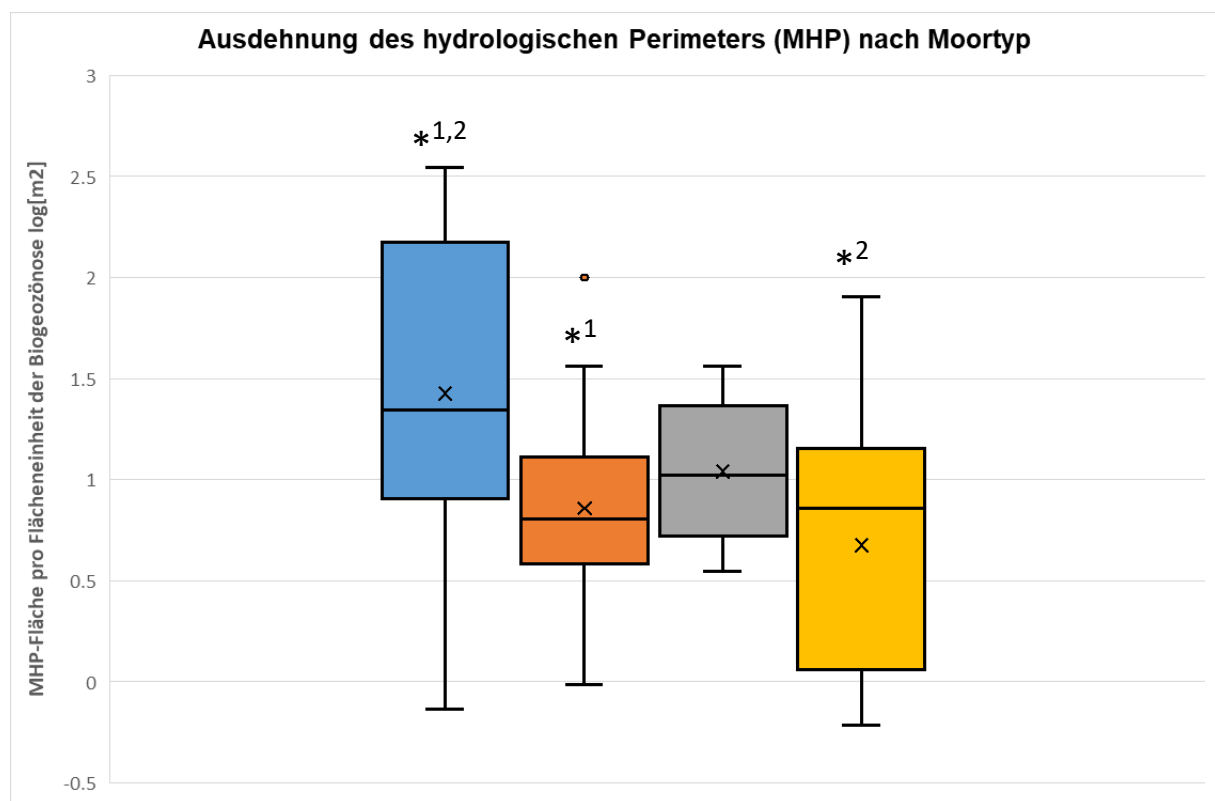
Fälle von limnogenen Mooren, die sich auf ausgedehnten Seen von über 1 ha (z. B. SZ, GR) entwickeln, haben einen hydrologischen Perimeter von nahezu null, da die Aufrechterhaltung des Wasserstands in der Regel durch die Regulierung des Sees beim Ausfluss bestimmt wird. Die

Berücksichtigung eines sehr ausgedehnten Einzugsgebiets ist daher überflüssig. Ein sensibler Saum um das Objekt herum schützt vor Entwässerung, wo es nicht mit dem Gewässer in Kontakt steht. Der Pegelstand des Sees wird in Form eines Saums dargestellt und ist hinsichtlich seiner Fläche nicht relevant. Gleiches gilt für Moore, die auf einem Grundwasserspiegel im Talboden liegen.

Die topogenen Moore (Versumpfungsmoore, (Grafik 2, graue Box)) weisen hydrologische Perimeter mittlerer Grösse auf. Allerdings sind diese Gebiete in den Stichproben am wenigsten vertreten (n=6). Die Stichproben sind möglicherweise nicht besonders repräsentativ.

Die ombrogenen Moore (Regenmoore) wurden bewusst aus der Statistik ausgeschlossen, da es sich in den meisten Fällen um Hybridtypen handelt (z. B. soli-ombrogen, limno-ombrogen usw.). Sie stellen daher eher einen Begleittyp als einen reinen ombrogenen Typ dar. Übrigens ist zu erwarten, dass rein ombrogene Objekte keinen hydrologischen Perimeter benötigen, abgesehen von einem sensiblen Saum (Pufferzone von 25-50 m Breite um das Objekt herum).

Nur ein einziges untersuchtes Moorobjekt wies eine Oberfläche auf, die als rein ombrogen bezeichnet werden kann. Im Jura sind zahlreiche Hochmoore von Dolinen umgeben und haben keine Einzugsgebiete (z. B. HM Nr. 3, Moor von Chaux-des-Breuleux).

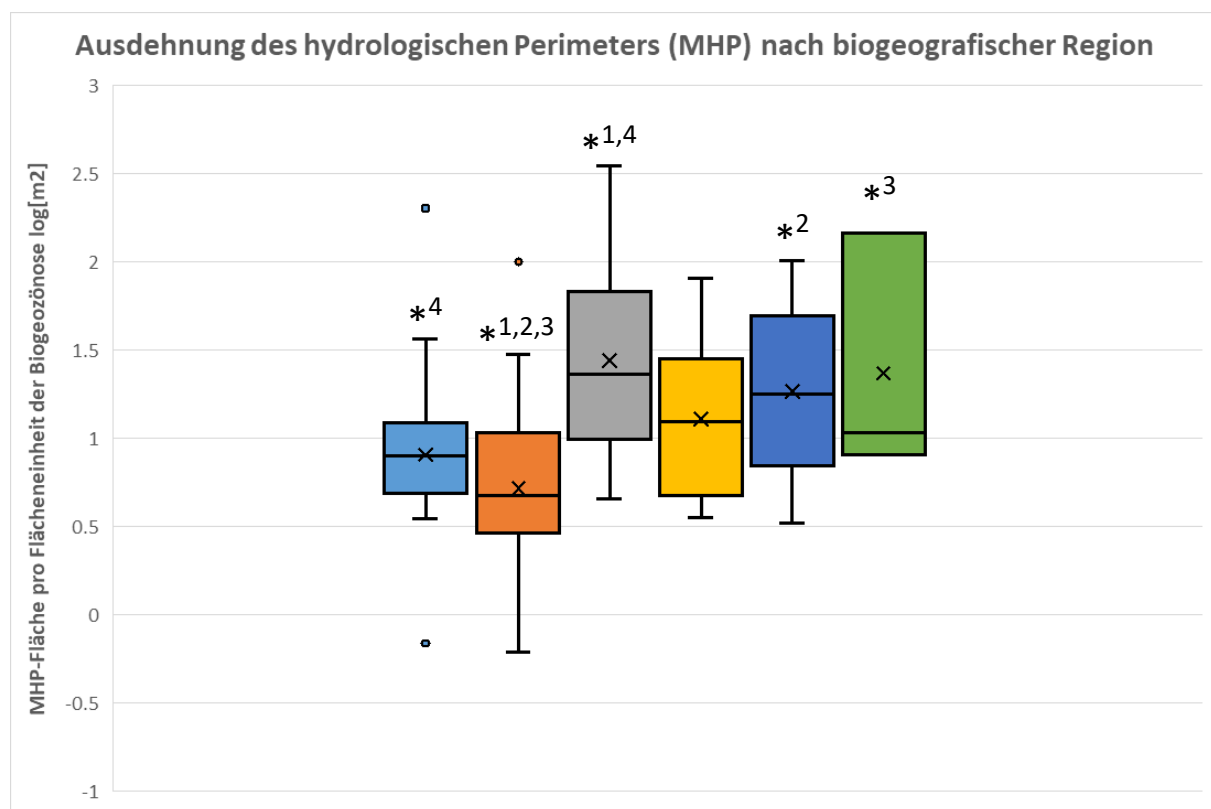


GRAFIK 2: **BLAUER BOXPLOT:** HYDROLOGISCHER PERIMETER VON FLUVIOGENEN MOOREN (N=14. MEDIANE : 1.34). **ORANGER BOXPLOT:** HYDROLOGISCHER PERIMETER VON SOLIGENEN MOOREN (=41. MEDIANE : 0.8). **GRAUER BOXPLOT:** HYDROLOGISCHER PERIMETER VON TOPOGENEN MOOREN (N=6. MEDIANE : 1.02). **GELBER BOXPLOT:** HYDROLOGISCHER PERIMETER VON LIMNOGENEN MOOREN (N=13. MEDIANE : 0.86).

