

Forschungsbericht BWPLUS

**Ökonomisch–ökologische Bewertung der
Klimawirksamkeit von Mooren
in Baden-Württemberg (Moore-BW)
Teil 1:
Ökologische Grundlagen, Entwicklungsoptionen,
Landnutzung und THG-Emissionen**

Autoren:

Norbert Billen, Andre Kalia, Karl Stahr
Institut für Bodenkunde und Standortslehre
Universität Hohenheim

Ingo Holz, Reinhard Böcker
Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie
Universität Hohenheim

Alexander Peringer, Verena Marggraff, Katrin Wiedmann, Giselher Kaule,
Hans-Georg Schwarz-v.Raumer
Institut für Landschaftsplanung und Ökologie
Universität Stuttgart

Unter Mitarbeit von
Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung J. Trautner, Filderstadt
Katrin Käufler, Sebastian Kern, Kirsten Adam-Schumm, Heike Weippert
Institut für Bodenkunde und Standortslehre
Universität Hohenheim

Förderkennzeichen: BWM 10002+10003

Die Arbeiten des Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung werden mit
Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

Januar 2015

Inhalt

I. Abbildungsverzeichnis	i
II. Tabellenverzeichnis	iv
III. Abkürzungen	vii
1. Einleitung	1
2. Ökologische Grundlagen und Entwicklungsoptionen	2
2.1 Moore (Holz)	2
2.2 Verbreitung, Gliederung und Dokumentation (Holz, Kalia, Billen et al.)	5
2.2.1 Dokumentation der Moore in Baden-Württemberg	5
2.2.2 Die Moorregionen in Baden-Württemberg (Holz)	10
2.3 Moore aus bodenkundlicher Perspektive (Billen, Kalia et al.)	14
2.3.1 Mächtigkeit von Moorböden	15
2.3.2 Grundwasserstand in Moorböden	19
2.4 Moore aus vegetations- und tierökologischer Perspektive (Holz, Kaule, Trautner et al.)	24
2.4.1 Analyse von Schwerpunktmooren (Holz)	24
2.4.2 Die Vegetation landwirtschaftlich genutzter Moore in Baden-Württemberg (Holz)	24
2.4.3 Potenzielle Moorregeneration und Ableitungen für Maßnahmeoptionen (Kaule, Schwarz-v.Raumer)	28
2.4.4 Tierökologische Bewertung (Trautner et al.)	36
3 Landnutzung und Emission	43
3.1 Nutzungswandel und Nutzungstypen (Billen et al.)	43
3.1.1 Landnutzungswandel südwestdeutscher Moore (Billen, Käufer)	43
3.1.2 Landnutzungstypisierung südwestdeutscher Moore (Billen et al.)	44
3.2 Fernerkundungsbasierte Differenzierung der Nutzungsintensität (Kalia, Billen)	46
3.2.1 Hintergrund	46
3.2.2 Modellgebiet	46
3.2.3 Methodik	47
3.2.4 Ergebnisse	49
3.2.5 Aufwand für Klassifikation mit Rapid Eye	58
3.2.6 Fazit	58
3.2.7 Ausblick	60
3.3 Erstellung eines räumlich hochaufgelösten Datensatzes zur aktuellen Landnutzung (Peringer, Wiedmann)	61

3.3.1	Erstellung eines flächendeckenden Landnutzungslayers	61
3.3.2	Landnutzungsklassifikation	63
3.3.3	Differenzierung der Nutzungsintensität von Grünland	66
3.4	Standörtliche Differenzierung des Grundwasserstandes (Peringer, Billen).....	66
3.4.1	Zuordnung von Grundwasserständen zu den Landnutzungen	66
3.4.2	Kalibrierung der Grundwasserstände	70
3.4.3	Validierung mit langjährigen Pegeldata	71
3.4.4	Überlagerung von Landnutzungs- und Grundwasserinformation	73
3.5	Treibhausgasemissionen aus Moorböden mit unterschiedlicher Landnutzungsintensität (Billen et al.)	75
3.5.1	Fazit einer Literaturrecherche (Billen, Adam-Schumm)	75
3.5.2	Landnutzungsorientierte Ergebnisse aktueller Messkampagnen (Billen)	78
3.5.3	Eignung von Modellrechnungen für standortspezifische Aussagen (Billen, Käufler)	78
3.6	Emissionsbilanz, Emissionskataster und Potenzialszenarien (Peringer, Wiedmann, Schwarz-v.Raumer)	81
3.6.1	Aktuelle CO2-Bilanzierung und resultierendes Emissionskataster (Peringer, Wiedmann, Schwarz-v.Raumer)	81
3.6.2	Rechnungen zu Einsparpotenzialen (Schwarz-v.Raumer)	82
3.6.2.1	Grobscreening zur Wiedervernässbarkeit	83
3.6.2.2	Bilanzrechnung „Potenzielle Natürliche Emission“ (Urwald-Szenario)	85
3.6.2.3	Potenzialrechnung „Kulturlandschaftsentwicklung“	86
4	Planungsaspekte	91
4.1	Moor- und Klimaschutz in Landschafts- und Landschaftsrahmenplänen (Marggraff)	91
4.1.1	Struktur der Befragung	91
4.1.2	Ergebnis	92
4.2	Zielarten (Trautner et al.)	93
4.3	Anmerkungen zu Natura 2000, Artenschutz und Umwelthaftung (Trautner et al.)	94
4.4	Renaturierungsökologie und Landschaftspflege (Trautner et al.)	95
4.5	Priorisierung der Gemeinden (Schwarz-v.Raumer)	99
5	Fazit	105
6	Zusammenfassung Berichtsteil 1 und 2	106
6.1	Kurzbeschreibung der Ergebnisse	106

6.2	Fortschritte für die Wissenschaft.....	107
6.3	Ergebnis- und Forschungstransfer.....	107
6.4	Übergreifendes Fazit.....	108
7	Literaturverzeichnis	110
8	Anhang.....	119
8.1	Anhang - Verzeichnis	119
8.2	Anhang - Dokumente und Tabellen	120

I. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Hydrogenetische Gliederung der Moore	4
Abbildung 2:	Ökologische Gliederung der Moore und ihrer Vegetation nach dem Nährstoffgehalt und dem Säure-Basen-Verhältnis.....	5
Abbildung 3:	Beispiel Gründlenried und Rötseemoos.....	7
Abbildung 4:	Moor- und Landnutzungsbeschreibung in unterschiedlichen Informationsquellen an repräsentativen Prüfpunkten im Pfrunger-Burgweiler Ried (tabellarische Details in Anhang 1)	9
Abbildung 5:	Links: Die Moorregionen Baden-Württembergs abgeleitet auf Grundlage der Naturräumlichen Gliederung. Rechts: Verteilung der Moore auf die Naturräumlichen Haupteinheiten und Moorregionen.....	11
Abbildung 6:	Verbreitung der hydrogenen Moortypen in den Moorregionen 1 und 2 sowie deren Lage im Niederschlagsgradient	14
Abbildung 7:	Ergebnis der berechneten Torfmächtigkeit, basierend auf der Differenz von mosaikierten LiDAR-Daten (LGL 2002) und der mit dem Kriging-Verfahren interpolierten Torfunterseite nach Göttlich (1965-1980) am Beispiel des Pfrunger-Burgweiler Rieds.	16
Abbildung 8:	Torfmächtigkeit nach in-situ Daten (Transekt von Kern 2012, s. schwarze Linie in) vs. berechneter Torfmächtigkeit (Differenz von LiDAR und Torfunterseite nach Göttlich (1965-1980)).	16
Abbildung 9:	Abhängigkeit der Gammastrahlung des 40K-Radioisotops und der Mächtigkeit torfhaltiger Bodenhorizonte am Beispiel des Pfrunger-Burgweiler Rieds (n. Kern 2012).	18
Abbildung 10:	Stichprobenmäßiger Vergleich der Torfmächtigkeit in aktuellen Bohrlochbeschrieben und früheren nach Göttlich (1965-1980) in LUBW (2012).	19
Abbildung 11:	Beispiel zur Verteilung der Grundwasserpegel aus der LUBW-Datenbank (UM-BW 2004, 2007) auf die Moorflächen im Süden Baden-Württembergs.	20
Abbildung 12:	Mittlere Grundwasserstände der Pegel im Pfrunger-Burgweiler Ried (cm unter Flur).....	21
Abbildung 13:	Radargramm und abgeleiteter Grundwasserspiegel auf einem vererdeten Hochmoor des Pfrunger-Burgweiler Rieds am 29.5.2012 (nach Vashev und Pollman 2012 - pers. Mitteilung)....	23
Abbildung 14:	Wasserstufe der amtlichen Bodenschätzung als erster Ableitungsindikator für die Wasserstandklassen, basierend auf einmaligen Wasserstandmessungen	24

Abbildung 15: Landwirtschaftlich genutzte Flächen im Schwerpunktgebiet „Äpfinger Ried“	26
Abbildung 16: Vereinfachtes Schema der Grünlandnutzung auf Moorstandorten in Baden-Württemberg.....	27
Abbildung 17: Hochmoorfläche im Alpenvorland (voralpines Hügel- und Moorland sowie Donau-Iller-Lechplatten) in BW im Niederschlagsgradient (Klassenmitte).	34
Abbildung 18: Ausweisung von Nutzungstypen in den Luftbildern von 1980 (links) und 2006 (rechts) am Beispiel eines land- und forstwirtschaftlich genutzten Bereichs im Südwesten des Pfrunger-Burgweiler Rieds (nach Käufler 2011).	44
Abbildung 19: Veränderung der Flächenanteile von verschiedenen Nutzungstypen am Beispiel des südwestlichen Pfrunger-Burgweiler Rieds basierend auf eine vergleichende Luftbildauswertung der Jahre 1980 und 2006 (nach Käufler 2011).....	44
Abbildung 20: Ablauf der multitemporalen und multispektralen Bildklassifikation von Satellitendaten zur fernerkundungsgestützten Analyse der Grünlandnutzungsintensität in Mooren (n. Kalia).	48
Abbildung 21: Spektroradiometrische in-situ Messungen einer intensiv genutzten Wiese im Pfrunger-Burgweiler Ried an vier Zeitpunkten..	50
Abbildung 22: Boxplot der Graustufenwerte des Mean Absolute Spectral Dynamic (MASD) von den Referenzdaten im Pfrunger-Burgweiler Ried in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität.....	52
Abbildung 23: NDVI Zeitreihe von drei Grünlandstandorten mit unterschiedlicher Nutzungsintensität.	53
Abbildung 24: NDVI (Mittelwert, Minimal- und Maximal- Werte) in Abhängigkeit von Nutzungsintensität und RapidEye Aufnahmedatum im Pfrunger-Burgweiler Ried.....	53
Abbildung 25: Ergebnis zur Berechnung der optimierten Klassentrennschärfe von vier Grünlandnutzungsintensitäten mit der eCognition-Software.....	54
Abbildung 26: Ergebnisse zur fernerkundungsbasierten GNI-Klassifikation am Beispiel des Pfrunger-Burgweiler Rieds.....	55
Abbildung 27: Vergleich der fernerkundungsbasierten (FE) und InVeKoS _{etc} -basierten Anzahl von Vergleichspunkten mit den kartierten Referenzdaten zur GNI-Klassifikation im Pfrunger-Burgweiler Ried	58

Abbildung 28: MASD-Änderungswert zur einfaktoriellen Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität am Beispiel des Ölkofen-Herbertinger Rieds und des Degermooses in räumlicher und transsektoraler Darstellung	59
Abbildung 29: Abdeckung der baden-württembergischen Moorflächen.....	60
Abbildung 30: Mosaik aus Landnutzungsdaten in Moorregion 1 (Voralpines Hügel- und Moorland) und Moorregion 2 (Donau-Iller-Lechplatte).	62
Abbildung 31: Lückenhaftigkeit der durch die Bodenschätzung abgedeckten Moorfläche am Beispiel des Pfrunger Rieds	67
Abbildung 32: Ableitung von Grundwasserständen aus der Bodenschätzung am Beispiel des Pfrunger Rieds.....	69
Abbildung 33: Korrespondenz von Parametern der Bodenschätzung mit in Bohrlöchern gemessenen Grundwasserständen.	71
Abbildung 34: Validierung der Grundwasserstände mit langjährigen Pegeldata des REMOKO-Projektes.	72
Abbildung 35: Kalibrierung der aus der Amtlichen Bodenschätzung abgeleiteten Grundwasserstandsklassen.....	73
Abbildung 36: Vergleich der modellierten THG-Emissionen im Pfrunger-Burgweiler Ried für das Jahr 2013 mit langjährigen Messungen nach Drösler	81
Abbildung 37: Räumliche Darstellung der Emissionsbilanz in einem 3km*3km-Flächenraster und für die Gemeinden in Moorregion 1 (Voralpines Hügel und Moorland) und 2 (Donau-Iller-Lechplatte)	84
Abbildung 38: Datensätze zur Bilanzierung der Potenzialrechnungen	85
Abbildung 39: Räumliche Verteilung der Emissionen aus Moorkörpern im Szenario „Potenzielle natürliche Emission“	87
Abbildung 40: Räumliche Verteilung der Reduzierung der Emissionen aus Moorkörpern in der der Bilanzrechnung „Kulturlandschaftsentwicklung gegenüber Ist-Zustand in der 10ha-Kulisse	89
Abbildung 41: Räumliche Verteilung der Indikatorwerte	100
Abbildung 42: Räumliche Verteilung der Indikatorwerte	101
Abbildung 43: Standardisierte und gemittelte Indikatorwerte als Bewertungsgröße für die Dimension (A); Klassifikation nach Standardintervall der Z-Transformation wie S. 99 beschrieben. .	102
Abbildung 44: THG-Einsparpotenzial als Indikator für Bewertungsdimension (B)	103
Abbildung 45: Ergebnis der Zusammenführung der Bewertungsdimensionen (A) und (B)	104

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Verbreitung verschiedener hydrogenetischer Moortypen in den Moorregionen Baden-Württembergs. X = Hauptvorkommen, x = Nebenvorkommen, (x) = selten, -- nicht vorhanden. Zu den Moorregionen siehe 2.2.2) 4
Tabelle 2:	Ausgewählte Kennwerte der LANDSAT5-TM und TerraSAR-X Satelliten. 9
Tabelle 3:	Klassifikationsgenauigkeit von zwei Satellitensystemen zur Darstellung der räumlichen Verteilung von Moorböden am Beispiel des Pfrunger-Burgweiler Rieds..... 10
Tabelle 4:	Flächenanteile der Moortypen des Moorkatasters Baden-Württemberg in den einzelnen Moorregionen sowie der Anteil der als Naturschutzgebiete ausgewiesenen Flächen. 11
Tabelle 5:	Flächenstatistik für die Hoch- und Niedermoorflächen im Moorkataster Baden-Württemberg. Verteilung der Mooregebiete auf Größenklassen (ha), Anzahl der Gebiete, Gesamtfläche (ha) in der jeweiligen Klasse, kumulierte Gesamtfläche. 12
Tabelle 6:	Maximal messbare Torfmächtigkeit in Abhängigkeit der Gammastrahlungsintensität des Kalium40-Radioisotops aufgrund der Unterschiede in der mineralischen Basis von Moorböden (n. Kuhfeld 2013). 17
Tabelle 7:	Anzahl der Grundwasser-Pegelmessstellen in der LUBW-Datenbank (UM-BW 2004, 2007) sowie Verteilung auf die Nieder- und Hochmoorstandorte in den Moorregionen..... 20
Tabelle 8:	Bearbeitete Schwerpunktmoore..... 25
Tabelle 9:	Priorisierung von Maßnahmen zur Moorrenaturierung..... 37
Tabelle 10:	Moortypische Tierarten Baden-Württembergs auf Basis des Informationssystems Zielartenkonzept des Landes (IS ZAK) für die dort nach Habitatstrukturen bzw. Lebensraum differenzierten Taxa..... 39
Tabelle 11:	Anzahl moortypische Zielarten unterschiedlicher Kategorien (anteilig an Zielarten des Informationssystems ZAK)..... 40
Tabelle 12:	Relevanz unterschiedlicher Lebensraumtypen für die moortypischen Zielarten i. w. S. (Mehrfachnennungen je Art möglich). 40
Tabelle 13:	Gehölztoleranz der moortypischen Zielarten i. w. S. 41
Tabelle 14:	Gehölztoleranz der moortypischen Zielarten i. e. S. 42

Tabelle 15:	Nutzungsformen von Moorstandorten in Baden-Württemberg, basierend auf Geländeuntersuchungen und Informationen von Experten sowie Auswahl durch den Expertenworkshop für die Berechnungen in Moore-BW (siehe graue Markierung).....	45
Tabelle 16:	Gruppierung der Grünlandnutzungsintensitäten für die multispektrale und multitemporale Analyse der RapidEye Satellitenbilddaten.....	49
Tabelle 17:	Übersicht der 16 geprüften Merkmalsindizes zur optimierten Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität auf Moorstandorten (Berechnungsdetails siehe Anhang 5).	51
Tabelle 18:	Ergebnis zur Validierung der Genauigkeit einer fernerkundungsbasierten Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität mit den drei Objektmerkmalen MASD, MASD_SD sowie NDVI_Frühling im Vergleich zu kartierten Referenzflächen im Pfrunger-Burgweiler Ried (n. Kalia).56	
Tabelle 19:	Ergebnis zur Validierung der Genauigkeit einer InVeKoS _{etc} -basierten Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität im Vergleich zu kartierten Referenzflächen im Pfrunger-Burgweiler Ried (n. Kalia)	57
Tabelle 20:	Datengrundlage für die Erstellung des Landnutzungslayers.....	65
Tabelle 21:	Trennschärfe von Acker- und Grünlandzahl (WZ2_KLA) und Wasserstufe (WASSER_NUM) zur Identifikation hoher und mittlerer Grundwasserstände.....	72
Tabelle 22:	Acker- und Grünlandflächen (ha) in Moorregion 1 (Voralpines Hügel- und Moorland) differenziert nach Nutzungsintensität (Grünland) und Grundwasserstand. Grundwasserstände wurden nur auf Moorböden abgeschätzt.	74
Tabelle 23:	Acker- und Grünlandflächen (ha) in Moorregion 2 (Donau-Iller-Lechplatte) differenziert nach Nutzungsintensität (Grünland) und Grundwasserstand. Grundwasserstände wurden nur auf Moorböden geschätzt.	75
Tabelle 24:	Zusammengefasstes Ergebnis der Recherche zu den wesentlichen Einflussfaktoren auf die Emission von Treibhausgasen aus Moorböden (nach Adam-Schumm 2011)....	77
Tabelle 25:	GWP in CO ₂ -Äquivalenten und mittlere Grundwasserstände von den Nutzungstypen süddeutscher Moorböden (die Berechnungen und Bilanzen in Moore-BW basieren auf den hellgrau markierten Nutzungstypen, die durch den Expertenworkshop ausgewählt wurden)	80

Tabelle 26:	Basismerkmale zur Nutzungsintensität von zwei Messflächen im Pfrunger-Burgweiler Ried von der AG Kazda im BW-Plus-Projekt BWM 11003 (Streck et al. 2013, 2014) im Vergleich zur Definition nach Drösler et al. (2011).	81
Tabelle 27:	Gesamtemission im Szenario „Potenzielle natürliche Emission“.	86
Tabelle 28:	Annahmen in der Potenzialrechnung „Kulturlandschaftsentwicklung (WVNpot = potenziell wiedervernässbare Fläche entspr. Kapitel 3.6.2.1)	90
Tabelle 29:	Indikatoren zur Bewertung von Umnutzungshemmnissen	99
Tabelle 30:	Priorisierungsmatrix zur Zuordnung einer Priorität zu den Gemeinden hinsichtlich deren Eignung für Moorschutzmaßnahmen	103
Tabelle 31:	Gemeinden, die als Ergebnis der Bewertung mit höchster Priorität für Moorschutzmaßnahmen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen geeignet sind.....	104

III. Abkürzungen

ABS	Amtliche Bodenschätzung
ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
ATKIS	Amtliche Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BW	Baden-Württemberg
CO ₂ eq	CO ₂ -Äquivalente (= GWP von CO ₂ , CH ₄ und N ₂ O)
DHHN12	Deutsches Haupthöhennetz 1912
DHHN92	Deutsches Haupthöhennetz 1992
DLM25	Digitales Landschaftsmodell im maßstab 1:25.000
DLR	Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt
FE	Fernerkundung
GEST	Greenhouse Gas Emission Site Type
GISELA	Geographisches Informationssystem Entwicklung Landwirtschaft (MLR)
GNI	Grünlandnutzungsintensität
GPR	Ground Penetrating Radar / Bodenpenetrierendes Radar
GPS	Global Positioning System / Globales Positionsbestimmungssystem
GW	Grundwasser
GWP	Global warming potential / Treibhauspotenzial
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
IS-ZAK	Informationssystem Zielartenkonzept der LUBW
KUP	Kurzumtriebsplantage
LiDAR	Light detection and ranging
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz BW
LPR	Landschaftspflegebericht
MEKA	Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich
MLR	Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz W
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NDWI	Normalized Difference Water Index
p.M.	persönliche Mitteilung
Radar	Radio Detection and Ranging
REMOKO	Projekt "Regionales Moorentwicklungskonzept"
RIPS	Rauminformations- und Planungssystem der LUBW
SAR	Synthetic Aperture Radar
THG	Treibhausgase
THG	Treibhausgasemissionen
TI	Thünen Institut Braunschweig
VIS-TIR	sichtbarer Bereich bis thermales Infrarot
ZAK	Zielartenkonzept Baden-Württemberg

1. Einleitung

Im Projekt „Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg“ haben wir uns u.a. vorgenommen, in einem interdisziplinären Ansatz umfangreiche Grundlagendaten und –kenntnisse zur Situationsbewertung der Moorstandorte in Baden-Württemberg im Hinblick auf ihre Klimarelevanz zu untersuchen. Dabei wird die ökologische Bestandsaufnahme durch die Ergänzung des aktuellen Wissensstandes mit selektiver Geländearbeit erreicht. Zudem war es im Projekt Ziel, anhand ausgewählter Standorte eine Methode zu entwickeln, die die Ansprache von Moorstandorten durch Fernerkundung ermöglicht. Hierüber und über die Erstellung eines Grundlagendatensatzes zu Landnutzung und THG-Emission berichtet der erste Teil des Abschlussberichts zum Projekt.

Kapitel 2 stellt zunächst die geographischen und Landschaftsökologischen Grundzüge der Moore in Baden-Württemberg dar. Es berichtet über Grundlagenuntersuchungen und grundlegende Beurteilungen für die weiteren Schritte im Projekt und setzt dabei einen Betrachtungsrahmen, der zum Verständnis der weiteren Kapitel eine notwendige Voraussetzung darstellt.

Schon hier sei darauf aufmerksam gemacht, dass die Bearbeitung aller Moorkommen den Rahmen des Projekts sprengt. Vielmehr konzentriert sich das Projekt auf das Gebiet der **Baden-württembergischen Alt- und Jungmoränenlandschaft (Naturraum Alpenvorland in Baden-Württemberg)**. Trotzdem geht Abschnitt 2.2 zunächst generell auf die Moore in Baden-Württemberg ein. Dabei wird auch die zentrale Datengrundlage des Projekts, das Moorkataster des Landes Baden-Württemberg vorgestellt.

Die Hauptfragestellung von Kapitel 2 besteht aber dann vor allem darin, Entwicklungsoptionen der Moore im Baden-Württembergischen Alpenvorland aus bodenkundlicher und ökologischer Sicht darzustellen und dies als Voraussetzung für eine adäquate Bewertung der im Projekt diskutierten Optionen zur THG-Einsparung.

Kapitel 3 widmet sich dann Analysen, Setzungen und im Projekt verwendeten Daten zu Standortbedingen, Landnutzung, Umnutzungsoptionen und THG-Emissionen auf Moorkörpern.

Unter den hier in Kapitel 4 dargestellten Planungsaspekten werden drei Teilfragestellungen aufgegriffen. Die erste adressiert die Stellung des Moorschutzes in der Landschaftsplanung, die zweite leuchtet die Bedeutung tierökologischer Fragestellungen aus und in einem letzten Kapitel wird eine Priorisierung von Gemeinde für Moorschutzmaßnahmen vorgeschlagen.

Auf dem hier vorliegenden ersten Berichtsteil baut der zweite Berichtsteil zur ökonomisch-ökologischen Modellierung auf (Projekt BWM 10001).

2. Ökologische Grundlagen und Entwicklungsoptionen

2.1 Moore (Holz)

Moore entwickeln sich dort, wo über mineralischem Grund langfristig wassergesättigtes organisches Material angehäuft wird. Es sind nasse Lebensräume die durch Versumpfung terrestrischer Lebensräume oder durch Verlandung von Gewässern entstehen.

In Mooren bedeutet der ständige Wasserüberschuss aus Niederschlägen oder Mineralbodenwasser einen Sauerstoffmangel und führt zu einem unvollständigen Abbau der pflanzlichen Reste, die als Torf abgelagert werden. Mit der Anhäufung von Torf wächst die Oberfläche von lebenden Mooren in die Höhe. Bei der Torfbildung in Mooren handelt es sich um vor Ort („sedentär“) gebildete Ablagerungen aus den unvollkommen zersetzten Resten abgestorbener Pflanzen. Moore werden in der Bodenkunde als Moorböden bzw. organische Böden erfasst. Nach bodenkundlicher Definition ist Torf ein Bodensubstrat mit mehr als 30 % organischer Substanz und in einem Moorboden hat der Torf eine Mächtigkeit von mindestens 30 cm.

Aus ökologischer Sicht sind Moore komplexe, gewachsene Lebensräume, deren moortypische Arten und Lebensgemeinschaften an permanenten Wasserüberschuss angepasst sind. Sie sind durch einen Torfkörper gekennzeichnet und bestehen aus einer Vielzahl von Moorstandorten, die durch die Art des Substrates und die hydrologischen, chemischen und nährstoffökologischen Bedingungen bestimmt werden. Sie weisen eine eigene Entstehungsgeschichte, Oberflächengestalt und Funktion im Landschaftshaushalt auf.

Im Allgemeinen ist abgestorbene Biomasse Mineralisierungs- und Humifizierungsvorgängen ausgesetzt, die maßgeblich durch Mikroorganismen gesteuert werden. Die Zersetzungsrates hängt dabei entscheidend von der Temperatur, der Verfügbarkeit von Sauerstoff, der chemischen Beschaffenheit der Pflanzenreste sowie von der Aktivität der Mikroorganismen ab. In natürlichen Mooren sorgen geringe Sauerstoffgehalte dafür, dass diese Abbauvorgänge, zumindest in den unteren Bodenschichten, nicht oder nur sehr verlangsamt ablaufen. Wichtige Faktoren, die die Torfbildung in Mooren begünstigen, sind die relativ hohen Anteile von mikrobiell schwer abbaubaren Substanzen in den abgestorbenen Pflanzenresten und ein Mangel an Bodentieren.

Die jährliche Biomasseproduktion der Vegetation im Moor ist also größer als der mikrobielle Abbau der organischen Substanz im Boden. Ein Teil der durch Pflanzen erzeugten Biomasse verbleibt so im Boden, wodurch die Moore jährlich bis zu einem Millimeter in die Höhe wachsen. Moore stellen somit einen natürlichen Kohlenstoffspeicher dar. Sie konnten in den letzten Zehntausend Jahren Torfkörper mit einer Mächtigkeit von 5 bis 10 Metern aufbauen und stellen somit langfristige, natürliche Kohlenstoffspeicher dar.

Moore lassen sich grundsätzlich in zwei hydrogenetische Haupttypen differenzieren: Hochmoore und Niedermoore (Abbildung 1). Hochmoore werden ausschließlich durch Niederschläge gespeist und deshalb oft auch als Regenwassermoore bezeichnet. Natürlicherweise sind Hochmoore sehr arm an Nährstoffen und die Reaktion ihrer Torfe ist

sauer, sie sind ombrotroph. Niedermoore werden dagegen zusätzlich von Grund-, Boden- oder Oberflächenwasser gespeist, sie sind minerotroph. Ihr topologisch bestimmter Standort hat durch die Zufuhr von Nährstoffen aus der Umgebung grundsätzlich eine bessere Nährstoffversorgung als Hochmoore. Niedermoore haben in der Regel eine höhere Primärproduktion und eine höhere Biodiversität als Hochmoore.

Regenwassermoore entstehen durch das Wachstum von Torfmoosen, die Wasser speichern können wie ein Schwamm. Während sie an der Spitze ständig in die Höhe wachsen, sterben sie an der Basis ab und bilden Torf. Durch das Herauswachsen aus dem mineralstoffreichen Grundwasserniveau werden Regenmoore nur noch vom Regenwasser gespeist. Bei der Aufnahme von Nährsalzen aus dem gespeicherten Regenwasser säuern Torfmoose dieses an, so dass Regenmoore letztlich saure, nährstoffarme und nasse Lebensräume darstellen.

Die Entstehung und Entwicklung eines Moores ist von den hydrologischen Bedingungen abhängig. Diese werden durch Wasserzustrom, Grundwasserschwankungen und moorinterne Wasserströmungen gesteuert und beeinflussen Stofftransporte, die hydrologischen Eigenschaften der Moorvegetation und der Torfe selbst sowie den Schichtaufbau. Obwohl jedes Moor eine eigene Charakteristik besitzt, können sie aufgrund ihrer hydrologisch-entstehungsgeschichtlichen Verhältnisse entsprechenden hydrogenetischen Moortypen zugeordnet werden (Abbildung 1).

Durch Änderungen im Wasserhaushalt sind viele Moore durch eine vertikale Abfolge verschiedener Moortypen gekennzeichnet. Anhand der Abfolgen lassen sich primäre, sekundäre und tertiäre Moorbildungen ableiten. Zusätzlich führen laterale Änderungen der hydrogeologischen Verhältnisse zu Mooren, in denen verschiedene Moortypen nebeneinander vorkommen. Um diese sehr komplex aufgebauten Moore detailliert zu beschreiben, sind aufwendige Geländeuntersuchungen notwendig.

Die ökologischen Moortypen lassen sich aus Informationen zur Vegetation, dem Nährstoffgehalt und dem Säure-Basen-Verhältnis abgrenzen (Abbildung 2). Der Nährstoffgehalt kann in drei Stufen eingeteilt werden: nährstoffarm (oligotroph), mäßig nährstoffarm (mesotroph) sowie nährstoffreich (eutroph). Das Säuren-Basen-Verhältnis wird anhand des pH-Wertes angegeben und ebenso wie der Nährstoffgehalt in drei Stufen eingeteilt. Die sauren Moore besitzen einen pH-Wert unter 4,8, schwach saure Moore einen pH-Wert zwischen 4,8 und 6,4 (subneutral) und die alkalischen Moore einen pH-Wert zwischen 6,4 und 8 (kalkhaltig). Nach Succow & Joosten (2001) lassen sich mit diesen Angaben fünf ökologische Moortypen bestimmen: Reichmoore (eutroph), Kalk-Zwischenmoore (mesotroph-kalkhaltig), Basen-Zwischenmoore (mesotroph-subneutral), Sauer-Zwischenmoore (mesotroph-sauer) und die Sauer-Anmoore (oligotroph-sauer).

Niedermoor			Hochmoor
minerogen Moorwasserspiegel durch Grund-, Stau- oder Oberflächenwasser bestimmt			ombrogen grundwasserunabhängiger Moorwasserspiegel „Regenwassermoore“ Regenmoore Deckenmoore
topogen	soligen	fluviogen	
Verlandungsmoor	Quellmoor	Überflutungsmoore (periodisch überflutet)	
Versumpfungsmoor (Grund- oder Stauwasser) (Kesselmoor)	Hangmoor Durchströmungsmoor	Küsten-Auen-Seen-	

Abbildung 1: Hydrogenetische Gliederung der Moore

Tabelle 1: Verbreitung verschiedener hydrogenetischer Moortypen in den Moorregionen Baden-Württembergs. X = Hauptvorkommen, x = Nebenvorkommen, (x) = selten, -- nicht vorhanden. Zu den Moorregionen siehe 2.2.2)

Moortypen	Moorregion				
	I Jungmoräne	II Altmoräne	III Baar	IV Schwarzwald	V Rheintal
Niedermoor (minerogen)	X	X	X	X	X
topogen					
Verlandungsmoor	x	x	x	x	x
Versumpfungsmoor	x	x	x	x	x
Kesselmoor	x	x	--	x	--
soligen					
Quellmoor	x	--	x	x	--
Hangmoor	x	--	x	x	--
Durchströmungsmoor	(x)	x	(x)	(x)	x
fluviogen					
Überflutungsmoor	(x)	x	(x)	--	x
Hochmoor (ombrogen)	X	X	x	X	--
Regenmoor	x	x	x	x	--
Deckenmoor	--	--	--	x (Grinden)	--

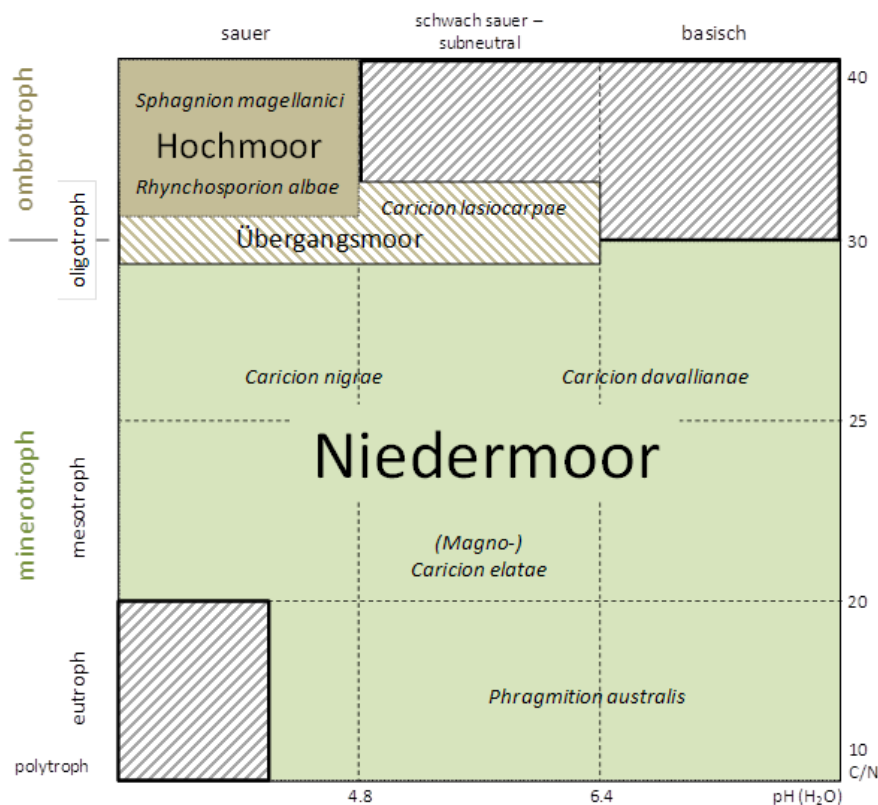


Abbildung 2: Ökologische Gliederung der Moore und ihrer Vegetation nach dem Nährstoffgehalt und dem Säure-Basen-Verhältnis.