Es fällt auf, dass die hydrologischen Perimeter in den alpinen biogeografischen Regionen grösser sind (Grafik 3, graue Box = Östliche Zentralalpen, dunkelblaue Box = Alpensüdflanke, grüne Box = Westliche Zentralalpen). Der Alpensüdhang und die westlichen Zentralalpen weisen indes nur wenige Proben auf (n=3). Aus diesem Grund hängt die Ausdehnung des hydrologischen Perimeters stark vom ausgewählten Moorobjekt ab. Das Objekt Heidsee/Pedra Grossa (Flachmoor Nr. 783, Ostalpen) erstreckt sich beispielsweise in kleinen Flecken über einen ganzen Berghang. Es hat daher ein sehr ausgedehntes Einzugsgebiet und somit einen sehr grossen hydrologischen Perimeter.

Die Ausdehnung des hydrologischen Perimeters pro Moorflächeneinheit unterscheidet sich deutlich zwischen der Region auf der Alpennordseite und den anderen Alpenregionen (östliche Zentralalpen, $p = 0.0003$; westliche Zentralalpen, $p = 0.034$; Alpensüdseite, $P = 0.023$). Die Interpretation dieser Ergebnisse ist schwierig, zumal die drei südlichen Alpenregionen nur wenige Proben umfassen. Dies lässt sich möglicherweise durch den Klimafaktor erklären. Die Alpennordseite erhält deutlich mehr Niederschläge als die anderen Regionen. Daher benötigt eine Moorflächeneinheit auf der Alpennordseite ein weniger ausgedehntes Einzugsgebiet als in den anderen Regionen.

Der Jura (Grafik 3, gelbe Box) weist einen relativ niedrigen Medianwert auf, aber die Ausdehnung des Boxplots wird durch einen einzigen Wert beeinflusst. Das untersuchte Objekt (Flachmoor Nr. 1300, Hochmoor Nr. 6) ist nicht das repräsentativste für die Mooregebiete der biogeografischen Region, da es ein relativ ausgedehntes Einzugsgebiet hat, das jedoch durch Karst begrenzt ist. Es wurde als nicht sehr sinnvoll erachtet, ein Moorobjekt ohne Einzugsgebiet zu wählen, wie es bei vielen Objekten in der Region der Fall ist. Daher ist für diese Region eine geringere durchschnittliche Ausdehnung des hydrologischen Perimeters pro Flächeneinheit des entsprechenden hydrologischen Moortyps zu erwarten.



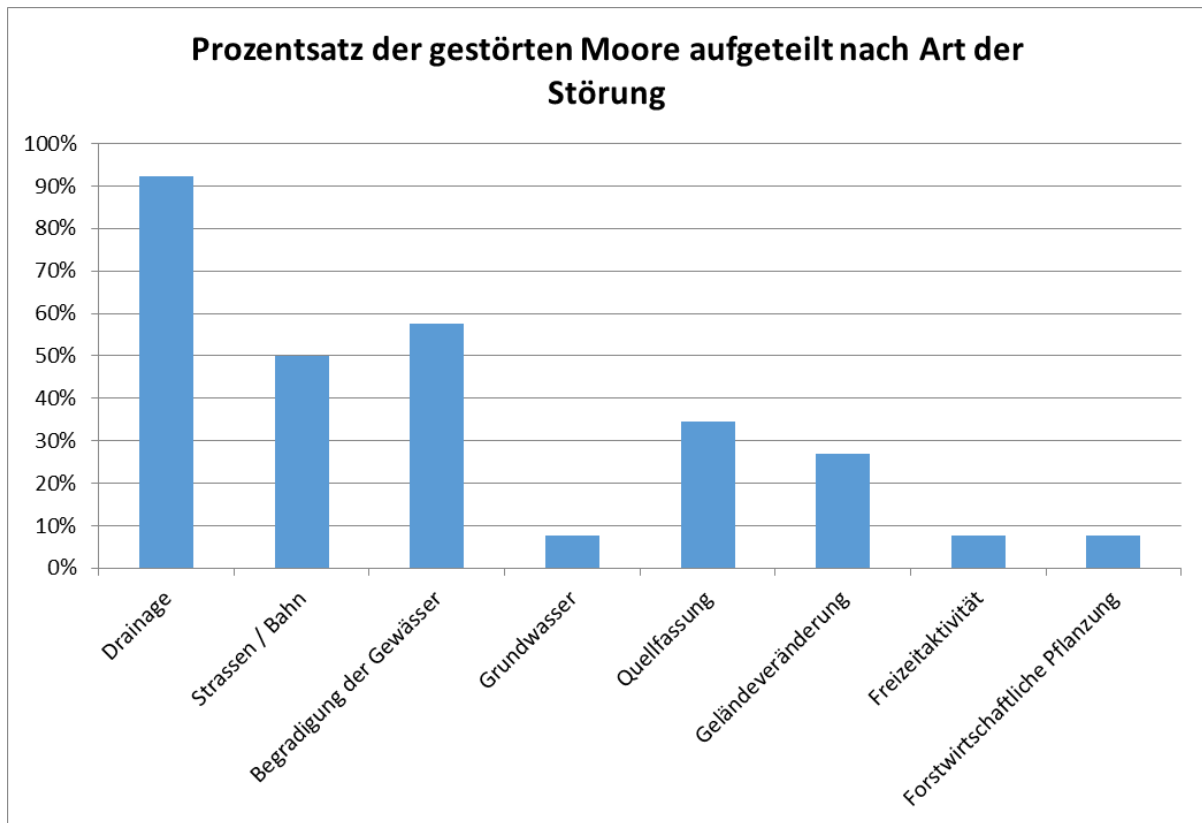
GRAFIK 3: HELLBLAUER BOXPLOT: HYDROLOGISCHER PERIMETER VON MOORGEBIETEN IM MITTELLAND ($N=16$. MEDIANE : 0.9). ORANGER BOXPLOT: HYDROLOGISCHER PERIMETER VON MOORGEBIETEN DER ALPENNORDSEITE ($N=33$. MEDIANE : 0.68). GRAUER BOXPLOT: HYDROLOGISCHER PERIMETER VON MOORGEBIETEN DER ÖSTLICHEN ZENTRALALPEN ($N=10$. MEDIANE : 1.36). GELBER BOXPLOT: HYDROLOGISCHER PERIMETER VON MOORGEBIETEN DES JURAS ($N=6$. MEDIANE : 1.09). DUNKELBLAUER BOXPLOT: HYDROLOGISCHER PERIMETER VON MOORGEBIETEN DER ALPENSÜDSEITE ($N=5$. MEDIANE : 1.25). GRÜNER BOXPLOT: HYDROLOGISCHER PERIMETER VON MOORGEBIETEN DER WESTLICHEN ZENTRALALPEN ($N=3$. MEDIANE : 1.03).

3.3 STÖRUNGSARTEN

Das Ausmass der Auswirkungen einer Störung auf das lokale Wasserregime im hydrologischen Perimeter des Moores hängt vor allem vom hydrologischen Moortyp ab. Im Allgemeinen führt aber das Vorhandensein einer Infrastruktur wie einer Strasse oder einem Weg oft zu Veränderungen, die sich unabhängig vom Moortyp nachteilig auf die Funktion des Moores auswirken.

Laut der statistischen Studie der WSL (Küchler et al., 2018) sind ombrogene und soligene Moore am empfindlichsten gegenüber Infrastrukturen in einem Umkreis von 50 m. Innerhalb des Biotops selbst hat eine Störung sehr oft eine deutliche Auswirkung.

Die untenstehende Grafik 4 gibt Auskunft über die Häufigkeit von Störungen im hydrologischen Perimeter in den untersuchten Objekten. Dabei fällt auf, dass die meisten untersuchten Objekte von Entwässerungsmassnahmen betroffen sind (92 %). 58 % der Objekte weisen in ihrem hydrologischen Perimeter einen Wasserlauf auf, dessen Bett verändert wurde und somit die Wasserversorgung beeinträchtigt. 50 % sind durch einen Weg oder eine Strasse beeinträchtigt. Diese drei Arten von Störungen sind bei weitem am häufigsten. Es folgen Quelfassungen (35%) und Geländeänderungen (27 %).



GRAFIK 4: AUFTRETENSHÄUFIGKEIT VON STÖRUNGSARTEN MIT AUSWIRKUNGEN AUF DIE HYDROLOGIE DER MOORE IN DEN 26 UNTERSUCHTEN MOOREGEBIETEN.