2.2 Verbreitung, Gliederung und Dokumentation (Holz, Kalia, Billen et al.)

2.2.1 Dokumentation der Moore in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg wird das Vorkommen von Mooren im „Moorkataster“ der LUBW dokumentiert. Das Moorkataster gibt Lage und Ausdehnung von Torflagerstätten in Baden-Württemberg wieder. Die Moorgeometrien sowie im Rahmen der Kartierungen aufgenommenen Bohrprofile sind in einer Datenbank gespeichert. Das Moorkataster und seine Beschreibungen sind im Internet über die Anwendung "Daten- und Kartendienste der LUBW" zugänglich: <http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de>. Nicht allgemein zugänglich ist die Datenbank mit den Beschreibungen der Bohrprofile.

2.2.1.1 Entstehung des Moorkatasters (Holz)

Aus wirtschaftlichem Interesse am Rohstoff Torf wurde um 1900 in Oberschwaben mit einer systematischen Aufnahme von Moorflächen begonnen. Den Kern des Moorkatasters in Oberschwaben, im Jung- und Altmoränenhügelland sowie im Bereich der Iller-Riß-Platten, im Tertiärhügelland und Adelegg einschließlich dem württembergischen Donauried sowie Teilen der Baar bilden die Kartierungen von Prof. Dr. Karlhans Göttlich (und Mitarbeiter) in den 1960er und 1970er Jahren. Neben der genauen Lage und Grö-

ße erfasste Göttlich durch Abbohren auch die Mächtigkeit der Torflagerstätten. Außerdem wurden die aufgenommenen Moore beschrieben (Lage, Moortyp, Mächtigkeit, Torfabfolge, Entstehung). Die Ergebnisse seiner Erhebungen publizierte Göttlich als „Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000“ (Göttlich 1965-80). Jedes Kartenblatt der Moorkarte wurde durch einen Erläuterungsband ergänzt. Die Originalkartierungsunterlagen von Göttliche befinden sich z.T. am Landwirtschaftliche Zentrum Baden-Württemberg in Aulendorf und an der LUBW in Karlsruhe. Teile der Originalunterlagen sind aber auch verloren gegangen.

Auf dem Grundstock der Moorkarte von Baden-Württemberg wurde das Moorkataster von der LUBW durch weitere Kartierungen im Schwarzwald und Oberrheingebiet ergänzt. Im Hochrhein- und Oberrheingebiet erfolgte die Kartierung von Ende der 1980er-Jahre bis Mitte der 1990er-Jahre. Der Schwarzwald wird seit Ende der 1990er-Jahre aufgenommen. Wichtige Publikationen in diesem Zusammenhang sind Raab (1997) und LfU (2002). Die Kartierung wurde in den Gebieten Baden-Württembergs in denen Moore häufig vorkommen 2012 abgeschlossen. Das Moorkataster enthält heute 38.000 ha Moorfläche aus über 1.700 Mooren bzw. Moorgruppen.

Heute stehen Aspekte des Boden- und Naturschutzes als Motivation zur Fortführung des Moorkatasters im Vordergrund.

2.2.1.2 Aufbau des Moorkatasters (Holz)

Kartiergrundlage für die Flächen der Moore, der überdeckten Moore und teilweise von Anmooren ist im ehemals selbstständigen Baden die Deutsche Grundkarte 1:5.000 (DGK5) und im ehemals selbstständigen Württemberg teilweise die Katasterkarte 1:2.500. Für Oberschwaben wurde als Digitalisierungsgrundlage für das Moorkataster die „Moorkarte von Baden-Württemberg im Maßstab 1:50.000“ (Göttlich 1965-1980) verwendet. (Zur Struktur der Datenbank siehe Anhang 12).

Insgesamt sind im Moorkataster derzeit 7660 Flächen (Polygone) aus 1728 verschiedene Mooren (LANGNAME, Stand: März 2012) erfasst. (Abbildung 3) zeigt einen Ausschnitt aus dem Moorkataster. Das Moorkataster differenziert zwischen folgenden Moortypen: [1] "Hochmoor", [2] "Niedermoor", [3] "überdecktes Niedermoor", [4] "Anmoor", [5] "überdecktes Anmoor", [6] "seekreidehaltiger Boden", [7] "zerstörtes Moor" und [8] "nicht differenziert".

Neben den Moorflächen werden die bei der Erkundung erstellten Beschreibungen der gezogenen Bohrprofile in einer Datenbank erfasst. Die Bohrprofile wurden mit Rechts-/Hochwert erfasst und können, wenn erforderlich, in Kartendarstellungen eingebunden werden. Die Bohrprofile erfassen die Schichtenfolge von der Oberfläche bis zur maximalen Tiefe der Bohrung, in einigen Fällen bis zum mineralischen Untergrund. Die Schichten werden ausgewiesen nach Lagerungsdichte, Zersetzungsgrad, Mächtigkeit, Vegetationsinhalt, Körnung bei mineralischem Material und Art von Mudden. Insgesamt liegen fast 27.000 Bohrprofile aus Mooren in Baden-Württemberg vor. Bei einem großen Teil dieser Bohrprofile wurde für die Mooroberfläche auch die Höhe (m üNN) nivell-

- Inhaltliche Differenzen zwischen den Kartierern: Die Kartierungen wurden in einzelnen Regionen von verschiedenen Kartierern über einen sehr langen Zeitraum und mit verschiedenen Zielsetzungen und Fragestellungen aufgenommen. Daraus ergeben sich oft erhebliche inhaltliche Differenzen zwischen den einzelnen Moorregionen, zwischen verschiedenen Mooregebieten und zwischen verschiedenen Bearbeitern.
- Maßstab und Genauigkeit der Kartierung: Für Oberschwaben wurde die Lage der Moore im Moorkataster nach der „Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000“ digitalisiert. Vor allem bei kleinen Mooren und bei Mooren entlang von Flusstälern ergeben sich hieraus erhebliche Lagefehler. Ursache für diese Lagefehler sind oft die in diesem Maßstab üblichen und notwendigen Generalisierungen des Reliefs. Bei einer Darstellung in einem anderen Maßstab (z.B. 1:5.000) können sich hieraus erhebliche Fehler ableiten.
- Digitalisierungsfehler: Bei der Digitalisierung der Moore (vor allem aus der gedruckten Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000) gibt es Lageverschiebungen (z.B. Federsee) oder fehlende Teilflächen (z.B. Hochmoorrest des Wilden Riedes beim Federsee).

2.2.1.4 Vergleich der Moorverbreitung in amtlichen Kartenwerken (Billen, Käufer)

Die Qualität von Informationen zur Moorverbreitung, die Grundlage für die regionalisierten Aussagen in Moore-BW sind, wurde exemplarisch anhand eines Transektes im Randgebiet des Pfrunger-Burgweiler Rieds an 12 repräsentativen Prüfpunkten mittels Landnutzungsbeschreibung sowie Moorbodenaufnahmen und –analysen durchgeführt. Diese umfassten die Überprüfung der Mindestmächtigkeit des Torfes von 30 cm und des Mindestgehalts an organischer Substanz von 30 % entsprechend der Definition nach KA5 (BGR 2005). Die Ergebnisse wurden mit den Aussagen des ATKIS, der Moorkarte nach Göttlich (1965-1980) sowie dem Klassenzeichen der amtlichen Bodenschätzung verglichen. Demnach wiesen die Bodenuntersuchung und die amtliche Bodenschätzung gleichermaßen 35 % mineralische Böden auf, die Moorkarte und auch ATKIS hingegen keine (Käufer 2011). Die organischen und mineralischen Böden können demnach am besten mit dem Klassenzeichen der amtlichen Bodenschätzung differenziert werden (Abbildung 4). Die Unterscheidung von Hochmoor und Niedermoor kann jedoch am besten mit der Moorkarte vorgenommen werden. Um die Differenzierung der Moorböden aber auch bei allen weiteren Analysen in Moore-BW zu gewährleisten, wird die mögliche Tendenz zur Überschätzung der Moorflächen toleriert, die sich durch die Verwendung der Moorkarte für weitere Raumanalysen ergibt.

2.2.1.5 Fernerkundung zur Ermittlung der Moorverbreitung (Kalia, Billen)

In Moore-BW sollte zum Ermitteln der räumlichen Moorverteilung auch das Potenzial der Fernerkundung betrachtet werden. So zeigt z.B. die Studie von Wright et al. (2006) die Möglichkeiten des weit verbreiteten LANDSAT5 Satelliten zur Moorkartierung mit dem

optischen Thematic-Mapper Sensor. Darüber hinaus sollte auch ein innovativer Ansatz wie z.B. mit aktiven Radarsensoren vom TerraSAR-X Satelliten (Pitz und Miller 2010) geprüft werden (siehe auch Tabelle 2). Die Betrachtungen wurden exemplarisch für das Pfrunger-Burgweiler Ried durchgeführt. Dazu wurden Die LANDSAT-Daten zunächst nach der Methode von Richter (1994) mittels der Software ATCOR3 atmosphärenkorrigiert. Anschließend wurden eine Hauptkomponentenanalyse, verschiedene Indizes (z.B. normalised difference water index (NDWI) und Quotienten, z.B. das Verhältnis aus mittlerem Infrarot und rotem Kanal (5/3-Quotient), zur Bildverbesserung angewendet. Bei den TerraSAR-X Daten wurde eine Speckle Reduzierung durch Nutzung des Lee-Sigma Filters (Lee 2009) mittels der NEST software (Next ESA SAR Toolbox) erreicht. Anschließend wurden die Bilddaten mit der Software eCognition mit dem Nächste-Nachbarn-Algorithmus (nearest neighborhood algorithm, Blaschke 2010) klassifiziert.

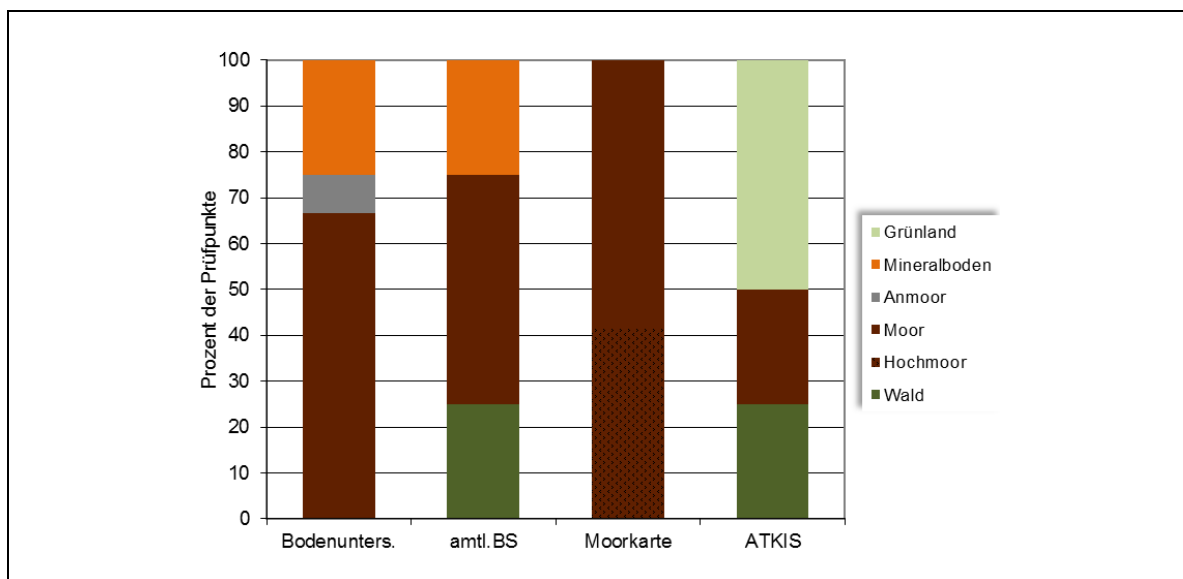


Abbildung 4: Moor- und Landnutzungsbeschreibung in unterschiedlichen Informationsquellen an repräsentativen Prüfpunkten im Pfrunger-Burgweiler Ried (tabellarische Details in Anhang 1)

Tabelle 2: Ausgewählte Kennwerte der LANDSAT5-TM und TerraSAR-X Satelliten.

Satellitensystem	räumliche Auflösung	Spektrale Auflösung	Zeitliche Auflösung	Mögliche Anwendung
LANDSAT5-TM	30 m	7 Bänder 0,4 – 2,4 µm VIS-TIR	26 Tage	Vegetationskartierung
TerraSAR-X	3 m	X-Band λ = 3 cm	11 Tage	Vegetationskartierung, physikalische Eigenschaften der Erdoberfläche

Die Ergebnisvalidierung fand mit Hilfe der Moorkarte (Göttlich 1965-1980) und eigenen Feldaufnahmen statt. Dabei wurde die überlappende Fläche bestimmt und der prozentuale Anteil zur nicht detektierten Fläche berechnet. Demnach war zwar mit beiden Systeme-

men eine räumliche Verbreitung von Moorböden darstellbar, allerdings war aufgrund einer Abweichung von z.T. weit über 10 % die Ergebnisqualität kaum befriedigend (siehe auch Tabelle 3). Im Detail war die Trefferquote zum einen mit LANDSAT5-TM besser als mit TerraSAR-X, zum anderen wurden mit beiden Systemen Niedermoore erheblich besser erfasst als Hochmoore.

Tabelle 3: Klassifikationsgenauigkeit von zwei Satellitensystemen zur Darstellung der räumlichen Verteilung von Moorböden am Beispiel des Pfrunger-Burgweiler Rieds.

Satellitensystem	Klassifikationsgenauigkeit in %	
	Hochmoor	Niedermoor
LANDSAT5-TM	66	86
TerraSAR-X	35	82

Die Böden selbst können die beiden Systeme bei Vegetationsbedeckung jedoch nicht observieren. Während LANDSAT z.B. Informationen über Chlorophyllgehalt ermöglicht zeigt TerraSAR hauptsächlich strukturelle Eigenschaften wie Feldgrenzen sowie Feuchtegehalte an. So resultiert die anscheinend bessere Differenzierung der Moorböden mit LANDSAT5-TM unter anderem aus einem stärkeren Zusammenhang zwischen Vegetationszustand und Moorboden als zwischen Moorboden und strukturellen Eigenschaften wie Oberflächenrauigkeit, Geometrie oder Feuchtegehalt. So wies der NDWI einen befriedigenden Zusammenhang mit der Grenze von Hochmoor zu Niedermoor auf, während das Verhältnis von mittlerem Infrarot und rot (5/3 Quotient) einen Zusammenhang mit der Grenze von Niedermoor zu Mineralboden aufzeigte. Da insgesamt jedoch vergleichbare Werte des NDWI und 5/3-Quotienten auch in der Umgebung des untersuchten Moores verstreut vorlagen, konnte allein mit dem LANDSAT5-TM Verfahren die Verbreitung von Moorböden nicht befriedigend dargestellt werden. Möglicherweise verbessert sich die Qualität der Ergebnisse, indem mit einer Kombination beider oder weiterer Systeme eine multisensorische Klassifikation wie z.B. bei Li und Chen (2005) durchgeführt wird. So könnten die Nutzung des thermalen Bereiches (Prinzip der Emissivität), multifrequente bildgebende SAR-Systeme, Radar Scatterometer (Bodenfeuchte) oder Gammastrahlen-Spektroskopie bzw. bodenpenetrierende Radar Messungen neben der traditionellen Bohrstockkartierung einen Beitrag zur Moorkartierung leisten (siehe auch Kapitel 2.3.1.2 und 2.3.2.32.3.2.3).

2.2.2 Die Moorregionen in Baden-Württemberg (Holz)

Die regionalspezifische Betrachtung der Moore in Baden-Württemberg erfolgt auf einer aus der Naturräumlichen Gliederung (Meynen & Schmithüsen 1953-1962) abgeleiteten Einteilung der Moore in fünf Moorregionen (I bis V). Abbildung 5 gibt einen Überblick über die Moorregionen Baden-Württembergs.

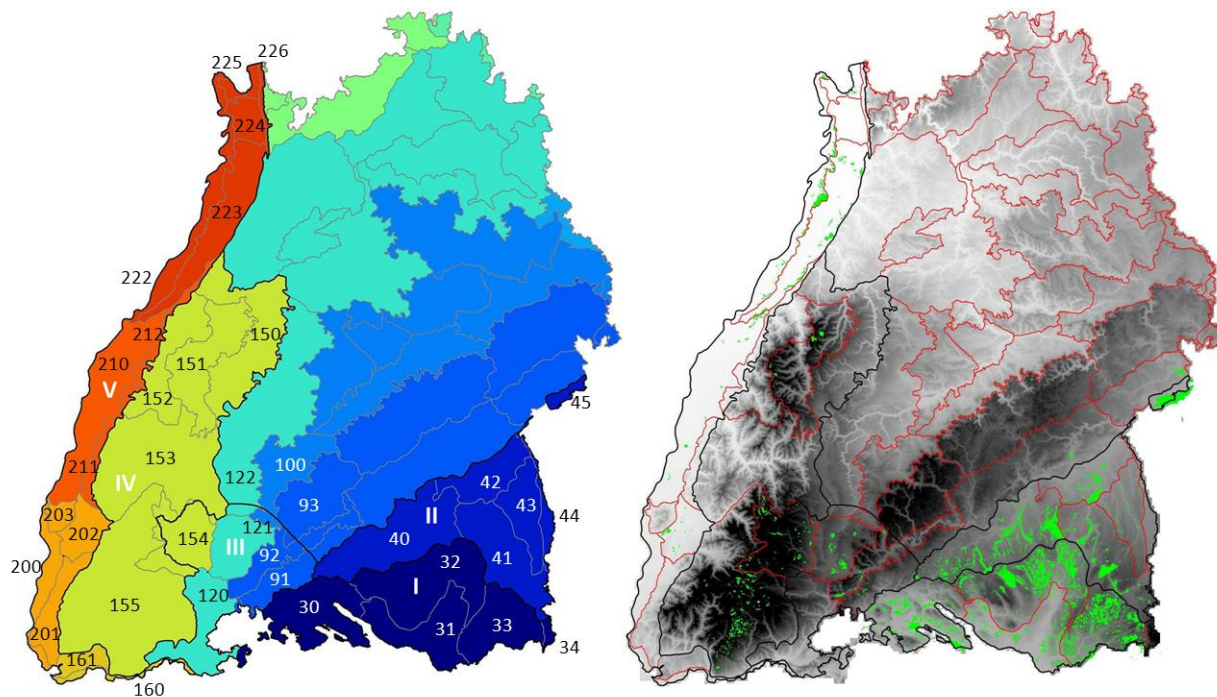


Abbildung 5: Links: Die Moorregionen Baden-Württembergs abgeleitet auf Grundlage der Naturräumlichen Gliederung. Graue Linien, farbige Flächen und arabische Ziffern - Naturräumliche Gliederung von Baden-Württemberg. Schwarze Linien und römischer Ziffern - Moorregionen von Baden-Württemberg: I: Vor-alpines Hügel- und Moorland, II: Donau-Iller-Lechplatte, III: Donauquellen-Baar-Hegau-Alb, IV: Schwarzwald, V: Ober- und Hochrhein. Rechts: Verteilung der Moore auf die Naturräumlichen Haupteinheiten und Moorregionen.

Tabelle 4: Flächenanteile der Moortypen des Moorkatasters Baden-Württemberg in den einzelnen Moorregionen sowie der Anteil der als Naturschutzgebiete ausgewiesenen Flächen.

Moorregion	Voralpines Hügel- und Moorland			Donau-Iller-Lech Platte			Donauquellen-Baar-Hegau-Alb			Schwarzwald			Ober- und Hochrhein		
	kein NSG		kein NSG	kein NSG		kein NSG	kein NSG		kein NSG	kein NSG		kein NSG	kein NSG		
	ha	%	%	ha	%	%	ha	%	%	ha	%	%	ha	%	%
Hochmoor	2078	52	48	1133	94	6	25	99	1	344	80	20	0	0	0
Niedermoor	17053	18	82	10962	33	67	917	43	57	1673	44	56	939	34	66
Anmoor	3972	7	93	4288	7	93	438	7	93	227	41	59	703	19	81
Zwischensumme	23103			16382			1380			2244			1641		
überdecktes Niedermoor	343	17	83	266	0	100	156	13	87	21	1	99	1477	27	73
überdecktes Anmoor	174	10	90	45	0	100	3	0	100	0	0	100	0	0	0
seekreidehaltiger Boden	1852	51	49	20	17	83	10	54	46	3	21	79	50	98	2
zerstörtes Moor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	100	215	39	61
nicht differenziert	0	0	0	8	0	100	0	0	0	0	0	0	15	29	71
Gesamtsumme	25473			16722			1548			2309			3397		
NSG, kein Moor (alle Regionen)	73701														

Tabelle 5: *Flächenstatistik für die Hoch- und Niedermoorflächen im Moorkataster Baden-Württemberg. Verteilung der Mooregebiete auf Größenklassen (ha), Anzahl der Gebiete, Gesamtfläche (ha) in der jeweiligen Klasse, kumulierte Gesamtfläche.*

Flächenstatistik			
"Hoch- und Niedermoores"			
in Baden-Württemberg			
Klasse (ha)	Gebiete	Fläche	kumSum
(0,25]	1166	6362,1	6362,1
(25,50]	94	3376,2	9738,3
(50,100]	59	3897,6	13635,9
(100,150]	26	2954,7	16590,6
(150,200]	12	2142,5	18733,1
(200,250]	7	1523,1	20256,3
(250,300]	6	1590,4	21846,7
(300,350]	2	625,1	22471,8
(350,400]	2	766,8	23238,6
(400,450]	1	426,4	23665,0
(550,600]	1	594,4	24259,4
(600,650]	1	628,3	24887,7
(650,700]	1	653,7	25541,4
(750,800]	1	755,9	26297,3
(1000,4000]	4	8826,5	35123,8

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Flächengrößen der im Moorkataster vorhandenen Hoch- und Niedermoores (1383 Gebiete, ohne Anmoore und andere Moortypen des Moorkatasters). Der bei weitem größte Teil der Gebiete hat eine Fläche von unter 25 ha. Etwa die Hälfte der Gesamtfläche der Moore befindet sich in den 26 größten Mooregebieten Baden-Württembergs.

Außerhalb der Moorregionen sind Moorkommen aufgrund von exemplarischen Standorts- und Vegetationskarten angezeigt, jedoch aktuell nicht flächendeckend kartiert.

Wichtige überregionale Literatur zu den Mooren Baden-Württemberg: Kaule (1974), Oberdorfer (1992), LUBW (2012)

Das **voralpine Hügel- und Moorland (Moorregion 1)** zieht sich am nördlichen Alpenrand entlang vom Bodensee bis zur Salzach und umfasst im Wesentlichen den würmeiszeitlich vergletscherten Teil des Alpenvorlandes. Den Untergrund bilden Molasseschichten des Tertiärs, die in der Adelegg mit 1100m und in den südlichen Iller-Vorbergen ihre größten Höhen erreichen. Der Hegau nimmt wegen des Vorkommens vulkanischer Gesteine eine besondere Stellung ein (Breuning 1995, ILPÖ 1996)

Naturräumliche Haupteinheiten: 30 Hegau, 31 Bodenseebecken, 32 Oberschwäbisches Hügelland, 33 Westallgäuer Hügelland, 34 Adelegg (ohne Moore im Moorkataster).

Wichtige moorkundliche Literatur zur Moorregion 1: Göttlich (1965-1980), Göttlich (1960, 1973), Kaule (1974), Lang (1990), Grüttner (1990), Wuchter et al. (2011), Wagner & Wagner (2006, 2011), LUBW (2012)

Die **Donau-Iller-Lechplatte** umfasst als **Moorregion 2** den während der letzten Kaltzeit (Würmeiszeit) nicht vergletscherten Teil des Alpenvorlandes. Die Landschaft ist geprägt durch die überwiegend flachen Hügel der Altmoränen und der eiszeitlichen Schotterablagerungen sowie die durch die Schotterebenen in den würmeiszeitlichen Schmelzwasserrinnen entlang der Flüsse Donau, Ablach, Riß und Iller. Landschaftliche Besonderheiten sind die großen vermoorten ehemaligen Seebecken des Federseerieds und des Wurzacher Rieds sowie der seine Umgebung um mehr als 100m überragende aus miozänen Süßwasserkalken aufgebaute Busen (ILPÖ 1996, Breuning 1995).

Naturräumliche Haupteinheiten: 40 Donau-Ablach-Platten, 41 Riß-Aitrach-Platten, 42 Hügelland der unteren Riß, 43 Holzstöcke, 44 Unteres Illertal, 45 Donauried.

Wichtige moorkundliche Literatur zur Region: Göttlich (1965-1980), Göttlich (1960), Kaule (1974) , LUBW (2012)

Die Karte in Abbildung 5 gibt eine Übersicht über die Verteilung der Moore des Moorkastors. In die Karte eingearbeitet ist eine Typisierung der Moore. Diese unterscheidet

- Verlandungsmoore an Seen, gespeist vom **Seewasser**.
- Versumpfungsmoore in Becken mit **aufsteigendem** Grundwasser.
- Auen**überflutungsmoore**.
- Durchströmungsmoore, Wasser aus Quellhorizonten **durchströmt** das Moor.
- Hochmoore (gespeist ausschließlich vom **Regenwasser**), die meist in Versumpfung Becken eingelagert sind.

Die Zuordnung zu einem Typ ist nicht immer eindeutig: so fasste Göttlich oft mehrere Moore unter einer Nummer zusammen auch wenn sich verschiedene Typen dabei befanden. Bei sehr großen Mooren (z. B. Federsee umfasst das mehrerer km² große Polygon praktisch alle Moortypen, Verlandungsmoor, weiter vom See sekundäres Versumpfungsmoor, Hochmoor, zum Westrand Durchströmungsmoor). Für die Auswertung wird der flächig dominante Typ kodiert. Die sehr großen Polygone mit mehreren Moortypen liegen in Großschutzgebieten für die bereits umfassende Planungen vorliegen, die sehr großen Polygone von Göttlich müssen hier also nicht mehr aufgeteilt und detailliert bewertet werden.

Die räumliche Verteilung und die Ausprägung der Moore im Voralpengebiet bildet die eiszeitliche Landschaftsgeschichte ab. Das einzige Verlandungsmoor über 10 ha liegt im Naturraum Donau-Ablach-Platten im glazialen Becken des Federsees welches die Grenze zu den Riß-Aitrach-Platten bildet. Die Auen-Überflutungsmoore liegen vorrangig nördlich der Jungendmoränengrenze in „Platten“ da hier das Gefälle geringer, die Auen daher breiter werden und Voraussetzungen zur Vermoorung geben. Hier liegen dann-

auch die großen Auen-Versumpfungsmoore für die noch breitere Auen Voraussetzung sind.

Die in der Karte in Abbildung 6 eingearbeiteten mittleren Jahresniederschläge werden in Abschnitt 2.3 als Grundlage für die Ableitung von Maßnahmenoptionen benötigt und dort näher in ihrer Bedeutung erläutert.

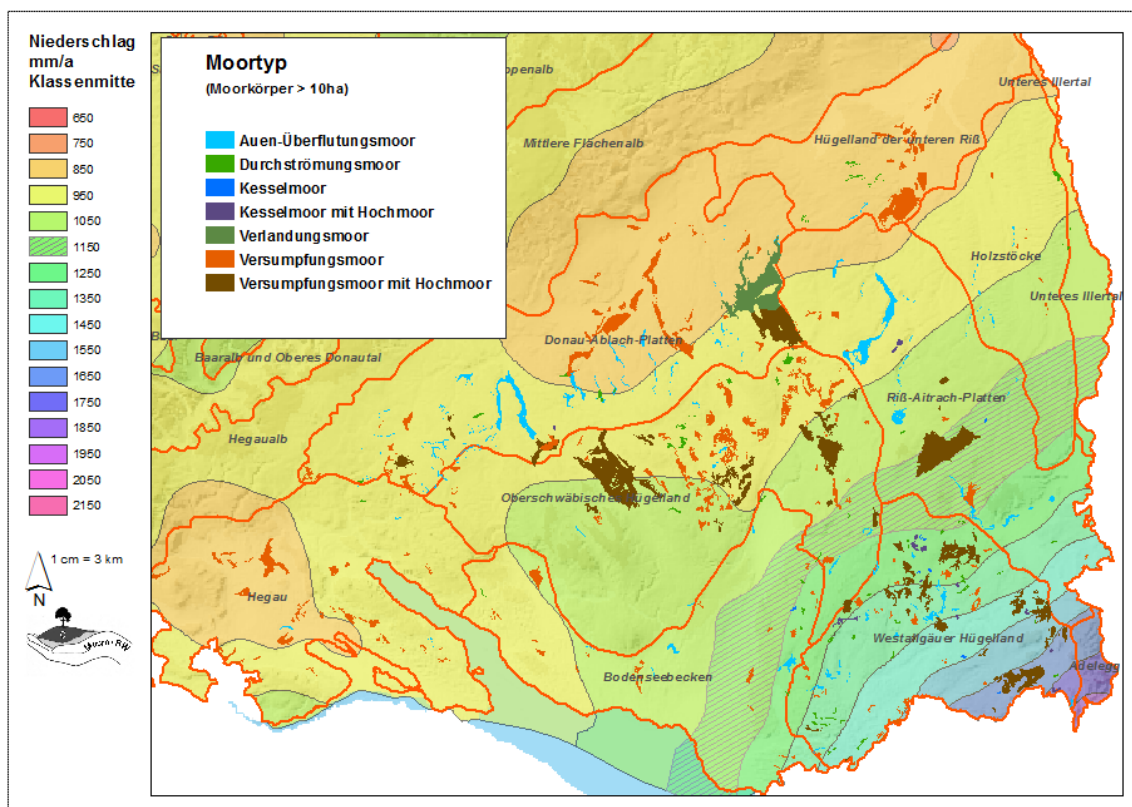


Abbildung 6: Verbreitung der hydrogenen Moortypen in den Moorregionen 1 und 2 sowie deren Lage im Niederschlagsgradient

2.3 Moore aus bodenkundlicher Perspektive (Billen, Kalia et al.)

Moorböden sind Böden aus mindestens 30 cm mächtigen Horizonten mit über 30 % organischer Bodensubstanz (Torf), die aus Resten moortypischer und torfbildender Pflanzen unter Wasserüberschuss gebildet werden (BGR 2005, verändert). Das Entwässern ermöglicht die land- oder forstwirtschaftliche Nutzung von Moorböden. Dabei führt das Mineralisieren der organischen Bodensubstanz neben der Freisetzung klimarelevanter Gase zum Struktur- und Substanzverlust der Moorböden. Neben der räumlichen Ausdehnung und Verteilung von Moorböden sind also zum einen die aktuelle Mächtigkeit und dessen historische Entwicklung entscheidend für die Qualität der Abschätzung von Gefährdung und THG-Emissionen der Moore. Zur Bestimmung der Mächtigkeit und deren Veränderung wurden deshalb ausgewählte Ansätze geprüft, die ein flächendeckendes und praxistaugliches Potenzial aufweisen sollen (siehe Kapitel 2.4.1). Zum anderen ist die Moorentwicklung entscheidend vom (Grund-) Wasserstand abhängig, so dass hier eine Auswahl aus verschiedenen Ermittlungsansätzen getroffen werden sollte (siehe

Kapitel 2.3.2.2), die zum Berechnen der regionalisierten Treibhausgasemissionen geeignet ist (siehe Kapitel 3.5).

2.3.1 Mächtigkeit von Moorböden

2.3.1.1 Kombination Digitales Höhenmodell mit Moorkarte-BW (Kalia, Billen)

Für die Bestimmung der aktuellen Torfmächtigkeit der Moorböden wurde zunächst ein Verfahren getestet, bei dem die Information zur Torfunterseite in der Moorkarte-BW (Göttlich 1965-1980) mit Höheninformationen aus einem digitalen Geländemodell (DGM, Quelle: LGL 2013) verschnitten wurden. Dies geschah exemplarisch für das Pfrunger-Burgweiler Ried. Dazu wurden Isohypsen der Torfunterseite aus dem Begleitheft zum Blatt Weingarten (L 8122) der Moorkarte von Göttlich (1965-1980) digitalisiert und in das DHHN12 und anschließend in das DHHN92 überführt. Die Korrekturwerte waren auf den Blattsnitten der entsprechenden topographischen Karten verzeichnet (1: 25000, LGL 2013). Um flächendeckende Höheninformationen der Torfunterseite zu generieren, wurde eine Kriging Interpolation mit einer horizontalen Auflösung von 1m x 1m und den Moorgrenzen als Berechnungsausschnitt mit der Software Esri ArcGis durchgeführt. Das digitale Geländemodell wurde vom Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung BW im Jahre 2002 erstellt, stammt von einer flugzeuggestützten Laserscanbefliegung (LiDAR), hat eine horizontale Auflösung von 1m x 1m und liegt für 1km x 1km große Bildkacheln im ASCII Format vor. Zur Weiterverarbeitung wurde es in das img-Format transformiert und anschließend mosaikiert. Zu diesem Zweck wurde die Software ERDAS Imagine verwendet. Die Torfmächtigkeit wurde mittels Subtraktion der interpolierten Höheninformation der Torfunterseite von der Höheninformation des DGM berechnet. Angenommen wurde dabei, dass sich die Höhe der Torfunterseite seit ca. 1967 nicht bedeutend änderte.