Ein Beispiel für eine Störungskarte ist in untenstehender Abbildung 7 dargestellt. Die Karte enthält Beispiele für die häufigsten Störungen, nämlich:

- Entwässerung
- Strassen und Wege

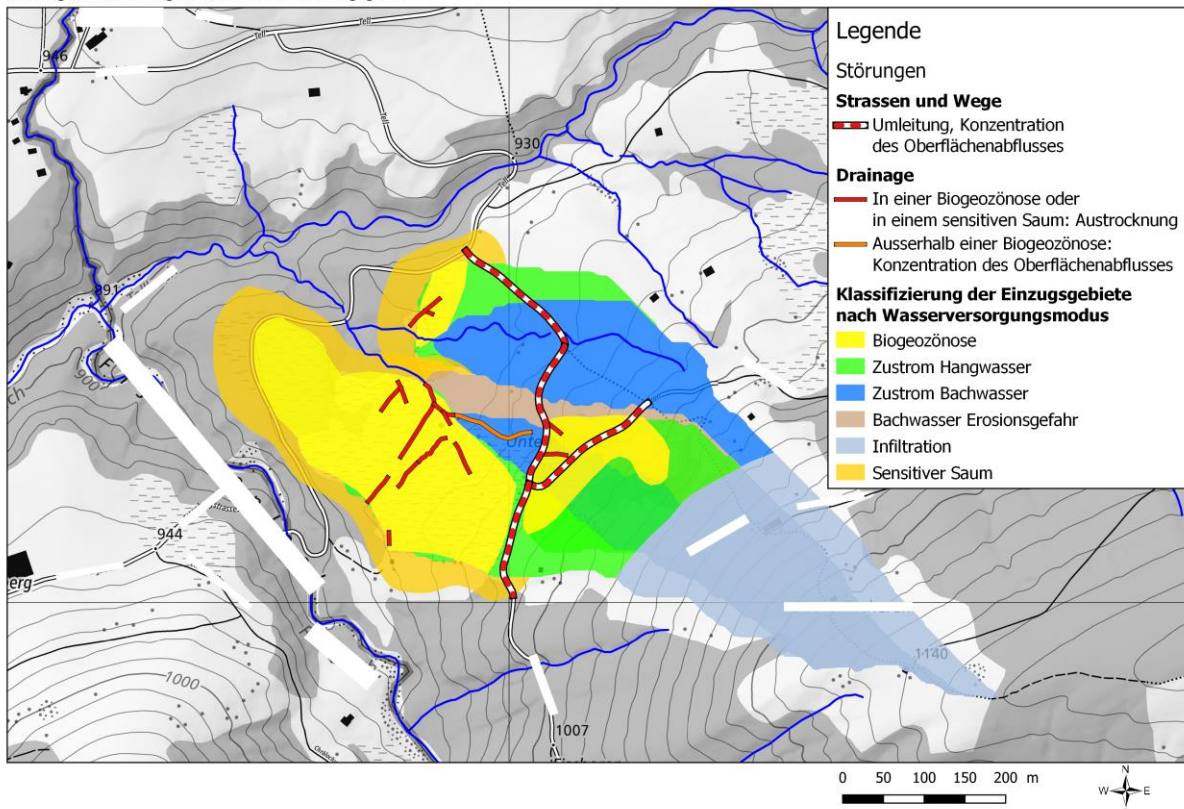


ABBILDUNG 7: DARSTELLUNG DER VERSCHIEDENEN ARTEN VON STÖRUNGEN, DIE IM HYDROLOGISCHEN PERIMETER DES MOORES AUFTRETEN KÖNNEN. IHRE BESCHREIBUNG IST IN DER LEGENDE DER KARTE ENTHALTEN.

Die folgenden kurzen Beschreibungen erläutern, wie die verschiedenen Arten der identifizierten Störungen die hydrologische Funktionsweise des Moores beeinträchtigen.

3.3.1 ENTWÄSSERUNG

Fast alle untersuchten Objekte sind von den Auswirkungen der Entwässerung in ihrem hydrologischen Einzugsgebiet betroffen, entweder in der Biogeozönose selbst oder in dessen Wasserversorgungsgebiet. In den Mooren hat die Entwässerung vor allem eine Austrocknung zur Folge. Im Wasserversorgungsgebiet kann die Entwässerung mehrere Auswirkungen haben:

- Umleitung des Wassers aus dem Wasserversorgungsgebiet und damit verbundene Versorgungsdefizit.
- Zusätzliche Wasserzufuhr in das Wasserversorgungsgebiet mit der Gefahr der Erosion in der Biogeozönose. Dies geschieht vorwiegend, wenn das Wasser konzentriert ins Moor geleitet wird.
- Wasserumleitung und Konzentration innerhalb des Wasserversorgungsgebiet. Wo ein Defizit auftritt, trocknet die Biogeozönose aus und wo das Wasser konzentriert wird, besteht eine Erosionsgefahr.

3.3.2 STRASSEN UND WEGE

Insgesamt können Strassen und Wege die gleichen Auswirkungen wie Entwässerungsanlagen haben. Dies gilt umso mehr, als die meisten dieser Infrastrukturen oft mit Entwässerungsgräben ausgestattet sind, um zu verhindern, dass Wasser den Koffer beschädigt: Das Wasser wird entlang der Infrastruktur gesammelt und stromabwärts punktuell über Durchlässe in Form von Röhren abgeleitet.

In einem studierten Moorobjekt durchquert eine Kantonsstrasse das Biotop von nationaler Bedeutung, was natürlich eine erhebliche Störung darstellt. Diese Infrastruktur besteht schon seit

sehr langer Zeit. Um die Auswirkungen ihres Abbaus auf die Hydrologie des Gebiets zu untersuchen, wird aktuell eine Studie durchgeführt.

3.3.3 VERÄNDERUNG VON WASSERLÄUFEN

Gewässer und die Art und Weise wie diese die Moore mit Wasser versorgen, können direkt oder indirekt beeinflusst werden.

Auf direkte Weise wird das Flussbett und damit dessen Wasserhaushalt verändert, indem man seinen Verlauf begradigt und/oder sein Bett tiefer als ursprünglich einschneidet. Ein geradliniger Verlauf beschleunigt den Wasserabfluss, während eingeschnittene Flussbetten die Entwässerung der angrenzenden Flächen begünstigen.

Auf indirekte Weise wird der Wasserhaushalt des Gewässers verändert, indem er das Wasser aus den Entwässerungen aufnimmt. Die Entwässerungsgräben und unterirdischen Drainagen eines Einzugsgebiets, die mit dem Fluss verbunden sind, erhöhen dessen Abflussmenge bei Hochwasser und begünstigen die Erosion seines Flussbetts. Wenn der Wasserlauf Mooregebiete durchquert, hat er eine entwässernde Wirkung oder kann empfindliche Bodenflächen erodieren.

3.3.4 SENKUNG DES GRUNDWASSERSPIEGELS

Diese Störung tritt vor allem bei Mooren auf, deren Hydrologie ausschliesslich von einem hohen Grundwasserspiegel auf den an das Biotop angrenzenden Flächen abhängt. Betroffen sind daher hauptsächlich Moore, die im Grundwasserleiter der Talflüsse liegen. Das Hauptproblem in der Schweiz besteht darin, dass die Talsohlen meist besiedelt und bewirtschaftet sind. Da die traditionelle Landwirtschaft trockene Böden benötigt, ist die Wasserversorgung solcher Moore oft gefährdet.

Das gleiche Problem könnte auch bei den Mooren an den Ufern der grossen Seen auftreten. Dies ist jedoch nicht der Fall, da der Wasserstand der meisten dieser Seen in der Schweiz seit langem reguliert wird und sich die aufgrund ihrer Lage anpassungsfähigeren limnogenen Moorbiotope an den aktuellen Wasserstand der Seen angepasst haben. Die limnogenen Moore in den Ebenen haben bisher stärker unter der Betonierung der Ufer gelitten. Die immer häufiger auftretenden Dürren und ihre Auswirkungen auf den Wasserstand der Seen sowie die zu häufige Entleerung der Stauseen könnten eine neue Herausforderung für diese Art von Mooren darstellen. Bei den untersuchten Objekten haben wir dieses Problem jedoch nicht festgestellt.

3.3.5 FREIZEITINFRASTRUKTUREN

Diese Art von Störung betraf nur zwei Objekte, die im Rahmen des Pilotprojekts untersucht wurden.

Im ersten Fall handelte es sich um künstliche Beschneiungsanlagen, für deren Installation unterirdische Wasserleitungen im hydrologischen Perimeter des Moores verlegt werden mussten. Je nach Gestaltung des für die Verlegung der Leitungen ausgehobenen Grabens können diese eine entwässernde Wirkung auf die Mooregebiete haben oder die Wasserversorgung stören. Es wurde auch festgestellt, dass das Skifahren auf einer unzureichenden Schneeschicht zu Schäden an der Vegetation und zur Erosion der Böden der Mooregebiete geführt hat.