Das Ergebnis zur Verteilung der berechneten Torfmächtigkeiten im Pfrunger-Burgweiler Ried ist in (Abbildung 7) dargestellt. Eine stichpunktartige Überprüfung an neun Positionen eines Transektes (Kern 2012) wurde im südöstlichen Randgebiet durchgeführt und ergab eine Übereinstimmung zwischen berechneter und in-situ Torfmächtigkeit von $r^2 = 0,96$ (Abbildung 8). Dabei wurden Torfmächtigkeiten bis 100 cm unterschätzt und darüber überschätzt. Ein Vergleich des LiDAR basierten DGM mit differentiellen GPS-Messungen im Feld (Weinzierl 2013) ergab an 1221 Messpunkten eine Standardabweichung von ± 15 cm. Dabei wurden vereinzelt auch negative Werte berechnet, d.h. die Geländeoberfläche des DGM vom Jahre 2002 lag unter dem Höhenniveau der Torfunterseite (ca. 1970). Mögliche Ursachen hierfür können in der Ungenauigkeit beim Transformieren der Höhen Bezugssysteme oder des digitalen Höhenmodells, im Interpolationsverfahren oder in einem starken Torfschwund liegen. Die großen Torfmächtigkeiten z.B. im Bereich des zentralen Hochmoorschildes sind jedoch plausibel. Insgesamt bietet somit das geprüfte Verfahren einerseits zwar ein positives Potenzial zur Berechnung der aktuellen Torfmächtigkeit. Andererseits sind die Informationen zum Relief der Torfbasis, die Kalibrierung und Validierung oder eine Kombination mit anderen Verfahren (siehe Kapitel 2.3.1 und 2.3.1.1) jedoch Voraussetzung für die erforderliche Ergebnisqualität, so dass dieses Verfahren höchstens eine mittlere Praxistauglichkeit aufweist.

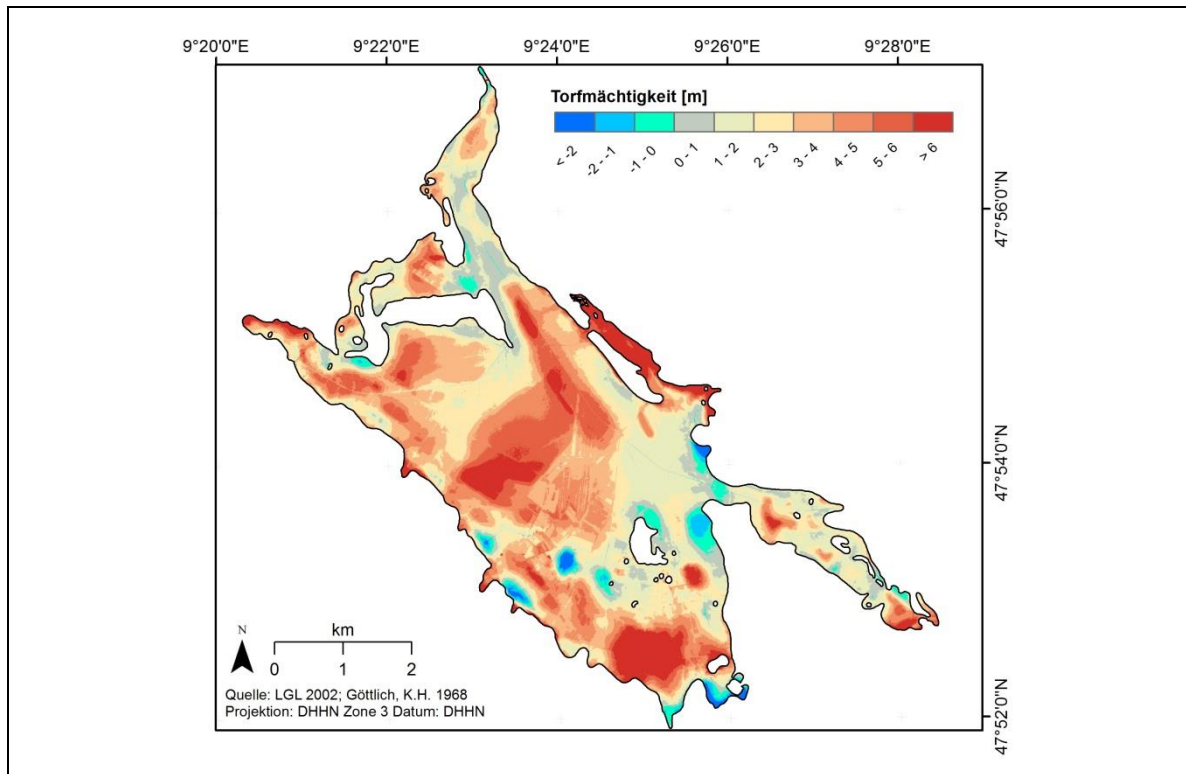


Abbildung 7: Ergebnis der berechneten Torfmächtigkeit, basierend auf der Differenz von mosaikierten LiDAR-Daten (LGL 2002) und der mit dem Kriging-Verfahren interpolierten Torfunterseite nach Göttlich (1965-1980) am Beispiel des Pfrunger-Burgweiler Rieds.

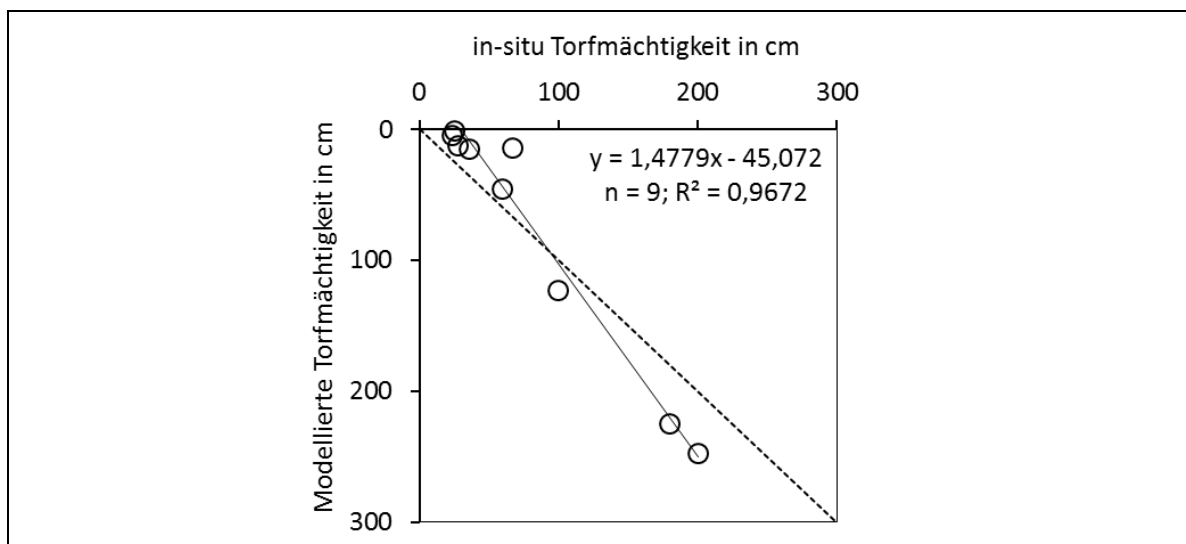


Abbildung 8: Torfmächtigkeit nach in-situ Daten (Transekt von Kern 2012, s. schwarze Linie in) vs. berechneter Torfmächtigkeit (Differenz von LiDAR und Torfunterseite nach Göttlich (1965-1980)).

2.3.1.2 Das Potenzial gammaspektrometrischer Messungen (Billen, Kern)

Das Torfvorkommen wurde insbesondere in Randlagen von Mooren mittels der angewendeten Fernerkundungsmethodik mit zu geringer Mächtigkeit oder sogar mit gänzlichem Fehlen bestimmt. Somit unterliegen besonders in diesen Randbereichen die Grenzziehung und die Kohlenstoffvorratsbestimmung von Mooren großer Unsicherheit. Deshalb wurde für diese Standortpositionen getestet, ob das bekannte Potenzial von zerstörungsfreien, gammaspektrometrischen Analysen zum Bestimmen der Tiefe von Bodenprofilen und Gesteinsschichten (Dickson and Scott 1997) auch bei südwestdeutschen Moorböden nutzbar ist. Beamish (2013) hat nämlich z.B. für Böden Nordirlands aufgrund radiometrischer Messungen ein theoretisches Modell zur Erklärung von Absorption der Gammastrahlung aufgestellt, u.a. mit besonderer Berücksichtigung von Moorböden und deren hohen Wassergehalten. Für die Potenzialanalyse der Methodik wurden deshalb exemplarisch im Feld mittels eines Handmessgerätes in Mooren mit unterschiedlicher Mineralbasis (Tabelle 6) auf jeweils einem Transekt die Strahlung des ⁴⁰K-Radioisotops gemessen, die von Mineralböden ausgeht und durch nahezu Kaliumfreie Torfschichten gedämpft wird.

Es zeigte sich zum einen die Abhängigkeit der gemessenen Strahlung zwischen dem mineralischen Unterbodenmaterial und der Messbarkeit von maximaler Torfmächtigkeit (Tabelle 6). Somit sind für Raumeinheiten mit unterschiedlicher Geologie getrennte Kalibrierungen erforderlich. Zum anderen wurde innerhalb eines Moores mit einheitlichem Mineraluntergrund eine gute Abhängigkeit der Strahlungsintensität von der Mächtigkeit der moorigen Bodenhorizonte erkennbar (Abbildung 9). Die Vorhersage der gespeicherten Kohlenstoffmenge war hingegen bei allen untersuchten Moorböden unbefriedigend, denn die Ergebnisse waren stark beeinflusst durch den aktuellen Wasservorrat. Auch Carroll (1981) oder Grasty (1997) erkannten in der Bodenfeuchte den entscheidenden Faktor für die Schwächung bzw. Absorption von Gammastrahlung in Böden. Insgesamt könnte jedoch eine entsprechende Formalisierung mit differenzierenden Untersuchungen das störungsfreie Messen von Torfmächtigkeiten bis ca. 1 m Tiefe ermöglichen, so dass die kritischen Moorrandbereiche abgebildet werden können. Durch Befliegung lassen sich die gammaspektrometrischen Daten auch großflächig erheben (Beamish 2013, IAEA 2003) und somit die landesweite Moorausdehnung verbessert darstellen.

Tabelle 6: Maximal messbare Torfmächtigkeit in Abhängigkeit der Gammastrahlungsintensität des Kalium40-Radioisotops aufgrund der Unterschiede in der mineralischen Basis von Moorböden (n. Kuhfeld 2013).

Moor	Region	Substrat	K40 [%]	Torfmächtigkeit [cm]
Rotmeermoor	Schwarzwald / Süd	Granitgeschiebe	3,81	90
Donauried	Donau-Iller	Mudde	1,24	77
Graben-Neudorf	Oberrhein	Bachsediment	0,85	65
Lichtel	Main-Tauber	Mudde	0,49	53
Hohlosee	Schwarzwald / Nord	mittl.Buntsandstein	0,11	35

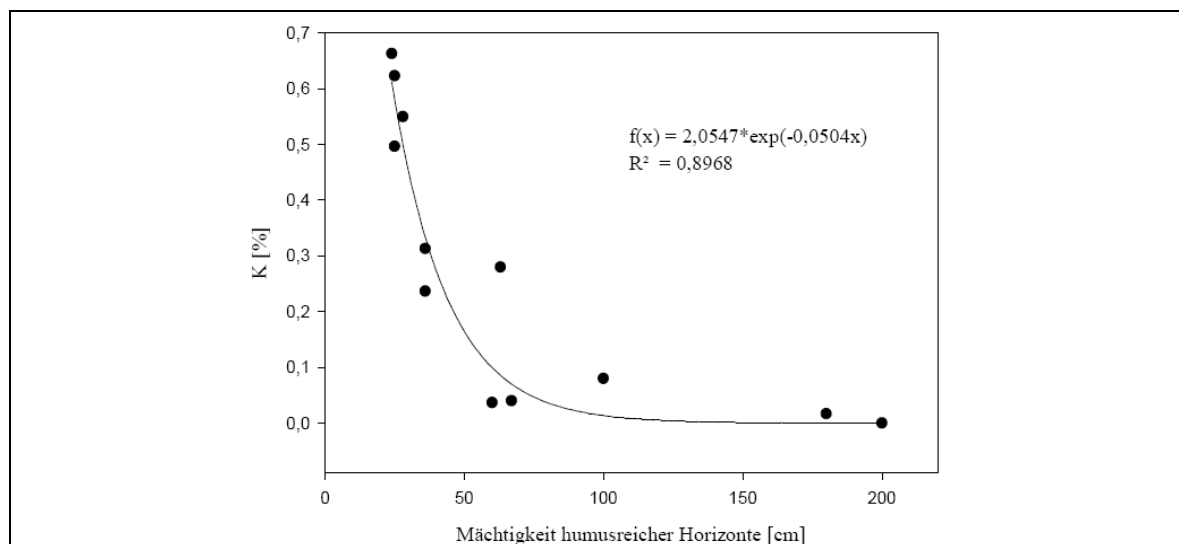


Abbildung 9: Abhängigkeit der Gammastrahlung des ^{40}K -Radioisotops und der Mächtigkeit torfhaltiger Bodenhorizonte am Beispiel des Pfrunger-Burgweiler Rieds (n. Kern 2012).

2.3.1.3 Bohrlochmessungen (Billen)

Zur Darstellung der aktuellen Torfmächtigkeit von Moorböden bestehen je nach Datenverfügbarkeit und Zielmaßstab die in Kapitel 2.3.1.1 und 2.3.1.2 genannten Optionen. Ein Hinweis zur Veränderung über die letzten Jahrzehnte wurde hingegen mittels eines konventionellen Ansatzes aus der Feldbodenkunde gewonnen. Dazu wurden in sieben Mooren der Donau-Iller-Lechplatte und des Voralpinen Moor- und Hügellandes an 31 Punkten aktuelle Bohrungen mit Bohrlochbeschrieben der Moorkarte (Göttlich 1965-1980), die digital hinterlegt sind in LUBW (2012), verglichen. Dabei lagen die Vergleichspunkte 0 m bis höchstens 50 m auseinander. Weitere Ungenauigkeiten ergaben sich aus dem Verzicht einer Ausdifferenzierung von Torfabraum und Torfmudde aufgrund der häufig fließenden Übergänge zu stark zersetztem Torf und der Tiefenangaben durch Göttlich (1965-1980) in 10 cm - Intervallen.

An den 20 Punkten mit aktuellen Torfmächtigkeiten unter 1 m betrug der Torfschwund 0 bis 70 cm (Details in Anhang 2) das einem mittleren Torfschwund von 23 cm gegenüber der Moorkarte entsprach. An den weiteren 11 Punkten wurde einem möglichen Torfschwund nicht weiter nachgegangen, weil die Torfmächtigkeiten über 1 m betragen und somit kein Risiko für das Verschwinden eines Moors im betrachteten Zeitraum besteht. Mit den feldbodenkundlichen Methoden konnte allerdings nicht differenziert werden zwischen Sackung durch Strukturverlust und Torfverlust durch Mineralisierung. Auffällig war jedoch an einigen Punkten die Kennzeichnung des Substrats durch Göttlich (1965-1980) als Torf, was aktuell nicht bestätigt konnte, so dass an diesen Messstellen von einem Verlust des Moorbodens auszugehen ist.

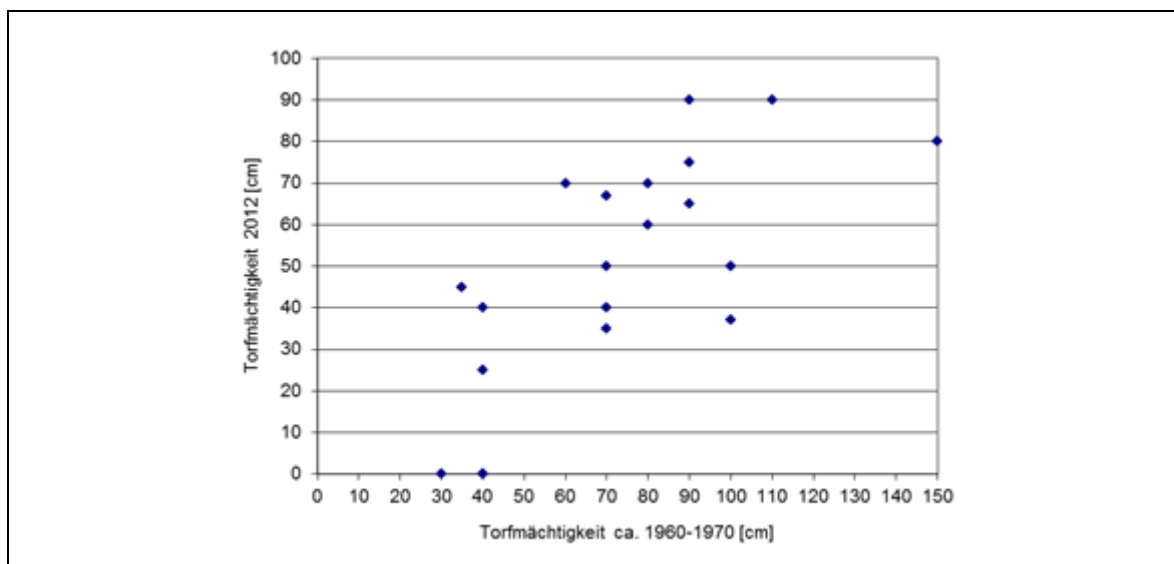


Abbildung 10: Stichprobenmäßiger Vergleich der Torfmächtigkeit in aktuellen Bohrlochbeschrieben und früheren nach Göttlich (1965-1980) in LUBW (2012).

Ein mittlerer Torfschwund von 23 cm bei den o.g. Stichproben gegenüber den zumeist 30-50 Jahre alten Bohrlochbeschrieben von Göttlich (1965-1980) entspricht rund 0,5 cm/Jahr. Eine genauere Quantifizierung des Torfverlustes war allerdings Aufgabe des BWPLUS-Projektes BWM10004 (Weinzierl et al. 2013, 2014). Danach liegt der am häufigsten vermessene Höhenverlust von baden-württembergischen Mooren bei 20 bis 40 cm seit ca. 40 Jahren und entspricht im Mittel mit 0,6 cm/Jahr in Niedermooren (Weinzierl und Waldmann 2014) nahezu dem stichprobenmäßig ermittelten Torfschwund. Werden beispielsweise aktuelle Messungen der THG-Emissionen aus Moorböden unter intensiv genutztem Grünland nach Drösler et al. (2011) von rund 8 t C/ha*a auf Torfverlust umgerechnet, ergibt sich im Durchschnitt auch ein Torfschwund von rund 0,5 cm/Jahr.

2.3.2 Grundwasserstand in Moorböden

Die Moorentwicklung und die Emission von THG aus Mooren ist entscheidend vom (Grund-) Wasserstand abhängig. Dieser zeigt eine enge Kopplung an die Lage des Moores, das Mikrorelief des Moores und vor allem an das Vorhandensein von Drainagen und Entwässerungsgräben. Die Wiederherstellung eines naturnahen Moorzustandes geht in der Regel einher mit der Anhebung des Wasserstandes auf ein Niveau nahe der Geländeoberfläche. Die Informationen zum Wasserstand sind jedoch sehr lückenhaft. Zum Berechnen der regionalisierten Treibhausgasemissionen wurden deshalb verschiedene Ermittlungsansätze geprüft. Zur Auswahl kam schließlich ein pragmatischer Ansatz auf Basis der amtlichen Bodenschätzung, dessen Integration in die regionale Treibhausgasbilanz in Kapitel 3.4 beschrieben wird.

2.3.2.1 Langjährige Pegelmessungen (Billen, Holz)

Bei der Landesanstalt für Umweltschutz BW (LUBW) existiert eine umfangreiche Grundwasserdatenbank mit landesweit fast 2400 Pegelmessstellen (UM-BW 2004, 2007). Die größte Anzahl davon befindet sich im Ober- und Hochrhein mit geringerer

Moorfläche (Moorregion 5) sowie eine geringere Anzahl im Donau-Iller-Lech-Gebiet und voralpinen Hügel- und Moorland mit größerer Moorfläche (Moorregionen 2 und 1). Erwartungsgemäß ergab dann auch ein Vergleich der Grundwasserpegel mit der Moorkarte nur eine kleine und ungleichmäßig verteilte Schnittmenge (siehe Tabelle 7 und Abbildung 11). Außerdem befinden sich zahlreiche Pegel außerhalb von landwirtschaftlichen Nutzflächen, die jedoch im Zentrum der Moore-BW Untersuchungen stehen. Somit bietet die Grundwasserdatenbank der LUBW keinen repräsentativen Datensatz für die Arbeitsziele von Moore-BW.

Tabelle 7: Anzahl der Grundwasser-Pegelmessstellen in der LUBW-Datenbank (UM-BW 2004, 2007) sowie Verteilung auf die Nieder- und Hochmoorstandorte in den Moorregionen.

Nr.	Moorregion	Grundwasserpegel		
		Gesamt [Anzahl]	Im Moor [Anzahl]	Im Moor [%]
1	Voralpines Hügel- und Moorland	124	1	0,8
2	Donau-Iller-Lechplatte	428	9	2,1
3	Donauquellen-Baar-Hegau-Alb	52	2	3,8
4	Schwarzwald	100	0	0,0
5	Ober- und Hochrhein	1525	1	0,1
-	Gesamt	2229	13	0,6

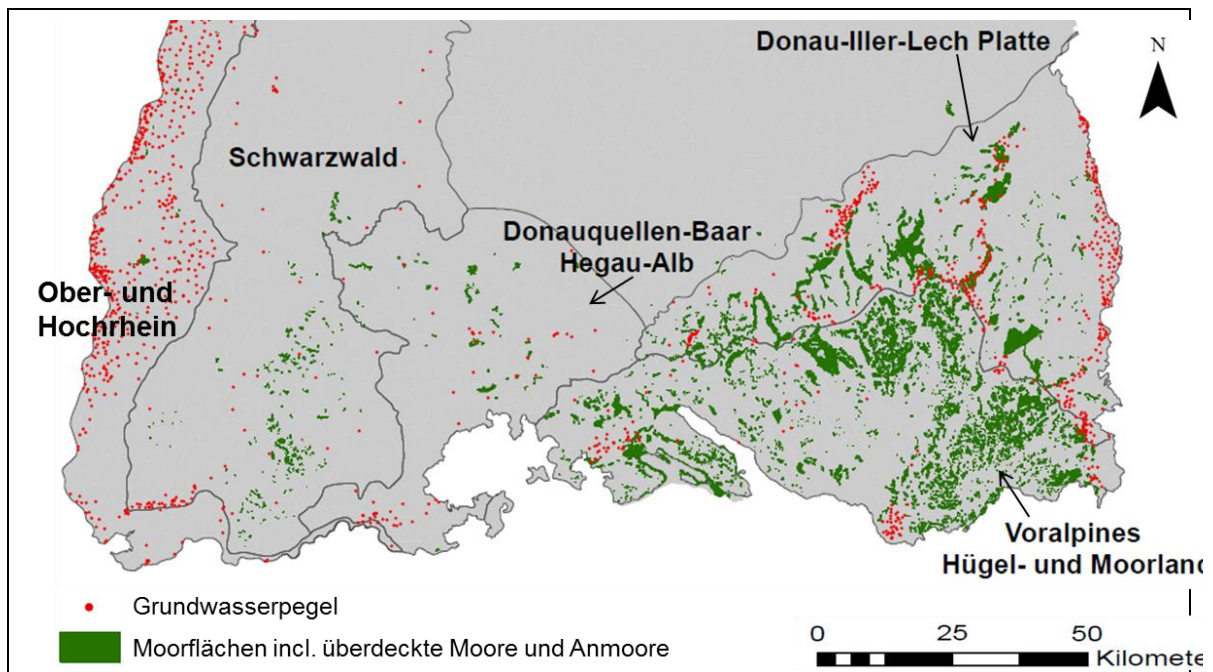


Abbildung 11: Beispiel zur Verteilung der Grundwasserpegel aus der LUBW-Datenbank (UM-BW 2004, 2007) auf die Moorflächen im Süden Baden-Württembergs.

Weitere Grundwasserpegel in Mooregebieten werden beispielsweise im Rahmen von Wiedervernässungs-Projekten betrieben. Neben der geringen Anzahl entsprechender Projekte liegen die Pegeldata nur in kurzen Zeitreihen von einem oder wenigen Jahren vor (z.B. Federsee Moor, Wurzacher Ried, Moore bei Kießlegg/REMOKO-Projekt oder Pfrunger-Burgweiler Ried, Beispiel siehe Abbildung 12). Die Einrichtung solcher Pegel ist in der Regel aufwendig und kostenintensiv. Außerdem kann es bereits in kurzer Entfernung vom Messpunkt es durch Reliefunterschiede, Drainagen oder Entwässerungsgräben zu erheblichen Abweichungen kommen. Weitere Probleme bei der Nutzung solcher Pegeldata sind die oft unzureichende Datenqualität und Datenaufarbeitung. So können z.B. Pegel verschlammten oder bei manueller Datenerfassung die Daten nur in sehr unregelmäßigen Abständen erhoben werden. Schwankungen der Mooroberfläche oder Frost führen oft auch zu Höhenverschiebungen der Pegel. Weiterhin befinden sich zahlreiche Pegel außerhalb von landwirtschaftlichen Nutzflächen, die jedoch im Zentrum der Moore-BW Untersuchungen stehen. Somit konnten auch die projektbasierten Pegeldata nicht als Grundlage für einen Zuweisungsalgorithmus des Grundwasserstandes im Rahmen der Landnutzungsanalyse herangezogen werden. Allerdings konnte mit diesem Datensatz eine Beziehung zwischen einzelnen Vegetationstypen und mittleren Grundwasserständen sowie –amplituden aufgezeigt werden (siehe Kapitel 3.4).

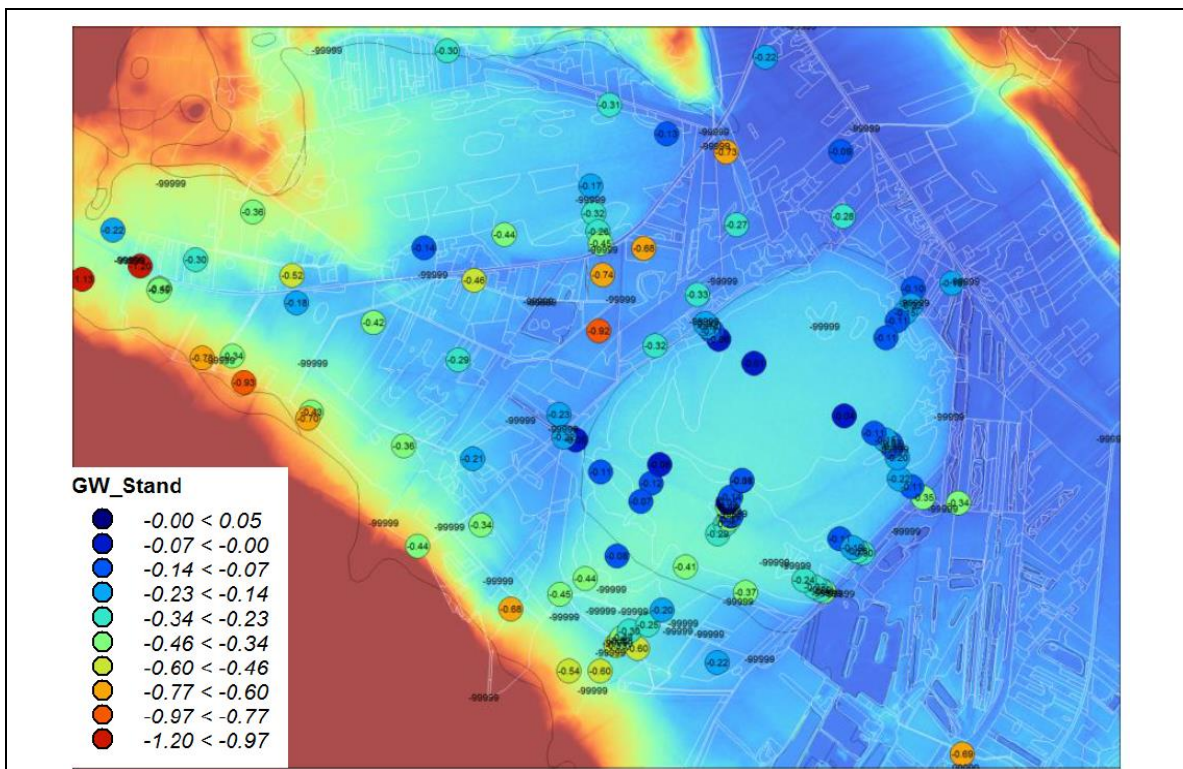


Abbildung 12: Mittlere Grundwasserstände der Pegel im Pfrunger-Burgweiler Ried (cm unter Flur). Hintergrund: Digitales Höhenmodell (dhm1) und Grenzen der Biotop- und Nutzungstypen (weiße Grenzlinien). Pegelinstallation durch das Naturschutzgroßprojekt, Betrieb durch das Regierungspräsidium Tübingen.

2.3.2.2 Grundwasserstand und Standortcharakteristik (Billen)

Ein Modell zur großflächigen und überregionalen Ermittlung des Grundwasserstandes in Mooren wurde zeitgleich mit Moore-BW am Thünen Institut (TI) entwickelt (Bechthold et al. 2013). Dabei wurden über 1000 Grundwasser-Pegelmessstellen von über 50 Mooren in Nord- und Süddeutschland in Abhängigkeit von Standortkennwerten wie z.B. Landnutzungstyp oder Grabendichte ausgewertet. Auf Basis des Landnutzungstyps wurde eine Vorhersagegenauigkeit des Grundwasserstandes von 0,24 erreicht, die auf 0,35 verbessert werden konnte, indem insgesamt sieben Kennwerte einbezogen wurden. Auf die Anwendung des Vorhersageinstruments musste im Rahmen von Moore-BW jedoch aus verschiedenen Gründen verzichtet werden. Zum ersten war zu befürchten, dass die regionale Spezifik der süddeutschen Moore im bundesweiten Ansatz wegen der starken Proportion der norddeutschen Moore untergeht. Zum zweiten waren Eingangsinformationen wie z.B. Grabendichte ohne erheblichen Mehraufwand und zeitlicher Verzögerung nicht verfügbar. Zum dritten war die Entwicklungsarbeit am TI zum Zeitpunkt des Datenbedarfs noch nicht abgeschlossen, so dass keine Informationen zur Übertragbarkeit vorlagen und deshalb bei einer vorzeitigen Anwendung ggf. Nachkorrekturen bei der Landnutzungsanalyse (siehe Kapitel 3.5.2) erforderlich geworden wären.

2.3.2.3 Exemplarische Radarmessungen (Billen)

Neben den o.g. Methoden kann der Grundwasserstand auch mit Bodenpenetrierenden Radar (Ground Penetrating Radar = GPR) ermittelt werden, das vielfältige Optionen in geowissenschaftlichen Erkundungen bietet (Neal 2004). Um das GPR-Potenzial für diesen Zweck in südwestdeutschen Mooren zu prüfen, wurde in Kooperation mit dem Interdisziplinären Forschungszentrum der Universität Gießen (B. Vashev und T. Pollmann) Ende Mai 2012 im südlichen Pfrunger-Burgweiler Ried der GPR-Einsatz getestet. Dabei wurde ein 90 m langes Transekt mit dreifacher Wiederholung in einem entwässerten Hochmoorbereich mit einer 200 MHz-Antenne gemessen.

Das Ergebnis zeigte einen Kapillarsaum zwischen 1 und 2,5 Meter Tiefe sowie eine Wassersättigung ab 2,5 m Tiefe (Abbildung 13). Die Tiefenangabe resultierte aus der ermittelten Wellenlaufzeit von 0,04 m/ns, die somit im moortypischen Bereich zwischen 0,03 und 0,06 m/ns liegt (Vashev und Pollmann, pers. Mitt. vom 4.6.2012) und bei ca. 120 bis 130 ns den Wasserspiegel indiziert. Der Wasserspiegel konnte aufgrund der Tiefe von über 2 Meter mit dem verfügbaren Bohrgerät zwar nicht überprüft werden, die darüber liegende Kapillarraumgrenze stimmte aber mit dem Ergebnis einer Bohrstockprobe überein. Durch den hohen Wassergehalt ab 130 ns wurde die Welle sehr stark abgeschwächt, so dass die Messgrenze bei 3 m Tiefe lag und die potenziell messbare Moorbasis aus mineralischem Material mit der 200 MHz-Antenne nicht erfasst wurde. Dieses könnte jedoch bei einem niedrigeren Wasserspiegel, vollständiger Wassersättigung oder mit einer niedrigeren Messfrequenz, d.h. größeren Wellenlänge gelingen (Smith and Jol 1995). So wurden auch schon Torfmächtigkeiten von bis zu 16 m gemessen (Lowry et al. 2009). Insgesamt ist also das Potenzial des GPR zur Messung des Grundwasserstandes auch in südwestdeutschen Mooren positiv zu beurteilen. Aufgrund des hohen Aufwands (s.a. Neal 2004) war im Rahmen von Moore-BW jedoch keine Erhebung für die regionale Fragestellung des Vorhabens realisierbar.