Die künstliche Beschneigung ist an sich keine sehr einschneidende Störung für die Moore, wie wir aus den wenigen Erfahrungen, die wir mit diesem Thema haben, schliessen können: Die Maschinen müssen auf gefrorenem Boden arbeiten und die Schneeschicht muss dick genug sein, um das oben beschriebene Phänomen zu verhindern.

Es ist anzumerken, dass das Verdichten des Schnees durch Pistenraupen dessen Schmelzen verzögert, was zu einer verspäteten Vegetationsentwicklung unter den Pisten führt. Es ist wichtig zu beachten, dass Kunstschnee eine höhere Konzentration an Ionen aufweist als Naturschnee. Unter diesen Ionen ist Kalzium (Ca^{2+}) ein Element, das in Kunstschnee enthalten ist. Die künstliche Beschneigung sollte daher nur auf alkalischen (kalkreichen) Mooren durchgeführt werden.

Das zweite untersuchte Objekt war von einem Golfplatz umgeben, der sich über den gesamten hydrologischen Perimeter des Moores erstreckte. In diesem Fall wurde der Golfplatz nicht als wesentliche Störung angesehen. Diese Aktivität ist jedoch aufgrund der künstlichen Bewässerung der Grünflächen sehr wasserintensiv. Für ihre Pflege müssen zudem zahlreiche Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden, die auf keinen Fall in das Moor gelangen dürfen.

3.3.6 VERÄNDERUNG DES GELÄNDES, TORFABBAU

Diese Art von Störung umfasst alle Arten von Veränderungen des Geländes, sei es in den Biotopen selbst oder in ihren Wassereinzugsgebieten.

Zu nennen sind insbesondere die Nivellierung von Flächen zur Schaffung von Skipisten, die Errichtung von Dämmen zur Umleitung eines Bachlaufs, das Ausheben eines Teichs, dessen Ufer eine entwässernde Wirkung auf die angrenzenden Moore haben können, der Torfabbau, der zur Bildung von erhöhten Hügeln führen kann, die dann nicht mehr mit Wasser versorgt werden können, sowie die Ablagerung von Material und Aufschüttungen auf ehemaligen Mooren.

3.3.7 QUELLENFASSUNG

Jede Wasserentnahme im hydrologischen Perimeter des Moores stellt an sich eine potenzielle Störung dar. Es ist schwierig zu beurteilen, ob die Wasserentnahme Auswirkungen auf die Hydrologie des Moores haben wird, da es vorkommen kann, dass manchmal ein Wasserüberschuss besteht. Bei einer Wasserentnahme sollte daher die hydrologische Bilanz des Moores im jeweiligen Teilbereich untersucht werden, um festzustellen, ob das Moor von einem Wasserdefizit bedroht ist oder nicht.

Wir kommen in Kapitel [4.3.2](#) auf diese Problematik zurück.

3.3.8 AUFFORSTUNG

Die statistische Studie der WSL (Küchler, 2018) hat gezeigt, dass das Vorhandensein von Wald in der Umgebung von Mooren mit einer Austrocknung der Moorflächen korreliert. Denn Bäume, insbesondere Nadelbäume, benötigen viel Wasser (Duranel et al., 2016), vor allem in der Wachstumsphase. Viele Flachmoorflächen sind nicht nur durch die Rodung ihres Standorts, sondern auch durch die Rodung ihres Einzugsgebiets entstanden.

Die untenstehende Abbildung 8 zeigt die Entwicklung der Bewaldung des Einzugsgebiets eines Moores in den Jahren 1936, 1994 und heute.



ABBILDUNG 8: ENTWICKLUNG DES WALDES IM EINZUGSGEBIET EINES HOCHMOORS ZWISCHEN 1936 (OBEN) UND HEUTE (UNTEN). DIE ROT UMGKREISTE FLÄCHE WURDE IN DEN 1990ER JAHREN MIT FICHTE BEPFLANZT (MITTE). ©SWISSTOPO

4 INSTRUMENTE UND STAND DER UMSETZUNG IN DEN KANTONEN

4.1 WISSENSSTAND IN DEN KANTONEN

Zu Beginn des Pilotprojekts bestanden zwischen den kantonalen Naturschutzfachstellen grosse Unterschiede hinsichtlich des Wissensstands über die hydrologische Funktion der ökologisch ausreichenden Pufferzone der Moore. Dies lässt sich zum einen dadurch erklären, dass einige Kantone bereits nach der Veröffentlichung der Vorgehensweise «Espace Marais» im Anschluss an ein erstes Pilotprojekt 2014–2018 mit der Entwicklung der Vorgehensweise begonnen haben. Andererseits ist es auf den kürzlichen Ruhestand einer ganzen Generation in den kantonalen Naturschutzfachstellen und deren Ersatz durch neue Mitarbeitende zurückzuführen.

Tatsächlich hatten zahlreiche Vertreter der Kantone bereits am Pilotprojekt 2014–2018 teilgenommen, das 2020 mit einem Workshop in Olten abgeschlossen wurde. Am Workshop zum Start des Pilotprojekts A2.1 im August 2022 nahmen jedoch viele neue Personen teil, die ihr Wissen auffrischen konnten. Diese Personen haben sich anschliessend stark im Projekt engagiert.

Die Umsetzung dieses neuen Themas erfordert solchen Aufwand, dass zahlreiche Naturschutzfachstellen den Wunsch geäussert haben, sich zunächst auf die Aufgaben innerhalb ihrer Dienststellen zu konzentrieren, bevor andere betroffene kantonale Stellen einzubeziehen. Diese Entscheidung hat sich als sinnvoll erwiesen, da die Terminologie der «hydrologischen Pufferzone» im Laufe des Pilotprojekts überarbeitet wurde (siehe [Kapitel 1](#)). Eine gute Kommunikation und gegenseitiges Verständnis sind entscheidend für den reibungslosen Ablauf des Prozesses der Abgrenzung und Umsetzung einer ökologisch ausreichenden Pufferzone.

Im Rahmen des Pilotprojekts wurde im August 2024 ein zweiter Workshop zum Thema „Umsetzung der ökologisch ausreichenden Pufferzone“ organisiert. Die Naturschutzfachstellen hatten die Möglichkeit, andere betroffene kantonale Akteure einzuladen, wenn ihnen dies sinnvoll erschien. So nahmen auch Vertreter der Landwirtschaft und des Gewässerschutzes an der Veranstaltung teil.

4.2 INSTRUMENTE DER RAUMPLANUNG UND WEGE FÜR DIE UMSETZUNG

Im Gegensatz zur Nährstoffpufferzone (trophische Funktion der ökologisch ausreichenden Pufferzone) ist der hydrologische Perimeter der Moore in der Regel recht gross, jedoch kein Perimeter, für den genaue Nutzungsbeschränkungen erlassen werden können. Daher handelt es sich nicht um einen Bereich, der unter Schutz gestellt werden muss, sondern um einen Bereich, in dem die notwendigen Massnahmen getroffen werden müssen um die Wasserversorgung des Moores sicherzustellen.

Solche Raumplanungsinstrumente gibt es in den Kantonen nicht, sodass dieser Perimeter derzeit in den meisten Fällen nur einen indikativen Charakter hat. Die meisten Kantone schlagen vor, ihn auf kantonaler Ebene im Rahmen von Baubewilligungsverfahren zu verwenden, wenn es darum geht zu neuen Projekten Stellung zu nehmen. Nach Ansicht der Mehrheit der Naturschutzfachstellen reicht der automatisch berechnete moorhydrologische Hinweisperimeter (Ergebnis des Teilprojekt 1, verfügbar für alle Moore von nationaler Bedeutung der Schweiz) in diesem Fall für eine erste Beurteilung der Projekte aus. Der Kanton Bern nimmt hier eine Vorreiterrolle ein, indem er den hydrologischen Perimeter in den kantonalen Richtplan aufgenommen hat. Die Daten wurden im März 2024 auf dem kantonalen Geoportal veröffentlicht.

Nach Ansicht gewisser Naturschutzfachstellen ist die Verwendung des konsolidierten «moorhydrologischen Perimeters» (Ergebnis Teilprojekt 2) erforderlich, wenn im Rahmen der Behebung von Beeinträchtigungen Regenerationsmassnahmen ergriffen werden müssen (Art. 8 Flachmoorverordnung und Hochmoorverordnung) oder wenn der lokale Gebietswasserhaushalt verbessert werden muss (Art. 5 Abs. 2 Bst. e Hochmoorverordnung und Art. 5 Abs. 2 Bst. g

Flachmoorverordnung). Die meisten Naturschutzbehörden bevorzugen für das Schutzverfahren den konsolidierten hydrologischen Perimeter, da die Daten zuverlässiger sind.