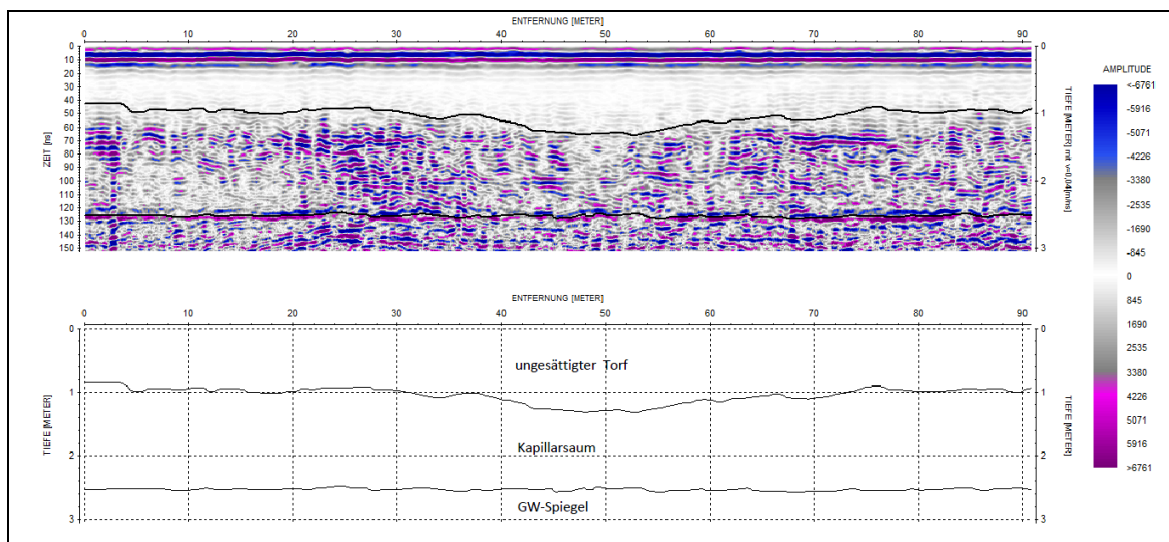


Abbildung 13: Radargramm und abgeleiteter Grundwasserspiegel auf einem vererdeten Hochmoor des Pfrunger-Burgweiler Rieds am 29.5.2012 (nach Vashev und Pollman 2012 - pers. Mitteilung).

2.3.2.4 Wasserstand und amtliche Bodenschätzung (Billen, Peringer)

Aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit oder Nutzbarkeit von Pegelmessungen oder Klassifikationsalgorithmen des Grundwassers (siehe Kapitel 3.4) fand alternativ in Kooperation mit dem BWPLUS-Projekt BWM10004 (Weinzierl et al. 2013) in 134 Bohrlöchern oder Profilgruben in 50 Mooren im Sommerhalbjahr 2012 einmalig eine metrische (Grund-) Wasserstandmessung statt (Ergebnisdetails siehe Anhang 3). Die Messpunkte befanden sich unter verschiedener, zumeist landwirtschaftlicher Nutzung. Nach Zuordnung von Wasserstufen und Grünlandzahlen der amtlichen Bodenschätzung zu jedem Messpunkt ließ sich gemeinsam für Nieder- und Hochmoore eine Verknüpfungsregel aufstellen, die eine dreistufige Klassifikation des Wasserstandes mit Informationen der Bodenschätzung erlaubte (siehe Abbildung 14, Details zum Klassifikationsalgorithmus siehe Kapitel 3.4).

Die gewählte Methodik zur Klassifikation des Wasserstandes in Mooren ist einerseits zwar kritisch zu betrachten, denn das Klassenzeichen der amtlichen Bodenschätzung ist kein quantitativer Datensatz und die einmalige Wasserstandmessung spiegelt mit hoher Wahrscheinlichkeit keine langfristigen Durchschnittswerte wider. Andererseits ermöglicht im Vergleich aller geprüften Möglichkeiten allein diese Methodik landesweit zumindest eine relative Klassifikation des Wasserstandes in Mooren mit einem einheitlichen Algorithmus im verfügbaren Zeitrahmen. Die festgestellte Beziehung ist zwar nur qualitativer Art und stellt somit eine relativierende Prämisse bei allen weiteren Analysen im Moore-BW Vorhaben dar. Sie ist letztendlich aber zielführender, als der vollständige Verzicht des Wasserstands, der ein entscheidender Faktor bei der Bewertung von Treibhausgasemissionen aus Mooren ist (Drösler et al. 2011).

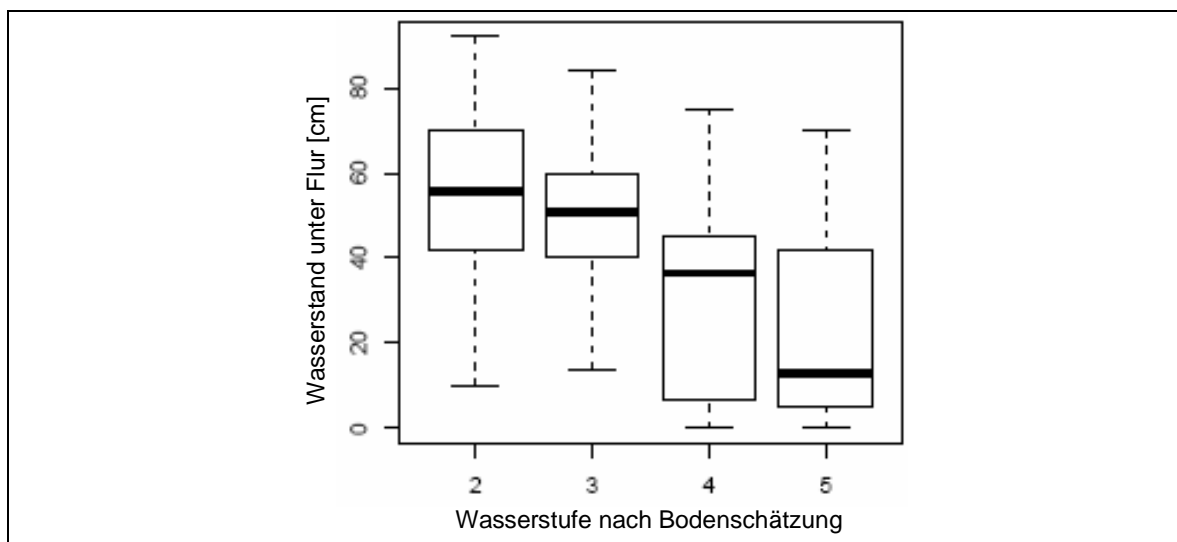


Abbildung 14: Wasserstufe der amtlichen Bodenschätzung als erster Ableitungsindikator für die Wasserstandklassen, basierend auf einmalige Wasserstandmessungen (Endklassifikation: hoch = ca. 15 cm unter Flur, mittel = ca. 45 cm, tief \geq ca. 55 cm, Grafik: I. Holz).

2.4 Moore aus vegetations- und tierökologischer Perspektive (Holz, Kaule, Trautner et al.)

2.4.1 Analyse von Schwerpunktmooren (Holz)

Im Rahmen des Projekts wurde eine umfangreiche Dokumentation von Schwerpunktmooren angefertigt. Die Dokumentation stellt die vegetationskundlich-ökologische Entwicklung der Moore dar, beurteilt die rezenten Sukzessionsprozesse, berichtet über Wiederherstellungsmaßnahmen und ermöglicht eine Prognose der Entwicklungspotenziale der angeführten Moore. Für die Schwerpunktgebiete wurden die vorliegenden Informationen (Luftbilder, Pflegepläne, Diplomarbeiten, etc.) zusammengetragen und durch selektive Geländeerhebungen ergänzt. Ziel ist es den aktuellen Zustand der dargestellten Moore zu dokumentieren. Zu jedem Schwerpunktmoor wurden auch detaillierte Biotopkartierungen analysiert und in einer Flächenstatistik dargestellt. Die Flächenstatistik ermöglicht es, die THG-Emission (genauer als im Emissionskataster vorgesehen) zu bilanzieren. Bearbeitet wurden die in (Tabelle 8) aufgelisteten Moore, die Dokumentation befindet sich in Anhang 20.

2.4.2 Die Vegetation landwirtschaftlich genutzter Moore in Baden-Württemberg (Holz)

Von besonderer Bedeutung für die Betrachtung der Klimarelevanz von Mooren in Baden-Württemberg im Rahmen dieses Projektes sind die landwirtschaftlich genutzten Moore. Bei Begehung und Kartierung der Schwerpunktmoore ergaben sich qualitative Erkenntnisse, welche die landesweite Situation nur selektiv abbilden können. Demnach findet landwirtschaftliche Nutzung auf Moorstandorten in Baden-

Württemberg zum überwiegenden Teil als Grünlandnutzung verschiedener Intensität statt. Ackerbau spielt lediglich eine Rolle auf Niedermoorstandorten (vor allem in der Moorregion II) und Kurzumtriebsplantagen sind in Baden-Württemberg bisher nur in seltenen Fällen auf Moorstandorten zu finden.

Tabelle 8: Bearbeitete Schwerpunktmooere.

Schwerpunktmooere

Übersicht

Nr	Gebiet	Moorkataster BW							Anmerkung
		Moor-region	Moor-karte	Fläche [ha]	HM [%]	NM [%]	AM [%]	NSG [%]	
1	Pfrunger-Burgweiler Ried	MR1	L8122	2488.0	13.1	83.4	3.5	27.5	
2	Federseemoor	MR2	L7922/24	3501.8		95.6	4.4	61.2	
3	Wurzacher Ried	MR2	L8124	1679.0	59.9	36.3	3.8	96.7	
4	Äpfinger Ried	MR2	L7924	945.7		79.9	17.3	0.0	und 3 kleine Anmoore
5	Osterried	MR2	L7924	176.1		89.6	9.6	66.7	und kleines Moor mit Anmoor
6	Schwenninger Moor	MR3	L7916	123.2		70.3	29.6	64.1	mit Kugelmoos
7	Wildseemoor	MR4	L7316	186.8	36.1	63.9		89.0	
8	Graben-Neudorf	MR5	L6916	882.1		22.1	12.3	34.0	

MR1: Voralpines Hügel- und Moorland, MR2: Donau-Iller-Lech-Platte, MR3: Donauquellen-Baar-Hegau-Alb

MR4: Schwarzwald, MR5: Ober- und Hoehrhein

HM: Hochmoor, NM: Niedermoor, AM: Anmoor, NSG: Naturschutzgebiet

Eine landwirtschaftliche Nutzung setzt in der Regel (außer bei sehr extensiven Formen) eine Entwässerung der Standorte voraus. Vor der landwirtschaftlichen Nutzung fand oft ein Abbau der Torfe statt (industriell oder als bäuerlicher Torfstich).

Abbildung 15 zeigt einen Landschaftsausschnitt aus dem Äpfinger Ried (Moorregion II). Es handelt sich um Nieder- und Anmoorstandorte mit überwiegend intensiver landwirtschaftlicher Nutzung. Neben intensivem Dauergrünland findet man auch Graseinsaat (*Lolium*, *Festuca pratensis*) von Äckern. Auf Grund der intensiven Nutzung (Entwässerung, Düngung) findet hier vermutlich ein starker Torfabbau statt. Das Moor ist im dargestellten Ausschnitt stark entwässert und Unebenheiten im Gelände wurden oft durch Fremdmaterial aufgefüllt.

2.4.2.1 Grünland

Die qualitativ-selektiven Erkenntnisse aus den Begehungen der Schwerpunktmooere ergaben, dass der überwiegende Teil der landwirtschaftlich genutzten Moorfläche in allen Moorregionen wird als Grünland genutzt. Meist handelt es sich um Niedermoorstandorte oder seltener um stark veränderte Hochmoore (entwässert, gedüngt). Extensiv genutztes Grünland findet man in Baden-Württemberg (mit Ausnahme der Moorregion IV: Schwarzwald) fast nur noch in Schutzgebieten (vor allem Naturschutzgebieten).



Abbildung 15: Landwirtschaftlich genutzte Flächen im Schwerpunktgebiet „Äpfinger Ried“. Die Nieder- und Anmoorstandorte im Äpfinger Ried werden überwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzt (Acker, Intensivgrünland). Neben intensivem Dauergrünland findet man auch Graseinsaat (Lolium, Festuca pratensis) von Äckern.

Die Vegetation des Grünlandes ist neben den natürlichen Standortbedingungen (Nieder-/Hochmoor, GW-Stand, Basenversorgung, Nährstoffversorgung) vor allem von der Nutzungsintensität abhängig. Wichtige Faktoren für die Nutzungsintensität sind z.B. mittlerer und maximaler Grundwasser-Stand (Grad der Entwässerung), Düngungsintensität und Schnitthäufigkeit.

In der Regel kann davon ausgegangen werden, dass die Nutzungsintensität mit abnehmendem mittlerem Grundwasserstand steigt bzw. dass mit abnehmendem mittlerem GW-Stand die Düngungsintensität und Schnitthäufigkeit zunimmt.

Abbildung 16 stellt die Zusammenhänge zwischen Nutzungsintensität, mittlerem Grundwasserstand, Düngungsintensität und Schnitthäufigkeit in einem vereinfachten Schema der Grünlandnutzung auf Moorstandorten in Baden-Württemberg dar.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Bedeutung des Grünlandes für den Natur- und Artenschutz mit abnehmender Nutzungsintensität zunimmt. Während sehr extensiv und extensiv genutzte Flächen einen hohen Naturschutzwert besitzen nimmt die Bedeutung im Bereich der mittleren Nutzungsintensität rapide ab. Bei intensiv genutzten Flächen handelt es sich nur noch um artenarmes Intensivgrünland.

Grundsätzlich erkennt man mit intensiverer Bewirtschaftung eine Abnahme der Biodiversität sowie die Einengung der Standortamplitude hin zu Böden mittlerer Wasserversorgung und guter Nährstoffversorgung. Während sich bei extensiver und mittlerer Nutzungsintensität, je nach Standort und Nutzungsbedingungen, eine Vielzahl von Pflanzengesellschaften erkennen lässt führt eine Nutzungsintensivierung zwangsläufig zur Vereinheitlichung der Standortbedingungen und damit zum Verlust an Standort- und Biodiversität.

Da die Nutzung von Moorgrünland für die Landwirte meist mit einem hohen Aufwand verbunden ist (Entwässerung, Düngung, Maschineneinsatz auf schwierigem Gelände), ist die Nutzung meist intensiv. Die Flächen werden entweder intensiv genutzt oder die

Nutzung wird vollständig aufgegeben. Flächen mittlerer Nutzungsintensität sind selten und Flächen mit extensiver oder gar sehr extensiver Nutzung finden sich heute fast ausschließlich in Naturschutzgebieten und werden vom Naturschutz gepflegt.

Mittlerer GW-Stand	+5 / -5 cm sehr nass	0 / -10 sehr nass - nass	-10 / -20 feucht	-20 / -40 feucht bis frisch	-40 / -60 mittel	> -60 mittel bis trocken
Düngung (Bruttoentzug)	keine	praktisch keine < 50 kg N / ha * a	gering > 50 kg N / ha * a	mittel > 100 kg N / ha * a	stark > 150 kg N / ha * a	sehr stark > 200 kg N / ha * a
Schnitt-Häufigkeit	0	1	1 (-2)	2	> 2 (- 4)	> 2 (- 5)
Nutzungsintensität	0 nicht genutzt	1 sehr extensiv	2 extensiv	3 mittel	4 intensiv	5 sehr intensiv

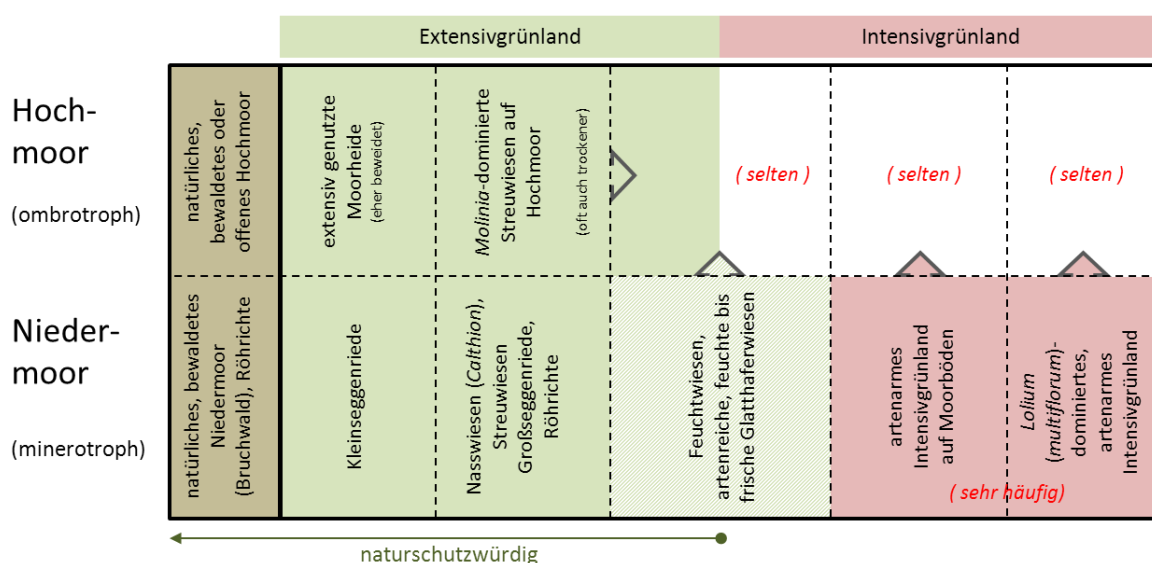


Abbildung 16: Vereinfachtes Schema der Grünlandnutzung auf Moorstandorten in Baden-Württemberg.