Eine Zusammenfassung der raumplanerischen Umsetzungsinstrumente der verschiedenen Kantone wurde als Anhang zu diesem Bericht geliefert, wird jedoch nicht veröffentlicht.

4.3 MÖGLICHE SYNERGIEN MIT ANDEREN BEREICHEN FÜR DIE UMSETZUNG DES HYDROLOGISCHEN PERIMETERS

Unter den verschiedenen für die Arbeiten des Teilprojekts 2 ausgewählten Moore wurden mehrere gemäss unserem Pflichtenheft so ausgewählt, dass ihr Einzugsgebiet innerhalb eines Schutzgebiets oder eines Gebiets mit Sonderstatus liegt, um mögliche Synergien für die Umsetzung des hydrologischen Perimeters zu untersuchen.

Diese Ansätze wurden mit den Kantonen in einem Workshop zum Thema «Umsetzung der hydrologischen Funktion der ökologischen ausreichenden Pufferzone» diskutiert.

4.3.1 MOORLANDSCHAFTEN VON NATIONALER BEDEUTUNG

Vier ausgewählte Moore befinden sich in einer Moorlandschaft von nationaler Bedeutung. Für den Workshop wurden zwei andere Beispiele aus den Kantonen FR und VD vorgestellt, da die Kantone Erfahrungen mit der Umsetzung des hydrologischen Perimeters einbringen konnten.

4.3.1.1 ERFAHRUNGSBERICHTE

Die Moorlandschaft von nationaler Bedeutung Nr. 33 Les Gurles (FR) beinhaltet das Hochmoor Nr. 58 und das Flachmoor Nr. 1094, die sich im Hochmoorumfeld überlagern. Der hydrologische Perimeter der durch diese beiden Objekte gebildeten Moorbiogeozönose wird grösstenteils, jedoch nicht vollständig, vom Perimeter der Moorlandschaft abgedeckt. Im Rahmen der Umsetzung der Moorlandschaft erarbeitet die Sektion Natur und Landschaft des Amts für Wald und Natur derzeit ein Reglement mit einem dazugehörigen Plan. Diese beiden Dokumente sollen die verschiedenen geschützten Elemente und die entsprechenden Bestimmungen detailliert aufführen. Die rechtliche Umsetzung dieser Dokumente ist noch nicht geplant.

Im Kanton Waadt wurde der hydrologische Perimeter für alle Moore in der Gemeinde Le Chenit festgelegt. Ein Grossteil dieser Flächen befindet sich innerhalb der Moorlandschaft von nationaler Bedeutung Nr. 21. Die Naturschutzfachstelle hat die Integration des hydrologischen Perimeters der Moore in die Aktualisierung des kommunalen Nutzungsplans beantragt, ein Prozess, der zum Zeitpunkt des Workshops noch im Gange war. Auch wenn die hydrologischen Perimeter noch nicht in Kraft sind, ermöglicht der Perimeter der Moorlandschaft, dass der Kanton bei neuen Projekten konsultiert wird. Dies ist insbesondere bei einem Projekt zur Sanierung des Abwasserentsorgungssystems in der Ortschaft Le Brassus der Fall, für das der Kanton die Gemeinde aufgefordert hat, das saubere Wasser in die Moore zurückzuleiten.

4.3.1.2 RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Art. 4 Abs. 1 Bst. b der Verordnung über den Schutz der Moorlandschaften besagt, dass *«die für Moorlandschaften charakteristischen Elemente und Strukturen zu erhalten sind, namentlich..... Biotope, ...»*. Dieser Artikel verweist somit auf die Moorschutzverordnungen. Die Biotope müssen ausgewiesen werden (Art. 5 Abs. 2 Bst. b).

Die Moorverordnungen bilden somit die rechtliche Grundlage für den Schutz der Biotope und des lokalen Gebietswasserhaushalts.

4.3.2 GRUNDWASSERSCHUTZ

Der Gewässerschutzbereich und die Grundwasserschutzzonen dienen in erster Linie der Gewährleistung guter Trinkwasserqualität. Die Gesetze und Verordnungen zum Gewässerschutz

sichern die Versickerung von nicht verschmutztem Wasser. In diesem Sinne sind diese gesetzlichen Grundlagen für den Schutz der Moore eher positiv zu bewerten.

Fünf Moore wiesen in ihrem hydrologischen Perimeter Grundwasserschutzzonen auf. In zwei dieser studierten Objekte spielen die Quellen für die Wasserversorgung der Moorbiogeozönose keine wesentliche Rolle.

Ein weiteres Objekt ruht auf einem Rutschgebiet und einem Moränenwall. Diese Art von Formationen stellen oft Grundwasserleiter dar und ermöglichen die Entwicklung von Mooren. Innerhalb des Biotops gibt es zahlreiche Quelfassungen, die die Gemeinde mit Wasser versorgen.

Heute entsprechen einige im Inventar aufgeführten Flächen auf dem Moränenwall nicht mehr den Kriterien für Flachmoore von nationaler Bedeutung (Abbildung 9). Die Ursache für diese Qualitätsveränderung konnte im Rahmen des Pilotprojekts nicht ermittelt werden. Wie es die Vorgehensweise «Espace Marais» vorsieht, sollte eine ergänzende Studie durchgeführt werden, um die offenen Fragen zu klären. Im vorliegenden Fall wäre es sinnvoll, die Entwicklung des Grundwasserspiegels in diesem Grundwasserleiter seit Beginn der Wasserentnahmen zu untersuchen und eine hydrologische Bilanz zu erstellen.



ABBILDUNG 9: DIE VEGETATIONSFLÄCHEN IM VORDERGRUND SIND IM INVENTAR DER FLACHMOORE VON NATIONALER BEDEUTUNG AUFGEFÜHRT, ERFÜLLEN JEDOCH NICHT MEHR DIE KRITERIEN. SIE SIND MIT ADLERFARN BEWACHSEN. DIE DARUNTER LIEGENDEN FLÄCHEN WEISEN EIN VIEL TYPISCHERES FLACHMOORBILD AUF. © CEMECO

Aufgrund der im Rahmen dieses Projekts gewonnenen Erfahrungen scheint es, dass Synergien zwischen der Umsetzung des hydrologischen Perimeters der Moore und den Grundwasserschutzzonen nicht immer kompatibel sind, da eine Quelfassung eher zu einer Störung des Wasserhaushalts des Moores führt. Die Möglichkeit der Wasserentnahme im hydrologischen Perimeter eines Moores hängt in erster Linie von der Wasserbilanz der Quellen ab, d. h. ob ein Wasserüberschuss vorhanden ist. Vor dem Hintergrund des Klimawandels sollte die Situation regelmässig neu bewertet werden.

4.3.3 KARTE POTENTIELLER FEUCHT-(ACKER-)FLÄCHEN IN DER SCHWEIZ (AGROSCOPE)

In der Veröffentlichung von 2018 publizierte Agroscope eine Karte der Schweiz mit potenziellen Feucht-(Acker-)Flächen. Es überrascht nicht, dass sich die Moorperimeter mit den Flächen mit dem grössten Feuchtpotenzial überschneidet. Dies gilt häufig auch für den hydrologischen Perimeter von Mooren. Daher galt es zu analysieren, ob zwischen diesen Feuchtflächen mit hohem Potential und der Umsetzung des moorhydrologischen Perimeters Synergie bestehen.

Nach unserem Kenntnisstand erfordert eine angemessene Wasserversorgung des Moores in vielen Fällen keine Wiedervernässung der angrenzenden Flächen. Das im Einzugsgebiet zurückgehaltene oder umgeleitete Wasser kann am Rand des Biotops in geeigneter Weise (diffus) zurückgeführt werden. Wenn dieses Wasser nährstoffreich ist, sollte es an der Grenze der trophischen Pufferzone zurückgeführt werden, damit diese ihre Reinigungsfunktion erfüllen kann.

In bestimmten Fällen scheint jedoch eine Wiedervernässung der an das Moor angrenzenden Flächen notwendig zu sein. Wenn das Moor auf dem Grundwasser eines Talbodens liegt und von diesem gespeist wird, kann nur eine Erhöhung des Grundwasserspiegels eine ordnungsgemässe hydrologische Funktion gewährleisten.

In diesem Fall könnte die Karte der potenziellen Feucht-(Acker-)Flächen von Agroscope ein guter Indikator für die wieder zu vernässenden Flächen sein. Die im Rahmen dieses Teilprojekts erstellten Karten zeigen den Einfluss des Grundwasserspiegels in Form eines sensitiven Saums um das Objekt herum. Diese Karten geben also keinen Aufschluss über die Ausdehnung der Flächen, die von einer Wiedervernässung betroffen wären. Dieser Aspekt müsste noch genauer untersucht werden.

Angesichts der Ausführungen in Kapitel [3.1.2](#) scheinen die im Grundwasser liegenden Moore eher in der biogeografischen Region «Mittelland» zu liegen. In dieser Region befindet sich auch der Grossteil der landwirtschaftlichen Ackerflächen. Das Nebeneinander könnte somit eine gewisse Herausforderung für die Umsetzung des hydrologischen Perimeters der Moore darstellen.

4.3.4 ÖKOLOGISCHE INFRASTRUKTUR

Eine mögliche Synergie zwischen dem moorhydrologischen Perimeter und der Feuchtlebensräume der ökologischen Infrastruktur wurde in den Diskussionsgruppen beim Workshop kurz angesprochen. Die Notwendigkeit, bestimmte Flächen zur Sicherung der Wasserverfügbarkeit im Moor wieder zu vernässen, könnte der ökologischen Infrastruktur zugutekommen, indem Vernetzungsflächen um die zentralen Biotope von nationaler Bedeutung geschaffen werden. Nach unserem derzeitigen Kenntnisstand kommen als Vernetzungsflächen der ökologischen Infrastruktur vor allem Gewässer und Gewässerräume in Frage. Dieses Thema sollte daher vertieft analysiert werden.

5 BESCHREIBUNG DES PROZESSES UND SCHWIERIGKEITEN SOWIE ANSÄTZE FÜR DIE UMSETZUNG

Die verschiedenen Ansätze und Schwierigkeiten bei der Umsetzung der hydrologischen Funktion einer ökologisch ausreichenden Pufferzone wurden im vorliegenden Bericht bereits erläutert. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Berichts befassen sich nur wenige Kantone mit der Umsetzung.

Aus rechtlicher Sicht besteht eine grosse Schwierigkeit darin, dass derzeit kein Raumplanungsinstrument existiert, mit dem der hydrologische Perimeter verbindlich festgelegt werden kann, ohne dass er zu einem Schutzgebiet wird. Diese Festlegung ohne die Unterschutzstellung ist umso wichtiger, als diese hydrologischen Perimeter im Vergleich zu denen der trophischen Pufferzone oft recht gross sind.

Mit der Festlegung der hydrologischen Perimeter der Moore ist Bern mit seinem Richtplan der fortschrittlichste Kanton und die gewählte Lösung scheint das Interesse vieler anderer Kantone zu wecken.

Diese Lösung ist zwar durchaus interessant, hat jedoch den Nachteil, dass der hydrologische Perimeter nur für die Behörden verbindlich ist.

Zum Zeitpunkt des vorliegenden Pilotprojekts nutzte die Naturschutzfachstelle des Kantons Bern die Grundlagen aus der Berechnung des moorhydrologischen Hinweisperimeters, um ein Vorgehen zur Kategorisierung der Projekte zu erstellen. Anhand dieses Verfahrens wird festgelegt, in welchen Fällen das Projekt ohne Vorbehalte genehmigt werden kann und in welchen Fällen eine hydrologische Untersuchung durch einen Experten erforderlich ist. Dieser Prozess wird im Bericht zu Teilprojekt 1 näher beschrieben.

Viele Kantone beabsichtigen ihrerseits den moorhydrologischen Hinweisperimeter im Rahmen des öffentlichen Auflageverfahrens für neue Projekte zu verwenden. Diese Umsetzungslösung erscheint kurz- und mittelfristig realistisch.

Eine weitere Schwierigkeit betrifft die Moore, die auf dem Grundwasserspiegel der Talsohlen liegen und sich im landwirtschaftlich genutzten Gebieten befinden. Derzeit kann eine ausreichende Versorgung dieser Moore nur durch eine Anhebung des Grundwasserspiegels auf ein hohes Niveau gewährleistet werden. Diese Art von Mooren findet man hauptsächlich im Mittelland, aber auch in Talsohlen und in den Einzugsgebieten grosser Flüsse. In diesen Regionen ist die Bebauungsdichte sehr hoch.

Die technische Lösung für solche Objekte würde darin bestehen den Grundwasserspiegel anzuheben und die landwirtschaftliche Nutzung anzupassen. Damit könnte die hydrologische Funktionsweise der ökologisch ausreichenden Pufferzone wieder erfüllt werden. Die Arbeitsgruppe des Teilprojekts 4 hat einen Katalog mit landwirtschaftlichen Praktiken für feuchte Böden erstellt. Diese landwirtschaftlichen Praktiken, die vor allem in den Nachbarländern angewendet werden, sind in der Schweiz jedoch noch wenig verbreitet und müssten für unser Gebiet weiterentwickelt und angepasst werden. Es wäre auch zu prüfen, ob für solche Flächen Synergien mit den Feuchtlebensräumen der ökologischen Infrastruktur und/oder der Einrichtung von Feucht-(Acker-)Flächen geschaffen werden könnten.

Für andere Objekttypen in der Landwirtschaftszone gibt es technische Lösungen um das Wasser in das Moor zurückzuführen, ohne dass dies grössere Auswirkungen auf den Betrieb hat. So stehen beispielsweise im Flachmoor Nr. 3901 (JU) von nationaler Bedeutung Massnahmen zur Wiederherstellung des Wasserhaushalts kurz vor der Umsetzung. Das Drainagewasser der angrenzenden landwirtschaftlichen Parzellen wird an der Grenze der trophischen Pufferzone an die Oberfläche zurückgeführt und so in das Moor zurückgeleitet. Diese Massnahmen ermöglichen es, die trophische und hydrologische Funktion der ökologisch ausreichenden Pufferzone zu erfüllen, indem sie einerseits Wasser in das Moor zurückführen und es andererseits durch den trophischen Puffer

reinigen. Mit den betroffenen Landwirten wurde eine Entschädigung vereinbart. Das Objekt Nr. 3901 war Gegenstand einer Studie im Rahmen der Arbeiten des Teilprojekts 3.

Die Landwirtschaft ist bei weitem nicht der einzige Faktor, der bei der Umsetzung des hydrologischen Perimeters eine Rolle spielt. Es sind vor allem die Infrastrukturen, die für die Hydrologie problematisch sind und nicht die landwirtschaftlichen Praktiken selbst. Unter den Infrastrukturen mit den grössten Auswirkungen werden häufig Strassen und Wege genannt.

Auch in diesem Fall gibt es technische Lösungen um Wege moorkompatibel zu machen. Ein Artikel, der in verschiedenen Zeitschriften erschienen ist, darunter N+L INSIDE (Grosvernier et al., 2018), untersucht die hydrologischen Auswirkungen verschiedener Arten von moorkompatiblen Wegen. Das Flachmoor Nr. 3901 wird ebenfalls von einem Weg gesäumt, der an die Hydrologie des Moores angepasst ist. Dieser Weg war Gegenstand einer hydrologischen Studie (Montavon et al., 2018) die zeigt, dass das Wasser nun diffus in Richtung Moor abfliessen kann, während es früher durch den alten Weg aus dem Einzugsgebiet abgeleitet wurde.

Die hydrologischen Moortypen sind nicht die einzige Besonderheit, welche die biogeografischen Regionen der Schweiz voneinander unterscheidet. Statistische Analysen zeigen, dass die konsolidierten moorhydrologischen Perimeter auf der Alpennordseite weniger ausgedehnt sind als in anderen Alpenregionen. Dies hängt wahrscheinlich mit den höheren Niederschlagsmengen auf der Alpennordseite zusammen. Auf den ersten Blick könnte man meinen, dass dies die Akzeptanz der hydrologischen Perimeter durch die lokalen Akteure erleichtert. Man darf jedoch nicht vergessen, dass die Moor-Dichte auf der Alpennordseite ebenfalls höher ist. Folglich decken die hydrologischen Perimeter auch eine entsprechend grosse Fläche des Gebiets ab.

Besonders betroffen sind die Kantone BE, LU, OW und SZ. In diesen Fällen befinden sich zahlreiche Moore von nationaler Bedeutung innerhalb der Moorlandschaften von nationaler Bedeutung (Gantrisch, Rotmoos/Eriz, Habkern/Sörenberg, Hilferenpass, Gleubenberg, Klein Entlen, Rothenthurm, Ibergeregg). Diese Gebiete geniessen einen gewissen Schutz und die Kantone können bei der Umsetzung des hydrologischen Perimeters von Synergieeffekten profitieren.

Gemäss den untersuchten Objekten und unseren Kenntnissen über das Gelände scheint der Jura die kleinsten hydrologischen Perimeter aufzuweisen. Im Kanton Jura sind die Moore sehr oft von Dolinen umgeben. Im Kanton Bern findet man sie häufig in schmalen Tälern. Im Kanton Neuenburg sind die Hochmoore der Torfgebiete von La Brévine und Les Ponts oft Restmoorhügel, die nicht abgebaut wurden und auf dem Grundwasserleiter der geologischen Schichten aus der Kreidezeit liegen. Ihr hydrologischer Perimeter ist in der Regel recht begrenzt. Im Kanton Waadt ist das Vallée de Joux ein Sonderfall, da es sich um einen der wenigen fluviogenen Moor-Komplexe im Jura handelt. Daher ist sein hydrologischer Perimeter recht ausgedehnt. Die fluviogenen Moorgebiete dieses Tals befinden sich in einer Moorlandschaft von nationaler Bedeutung.

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Durch ihre Teilnahme und ihr Engagement im Pilotprojekt hatten die kantonalen Naturschutzfachstellen Gelegenheit sich näher mit der hydrologischen Funktion einer ökologisch ausreichenden Pufferzone vertraut zu machen. Dabei wurden ihnen die Schwierigkeiten bewusst, die der Prozess der Umsetzung des hydrologischen Perimeters, der diese Funktion gewährleistet, mit sich bringen kann.

Sobald die verschiedenen Aspekte innerhalb dieser Fachstellen geklärt sind, sollten die anderen kantonalen Stellen und anschliessend die lokalen Akteure einbezogen werden. Die Beherrschung der verschiedenen Konzepte und eine gute Kommunikation sind daher Schlüsselfaktoren. Eines der wichtigen Ergebnisse des Pilotprojekts A2.1 ist, dass der bisher verwendete Begriff «hydrologische Pufferzone» zur Bezeichnung des Perimeters, der die hydrologische Funktion der ökologisch ausreichenden Pufferzone gewährleistet, überarbeitet werden muss. Der Begriff „hydrologischer Perimeter“ wurde von den Projektnehmern vorgeschlagen und mit dem BAFU abgesprochen. Der definierte Perimeter ist kein Schutzgebiet, in dem klare Beschränkungen gelten. Es handelt sich vielmehr um einen Untersuchungsbereich, in dem die Auswirkungen der geplanten Projekte und der bereits vorhandenen Infrastrukturen auf die Hydrologie des Moores untersucht werden müssen. Es geht nicht darum einen schädlichen Einfluss ausserhalb des Moores abzupuffern.

Der oben erwähnte Begriff der ökologisch ausreichenden Pufferzone und ihre verschiedenen Funktionen (trophisch, hydrologisch, biologisch) müssen ebenfalls eindeutig erklärt werden. Unserer Meinung nach sollten die drei Funktionen der Pufferzone in einem einzigen Schritt umgesetzt werden, wenn die Nährstoffpufferzone noch nicht in Kraft ist. Es könnte schwierig sein den betroffenen Akteuren zu erklären, warum man mehrmals auf die Pufferzone oder den Schutzbereich für Moore zurückkommt. Darüber hinaus kann es Synergien zwischen den technischen Massnahmen geben, die für die trophische Pufferzone und den hydrologischen Perimeter umgesetzt werden könnten. Die Planung und Umsetzung dieser Massnahmen in einem einzigen Schritt ist aus finanzieller Sicht ebenfalls interessanter.

Gemäss unseren Gesprächen mit den Naturschutzfachstellen verfügen die meisten Kantone derzeit nicht über die für die Umsetzung des hydrologischen Perimeters erforderlichen Raumplanungsinstrumente. Eine Mehrheit beabsichtigt den hydrologischen Perimeter intern innerhalb der kantonalen Behörden im Rahmen von öffentlichen Baugesuchen und Auflagen als Richtwert zu verwenden. Für diesen Zweck hält die Mehrheit der Naturschutzbehörden den im Rahmen des Teilprojekts 1 berechneten hydrologischen Hinweisperimeter hinsichtlich seiner Genauigkeit für ausreichend. Sollte ein Perimeter umgesetzt und für die Eigentümer verbindlich werden, würde vorzugsweise der im Rahmen des vorliegenden Teilprojekts 2 festgelegte konsolidierte hydrologische Perimeter verwendet werden, da dieser genauer ist.

Wir stimmen diesem Ansatz zu. Wie bereits im Bericht erläutert können Fehler in den verwendeten Basisdaten (TLM3D-Fließgewässer) bei der GIS-Berechnung zu nicht ganz korrekten hydrologischen Perimetern führen. In einigen wenigen Fällen könnte sich der berechnete Perimeter als falsch erweisen.

Wir weisen jedoch darauf hin, dass die oben genannten Daten einer Qualitätskontrolle durch Experten unterzogen wurden und nach wie vor gültig sind. Sie haben den Vorteil, dass sie für alle Moore von nationaler Bedeutung aus den beiden Bundesinventaren (Hoch- und Flachmoore) verfügbar sind. Die einzige Möglichkeit, ihre Qualität noch weiter zu verbessern, wäre die Überprüfung im Feld, die im Rahmen des vorliegenden Teilprojekts 2 durchgeführt wurden. Diese Arbeit ist auf nationaler Ebene sehr aufwendig.

Ebenso garantiert die im Rahmen der Arbeit des Teilprojekts 2 vollständig durchgeführte Vorgehensweise Espace Marais ([Anhang 2](#)) nicht unbedingt, dass der gelieferte hydrologische Perimeter endgültig konsolidiert ist. Espace Marais ist ein vereinfachter Ansatz, der eine eintägige

Experteneinschätzung vor Ort vorsieht. Es kann vorkommen, dass bei dieser Feldaufnahme neue Fragen auftauchen, die wir mit den üblichen Methoden nicht beantworten können. Ergänzende Studien zu diesen Fragen werden dann im zusammenfassenden Bericht zu jedem untersuchten Objekt vorgeschlagen.

Die im Rahmen des Teilprojekts 2 vorgelegten Ergebnisse ermöglichen den Naturschutzfachstellen eine Diagnose des behandelten Moors zu erstellen und so dessen hydrologische Funktionsweise zu verstehen. Anhand dieser Informationen können die Gebietsverantwortlichen oder externe Büros die Auswirkungen künftiger Projekte einschätzen, welche im hydrologischen Gebiet durchgeführt werden könnten.

Der vorgelegte Bericht zeigt auch die bereits vorhandenen Störungen in der Biogeozönose und im hydrologischen Perimeter auf. Anhand dieser Informationen können die Kantone «bereits beeinträchtigte Objekte identifizieren und sanieren» (Art. 8 Hoch- und Flachmoorverordnung) und «der lokale Wasserhaushalt verbessern» (Art. 5 Abs. 2 Bst. g Flachmoorverordnung und Art. 5 Abs. 2 Bst. Hochmoorverordnung). Zahlreiche Naturschutzfachstellen sehen diese direkte Anwendung für die Ergebnisse des Teilprojekts 2, was durchaus sinnvoll ist. Gemäss den Beobachtungen und Diskussionen, die im Workshop 2024 geführt wurden, sind innerhalb der Moorbiotope noch zahlreiche Störungen vorhanden. Diese Schäden sollten vorrangig behoben werden.

7 LITERATURVERZEICHNIS

Bundesgerichtentscheid BGE 124 II 19 (1997)

Duranel A., Thompson J.R, Burningham H., Cubizolle H., Durepaire P. Modelling the impacts of catchment afforestation on the hydrological condition of groundwater-dependent acidic valley mires. Conference: "Groundwater: Managing our Hidden Asset" - International Association of Hydrogeologists & Hydrogeological Group of the Geological Society, 13-14 September 2016

Grosvernier Ph., Montavon C., Käser D., Brunner Ph., Hunkeler D., Staubli P., Impact hydrologique des routes adaptées aux marais de pente. N+L INSIDE 2018/1

Küchler, M., Küchler, H., Bergamini, A., Bedolla, A., Ecker, K., Feldmeyer-Christe, E., Graf, U & Holderegger, R. 2018. Moore der Schweiz - Zustand, Entwicklung, Regeneration. Bristol-Schriftenreihe 55, Haupt Verlag. 258pp.

Montavon C., Grosvernier Ph, Berdat E., Brunner Ph, Hunkeler D., Staublie P., Etude de la perméabilité hydraulique d'un chemin bordant le bas-marais En Pratchie à Dampheux (JU). Géomatique Suisse 7-8/2021.

Verordnung vom 21. Januar 1991 über den Schutz der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung (Hochmoorverordnung). RS 451.32

Verordnung vom 7. September 1994 über den Schutz der Flachmoore von nationaler Bedeutung (Flachmoorverordnung). RS 451.33

Steiner, G. M. & Grünig, A. 1997. Die hydrologischen Moortypen der Schweiz. Handbuch Moorschutz in der Schweiz, Band 2, 3.1.1. BUWAL, Bern. 21pp.

Szerencsits E., Prasuhn V., Churko G., Herzog F., Utiger C., Zihlmann U., Walter T., Gramlich A. Karte potentieller Feucht-(Acker-)Flächen in der Schweiz. Agroscope Science, 72, 2018.

8 ANHÄNGE

Liste der Anhänge

ANHANG 1: GLOSSAR

ANHANG 2: PROZESSSCHEMA «ESPACE MARAIS»

ANHANG 1:

Klassifizierte Wassereinzugsgebiete

Der hydrologische Perimeter (Hinweisperimeter und konsolidierter Perimeter) ist in Teilgebiete unterteilt, die nach ihrer Art der Wasserversorgung der Biogeozönose (=Moorkomplex) klassifiziert sind. Man unterscheidet

- Flächen, die durch Überrieselung zur Wasserversorgung des Moores beitragen
- Flächen, die einen Wasserlauf speisen, welcher zur Hydrologie des Moores beiträgt
- Flächen, auf denen Wasser versickert und das Moor über Quellen oder Grundwasser speist
- Flächen, die einen Wasserlauf speisen, der die Moorböden erodieren könnte
- Ein sensibler Saum von 25 bis 50 m Breite um die Biogeozönose herum, in dem jegliche Entwässerung und Bodenveränderung verboten sein sollte. Dieser Saum ist nicht Teil des Einzugsgebiets (das sich stromabwärts befindet) und versorgt das Moor nicht mit Wasser sondern schützt es vor der Entwässerung

Biogeozönose (=Moorkomplex)

Wenn man die in den Bestandesaufnahmen aufgeführte charakteristische Vegetation (die Spitze des Eisbergs) erhalten will, muss man sicherstellen, dass die sogenannte „Biogeozönose « (der gesamte Eisberg mit seinem unter Wasser liegenden Teil) gut funktioniert. Dies bedeutet, dass sowohl die charakteristische Vegetation der Moore als auch die torfigen, torfnahen oder organischen Böden eine geomorphologische Einheit bilden. Gemäss Art. 5 der Moorschutzverordnung muss dafür gesorgt werden, dass «der Gebietswasserhaushalt erhalten und, soweit es der Moorregeneration dient, verbessert wird».

Inventar der Moore von nationaler Bedeutung

Die Schweizer Moore sind durch zwei Bundesinventare von Biotopen von nationaler Bedeutung geschützt. Es handelt sich dabei um:

- das Inventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung;
- das Inventar der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung;

Die Objekte dieser Inventare wurden anhand von Vegetationskriterien erfasst. Der Bestimmungsschlüssel und die kartografischen Anweisungen dafür wurden durch das BAFU definiert. Die Vegetation der Flachmoore, die durch Gefässpflanzen geprägt ist, unterscheidet sich grundlegend von der Vegetation der Hochmoore, die hauptsächlich durch Moose und einige spezialisierte Gefässpflanzenarten gekennzeichnet ist. Daher wurden zwei Inventare erstellt.

Diese Definition der Moorobjekte, basierend auf einer wertvollen historischen Vegetationsaufnahme, steht im Gegensatz zur Definition der Vorgehensweise «Espace Marais», basierend auf einem zu schützenden Lebensraum, in Form einer Biogeozönose (Moorkomplexes).

moorhydrologischer Hinweisperimeter

Dieser Perimeter ermöglicht die Wasserversorgung des Moores unter Anwendung des Grundsatzes der Beweislastumkehr. Die Projektinitiatoren innerhalb dieses Perimeters müssen nachweisen, dass ihr Projekt die Wasserversorgung des Moores nicht beeinträchtigt oder eine Lösung vorschlagen, um dies zu verhindern.

Der moorhydrologische Hinweisperimeter wird automatisch im Rahmen der Arbeiten des Teilprojekt 1 berechnet. Er umfasst:

- das topografische Einzugsgebiet eines definierten Moorkomplexes, unterteilt in verschiedene (Teil-) Einzugsgebiete, die nach ihrer Art der Versorgung des Moorkomplexes (durch Oberflächenabfluss, über einen Wasserlauf) klassifiziert sind
- den Moorkomplex selbst
- einen 25 bis 50 m breiten sensiblen Saum um den Moorkomplex, wo die Fläche nicht von einem Teil-Einzugsgebiet bedeckt ist

Dieser Perimeter kann nach der Qualitätskontrolle angepasst worden sein und entspricht möglicherweise nicht dem topografischen Einzugsgebiet.

Konsolidierter moorhydrologischer Perimeter

Dieser Perimeter ist das Ergebnis der im Rahmen des vorliegenden Teilprojekts 2 durchgeführten Arbeiten. Der moorhydrologische Hinweisperimeter (Ergebnis Teilprojekt 1) wird anhand der von Moorspezialisten durchgeführten Expertisen angepasst. Dazu werden die hydrologischen Moortypen, die Störungen und die vor Ort gemachten Beobachtungen berücksichtigt.

Der moorhydrologische Hinweisperimeter wird somit konsolidiert und gewährleistet die hydrologische Funktion der ökologisch ausreichenden Pufferzone.

Ökologisch ausreichende Pufferzone

Der Begriff «ökologisch ausreichende Pufferzone» wurde vom Bundesgericht eindeutig geklärt (BGE 124 II 19 von 1997). Dieser Präzedenzfall legt fest, dass eine ökologisch ausreichende Pufferzone für Moorbiootope grundsätzlich die Flächen umfassen muss, die für die folgenden Funktionen erforderlich sind:

- eine Wasserfunktion in Form eines Perimeters, innerhalb dessen keine Veränderungen des Wasserhaushalts zulässig sind, die die für den Erhalt der Moore erforderliche Wasserversorgung gefährden könnten
- eine trophische Pufferzone, die die indirekte Anreicherung nährstoffarmer Moore verringern oder verhindern soll
- eine biologische Funktion in Form eines Perimeters, der als Lebensraum für Tier- und Pflanzenarten dient, die für Moorbiootope und Übergangsgebiete spezifisch sind

Hydrologische Moortypen

Je nach hydrogeomorphologischem Kontext, in dem ein Moor entstanden ist, kann es einem hydrologischen Typ im Sinne des Handbuchs zur Erhaltung der Moore in der Schweiz (Steiner & Grünig 1997) zugeordnet werden. Die Endung «gen» gibt Aufschluss über die Entstehungsgeschichte, d. h. unter welchen Bedingungen das Moor entstanden ist. Mit der Endung «-troph» wird unterschieden, wie es heute mit Wasser versorgt wird. So kann ein fluviogenes Moor, das ursprünglich von einem Fluss gespeist wurde, heute von seiner ursprünglichen Wasserquelle abgeschnitten sein und nur noch durch Niederschlagswasser (Ombrotroph) versorgt werden.

Das Handbuch unterscheidet die folgenden wichtigsten hydrologischen Typen:

Fluviogen (Überflutungsmoor): Das Moor hat sich unter dem Einfluss von Überschwemmungen und dem Grundwasserspiegel eines Flusses entwickelt.

Topogen: Das Moor entsteht durch Versumpfung in einer geschlossenen Mulde, in der die Wasserzufuhr nicht ausreicht, um einen See zu bilden.

Limnogen (Verlandungsmoor): Das Moor entwickelt sich an den Ufern eines Gewässers und ist vom Wasserstand dieses Gewässers abhängig. Oft entwickelt sich die Vegetation und bedeckt schliesslich die gesamte Oberfläche des Gewässers.

Soligen (Hangmoor): Soligene-Moore entstehen an Hängen und werden unter dem Einfluss von Hangwasser gespeist. Man unterscheidet zwischen Überrieselungsmooren, die durch Hangwasser gespeist werden, und Durchströmungsmooren / Quellmooren, die ebenfalls in Hanglagen liegen, aber durch Quellen oder diffuse Zuflüsse gespeist werden.

Ombrogen (Niederschlagsmoor / Regenmoore): Ombrogene-Moore entstehen und entwickeln sich unter dem Einfluss von Niederschlagswasser (Regen, Schnee, Nebel). Es handelt sich also um Hochmoore, deren charakteristische Arten an das Leben unter mineral- und nährstoffarmen Bedingungen angepasst sind. Häufig entwickeln sich Hochmoore sekundär auf einem primären Typ (den anderen hydrologischen Typen), wenn die Ansammlung von Torf sie vom Grundwasser befreit. Rein ombrogene Hochmoore sind in der Schweiz selten.

ANHANG 2 : PROZESSSCHEMA «ESPACE MARAIS»

Prozessschema «Hydrologische Pufferzonen und Regenerationsmassnahmen»