Der in den letzten Jahren zu beobachtende Nutzungsdruck im Grünland führt oft auch zu einer Nutzungsintensivierung in den vorhandenen Schutzgebieten (z.B. NSG Taubenried, NSG Pfullendorfer Ried).

Nutzungsaufgabe und Extensivierung. Auf aufgelassenen Moorstandorten können sich ohne Wiedervernässung Gehölze entwickeln. Gehölze sind in Mooren auf Grund erhöhter Wasserentzüge im Vergleich zu Grünland meist nicht erwünscht. Eine Nutzungsaufgabe ist daher nur bei ausreichender Wiedervernässung sinnvoll.

Eine Nutzungsaufgabe oder Extensivierung bei Intensivgrünland führt nicht automatisch zu Standorten unter denen sich naturschutzfachlich bedeutende Biotope einstellen. Mit der (intensiven) Nutzung sind Bodendegradierungen verbunden, die nicht reversibel sind. Die Umkehr von Entwicklungslinien ist deshalb sehr schwierig. Hierfür sind in der Regel eine Wiedervernässung und der Entzug von Nährstoffen (Aushagerung) notwendig.

Meist führt die völlige Nutzungsaufgabe bei Intensivgrünland zu eutrophen Brachen (z.B. artenarme Brennesselfluren) die aus floristisch-vegetationskundlicher Sicht weitgehend

bedeutungslos sind. Eine ausschließliche Wiedervernässung (ohne Aushagerung) führt meist zu eutrophen Röhrichten und Großseggenriedern, und liefert meist mehr oder weniger artenarme Vegetationsbestände. Die Regeneration artenreichen Extensivgrünlandes ist dagegen ein langwieriger Prozess.

Von Verbrachung und Verbuschung sind insbesondere Streuwiesen oder Nassweiden betroffen, die als extensiv genutzte Biotope das Moorökosystem nicht oder nur gering beeinträchtigen, auf Grund ihres Artenreichtums jedoch von hoher naturschutzfachlicher Bedeutung sind.

2.4.2.2 Ackernutzung und Kurzumtriebsplantagen

Die Qualitativ-selektiven Erkenntnisse aus den Begehungen der Schwerpunktmoore ergaben, dass eine Ackernutzung auf Mooren in Baden-Württemberg vor allem in den Moorregionen II und V und praktisch ausschließlich auf Niedermoorstandorten stattfindet. Voraussetzung für die Ackernutzung ist in jedem Fall eine starke Entwässerung (mittlere GW-Stände >60-80 cm unter Flur). Auf den Äckern wird in der Regel Wintergetreide, Winterraps oder Mais angebaut. Auf Grund der mittleren Wasserversorgung und der intensiven Nutzung (Düngung und Herbizideinsatz) sind die Standorte aus floristisch-vegetationskundlicher Sicht i.d.R. bedeutungslos. Es kommen lediglich nährstoffzeigende Ubiquisten vor. Auch bei eher extensiver Nutzung haben Äcker auf Moorstandorten meist keine schutzwürdige oder artenreiche Ackerunkrautflora.

Kurzumtriebsplantagen konnten bei Geländebegehungen nur in wenigen Fällen in der Moorregion 2 (z.B. im Pfullendorfer Ried) beobachtet werden. Auch diese Standorte waren aus floristisch-vegetationskundlicher Sicht bedeutungslos. Im Unterwuchs der Weidenkulturen (*Salix spec.*) wurden typische Arten eutropher Frisch- und Feuchtwiesen und ihrer Brachen gefunden.

2.4.3 Potenzielle Moorregeneration und Ableitungen für Maßnahmenoptionen (Kaule, Schwarz-v.Raumer)

Die Einschätzung der Klimawirksamkeit von Mooren wird im Projekt sowohl unter dem Aspekt der Bilanzierung der aktuellen Emissionssituation bearbeitet als auch unter der Fragestellung möglicher THG-Emissionseinsparungen. Die Letztgenannte Aufgabe ist dabei ohne eine eingehende Auseinandersetzung mit der Frage der künftigen sukzessionsökologischen Entwicklung der Moore nicht zu lösen. In einem ersten Schritt stellen wir deshalb Betrachtungen darüber in den Vordergrund, welche Entwicklungsstadien der Moorregeneration unter Einbezug von Maßnahmenoptionen aus moorökologischer Sicht überhaupt möglich sind, um dann zu Aussagen über machbare THG-Emissionsreduktionen zu kommen bzw. darüber, mit welchen Maßnahmen dies bewerkstelligt werden kann. Dabei muss allem vorangestellt werden, dass wir einen regionalen, nicht einen lokalen Maßstab für die Analyse und ihre Implikationen veranschlagen. Die Ergebnisse sind bestenfalls (aber immerhin) dazu geeignet, den künftigen Untersuchungsaufwand über eine räumliche Priorisierung einzuschränken.

Wir folgen Röhl (2005), der für die Restitution von Mooren (1) das Wiedervernässungspotenzial, (2) das biotische Potenzial und (3) die Umsetzungsbedingungen als die drei

grundlegenden Faktoren betrachtet. Die Bedingungen der Wiedervernässung werden in 0 eingehend behandelt und bilanziert. Das Thema Umsetzung hingegen werden wir in Kapitel 4.5 wieder aufgreifen. Betrachtungen über das „biotische Potenzial“ d.h. die Regenerationsfähigkeit der betrachteten in der Regel degradierten Moore stellen wir hier zu Diskussion wobei im Hinblick auf die Klimagasthematik eben auch die mittelfristig erreichbaren Sukzessionsstadien interessieren.

2.4.3.1 *Regeneration degradierter Moore: Grundbedingungen und Empfehlungen*

Die folgenden Abschnitte fassen die wichtigsten Ergebnisse einer Studie zu den Grundbedingungen der Renaturierungsfähigkeit in den Mooren des Voralpenlandes zusammen um daraus moortypspezifische Optionen für Maßnahmen abzuleiten. Die Studie selbst ist als Anhang 13 gesondert dokumentiert.

Wie in Kapitel 2.2 dargestellt unterscheiden wir

- Verlandungsmoore an Seen, gespeist vom Seewasser
- Versumpfungsmoore in Becken mit aufsteigendem Grundwasser
- Auenüberflutungsmoore
- Durchströmungsmoore, Wasser aus Quellhorizonten durchströmt das Moor
- und Hochmoore (gespeist ausschließlich vom Regenwasser).

und gehen prinzipiell davon aus, dass Entstehung und Lage nicht manipulierbare Merkmale für die Beurteilung der Renaturierungsfähigkeit auch nach Eingriffen wie Entwässerung darstellen. Zwar kann beispielsweise ein Auenüberflutungsmoor nicht alleine durch die Anhebung des Grundwasserstandes (Rückbau von Drainagen) regeneriert werden, da der Grundwasserstand zu großen Schwankungen unterliegt.

Des Weiteren beherzigt die Studie grundlegend die Tatsache, dass die Regenerierbarkeit hin zu intakten Mooren mit Torfakkumulation primär sich mit Niederschlagsgradienten ändert (Kaule, 2011),

Verlandungsmoore entstehen durch Stillwasserverlandung von natürlichen Gewässern und sehr alten Teichen. Verlandungsmoore sind insbesondere in der Moorregion 1 (Voralpines Hügel- und Moorland) häufig und ihre Größe schwankt sehr. Das größte ist das Federseemoor, es liegt allerdings in der Moorregion 2 (Donau-Iller-Lechplatte). Durch die Absenkung des Seespiegels wurde es stark verändert, an den Rändern dominieren jetzt Versumpfungsmoore. Die großen Verlandungsmoore am Bodensee sind Seeried vorwiegend mit *Gyttia*, sie werden hier nicht bearbeitet

Die zahlreichen kleinen Moore an Seen und Weihern ist der Wasserstand durch Wehre kontrolliert. Diese Verlandungsmoore im Rückstau der Seen und Teiche gehen in die Auen der Zuflüsse über, so dass sie von uns fast immer als Komplex zu den Auen-Überflutungsmooren gestellt werden (Auen). Außerdem sind die meisten Verlandungsmoore an kleinen Seen sind unter 10 ha groß sie werden daher von uns nicht erfasst.

Maßnahmen. Für den Federsee liegen umfassende Planungen vor, hier werden keine Vorschläge gemacht. Kleinere Verlandungsmoore die noch in direktem Kontakt zu ihrem See stehen bedürfen keiner mechanischen Renaturierungsmaßnahmen. Hier sollte der Prozessschutz (natürliche Entwicklung) Vorrang haben. Streuwiesen, die noch in gutem Zustand vorhanden sind, sollten langfristig gesichert werden. In fast allen Seen ist eine Verbesserung der Gewässerqualität dringend erforderlich. Die Verlandungsmoore sind unabhängig vom Niederschlag. Sofern die Moore jedoch vom Wasserhaushalt des Sees abgekoppelt sind müssen sie wie Versumpfungsmoore behandelt werden

Auenüberflutungsmoore entstehen vornehmlich an Mittel- bzw. Unterläufen der Flüsse in Abschnitten die durch ein geringes Gefälle gekennzeichnet sind. Sie sind an Flächen gekoppelt, die periodisch überflutet werden. Dieser Moortyp hat zwei Vorkommensschwerpunkte:

- Der Gürtel nördlich der Jung-Endmoränengrenze: an der Kante des Jungmoränengürtels wird in den Platten das Gefälle geringer, die Auen breiter und sie können vermooren. Weiter fußabwärts gehen sie in Auen-Versumpfungsmoore über (Riß, Ostrach), unter 1000 mm/a.
- In der stark gegliederten Eiszerfallslandschaft zwischen den Zungenbecken kommen zahlreiche kleine flache Auen vor, häufig jedoch unter 10 ha (Niederschlagszonen 1200-1400 mm / a)..

Auch in Oberschwaben sind sie fast durchgehend durch Begradigung, Infrastruktur und intensive Landwirtschaft weitgehend verschwunden (z. B. Moore an der Wolfegger Ach südlich Kißlegg). In Äckern zeigt der hohe Anteil an Kies und Steinen im Moorboden dass die Moorschicht weitgehend abgebaut wurde. Moore wie das Schussenmoor bei Aulendorf sind eine Ausnahme, in diesen Fällen sind mit geringem Aufwand umfassende Verbesserungen zu erreichen.

Maßnahmen. Eine Regenerierung kann nur in Kombination mit wasserbaulichen Maßnahmen, z.B. Gewässerrenaturierung neuen Überflutungsgebieten zur Wasserrückhaltung erfolgen. Im Hinblick auf die zu erwartende Zunahme von Starkregenereignissen im Sommer sollte die Hochwasserrückhaltung in Auen wo immer möglich verbessert werden. In allen Niederschlagszonen ist die Umwandlung von Äckern zum Bodenschutz bei Überflutungen zwingend erforderlich.

Niederschlagszone unter 1000 mm/a: In allen breiten Auen liegen Wassergewinnungsgebiete. Daher ist hoher Grundwasserstand zur Regeneration der Moore und von Moorvegetation sehr unwahrscheinlich. Zur Verlangsamung des Torfabbaus sollten die Wiesen extensiviert werden, dies dient auch der langfristigen Sicherung der Grundwasserqualität.

Niederschlagszone über 1200 mm/a: Hier kann, vor allem in Kombination mit angrenzenden Durchströmungsmooren immer eine Moorrenaturierung Wiederherstellung von Überflutungsgebieten angestrebt werden. In der Realität werden diese Auen-Versumpfungsmoore jedoch weiter entwässert

Durchströmungs-, Quell- und Hangmoore kommen fast immer als Komplex vor: Am oberen Rand Quellbereiche, dann folgt eine sehr flach geneigte Hangmulde in der der Torf durchströmt wird. Durchströmungsmoore können auch in Versumpfungsmoore übergehen. Entsprechend dem Untersuchungsmaßstab fassen wir die drei Moortypen zu einer Klassifizierungseinheit zusammen (Talmulde).

Durchströmungsmoore entstehen bei hohem und gleichmäßigem Grundwasserangebot im Grenzbereich von Grundwasserleitern und –stauern auf. Sie sind an Geländesituationen gebunden, die eine Durchströmung des Wassers durch den Moorkörper bewirkt. Sie treten daher häufig Talrändern mit starken Schichtquellsystemen auf. Der Torf ist in naturnahem Zustand locker und gut durchströmbar, bei Entwässerung degeneriert er sehr schnell.

Die Durchströmungsmoore haben reliefbedingt ihre Schwerpunkte an der Jungendmoränengrenze, in den stark reliefierten Eiszerfallandschaften um Altshausen und Kißlegg (Grenzen von den lehmigen Moränen zu durchlässigen Überdeckungen) sowie an Talrändern im Riß-Iller-„Dreieck“ (Grenzen der lehmigen Grundmoräne zu durchlässigen Moränenschotter).

In der Moorzone mit den geringsten Niederschlägen (unter 1200 mm /a) sind die Moore schon lange stark drainiert und intensiv genutzt. Das Grabennetz ist fest eingebaut. Damit sind die ursprünglichen Eigenschaften eines Durchströmungsmoores nicht mehr gegeben. Eine Extensivierung ist möglich und aus Klimaschutzgründen erwünscht, die Einstellung eines zur Emissionsminderung optimalen Wasserstandes auf ca. minus 10 cm unter Flur und eine Reaktivierung der Durchströmung kaum erreichbar. In der Zone über 1200 mm, besonders deutlich über 1400 mm N/a sind dagegen vor allem kleinere Moore zum Teil noch in einem ökologisch guten Zustand vorhanden. Hier sind Maßnahmen kurzfristig erfolgreich.

Maßnahmen. Unter 1200 mm/a sind in fast allen Durchströmungsmooren dieser Zone die Torfe schon soweit degradiert, dass eine laterale Durchströmung nicht mehr möglich ist, sie können also nicht renaturiert werden. Ein zusätzlicher Konflikt entsteht durch Wassergewinnungsanlagen die das Wasser aus den Grundwasserleitern vor den Quellaustritten abziehen. Eine Extensivierung zur Verlangsamung des Torfabbaus ist aber möglich und sollte angestrebt werden.

Über 1200 mm /a: In Fällen in denen noch Reste von Extensivwiesen oder Flachmoorvegetation vorkommen bestehen gute Chancen für einen integrierten Moorschutz, das heißt, Klimaschutz und Schutz der Biodiversität können optimal kombiniert werden

Kesselmoore sind Moorbildungen in geschlossenen, kesselartigen Hohlformen, die nach dem Rückzug des Inlandeises durch das Abschmelzen von Toteisblöcken ("Toteislöcher") entstanden sind (typische Erscheinungsform in Eiszerfallandschaften). Die meisten Kesselmoore sind unter 10 ha groß und daher in Abbildung 6 nicht dargestellt.

Aufgrund der Wasserzufuhr aus der näheren Umgebung ist eine Renaturierung potentiell gut möglich, Voraussetzung ist, dass nährstoffarmes Wasser aus der Umgebung in den Randsumpf geleitet werden kann (kein Oberflächenwasser mit Gülle!). In zahlreichen Kesselmooren auch unter 10 ha hat Göttlich noch Hochmoortorf kartiert (er fasste Übergangsmoor- und Hochmoortorf zusammen). Diese liegen größtenteils im Wald unter Fichtenforst. Beispiele aus Bayern belegen, dass auch bei Niederschlägen zwischen 1000 und 1100 mm/a durch Rückstaumaßnahmen im Randlag-Graben eine deutliche Zunahme der Sphagnen auch im bewaldeten Moor stattfindet (Moore in Toteiskesseln im Kerschbacher Forst)

Für den Naturschutz sind Kesselmoore bei gutem Erhaltungszustand von sehr hoher Bedeutung und, sofern eine Chance zur Regeneration besteht, ist diese prioritär. In der durch Intensivwiesen geprägten Moorlandschaft des Allgäus können für den Biotopverbund relativ schnell wertvolle Bestandteile entwickelt werden ohne dass sehr große Flächen bearbeitet werden müssen, was immer ein langwieriger Prozess ist.

Maßnahmen. In Fällen in denen noch Reste von Extensivwiesen oder Flachmoorvegetation oder Reste von Hochmoorvegetation vorkommen sind Renaturierungsmaßnahmen unter Einschluss des nahen Einzugsgebietes prioritär. Insbesondere bei Kesseln die im Wald liegen sind die Erhaltungschancen sehr hoch. Es entstehen wertvolle Trittsteinbiotope der Moorvegetation.

Versumpfungsmoore kommen in Becken ehemaliger Gletscherrinnen vor, auch im UG sind mineralische Inseln in größeren Mooren typisch. Ein weiteres wichtiges Vorkommen von Versumpfungsmooren bilden die flussbegleitenden Moore. Sie treten großflächig auf, wenn Grundwasser in die Aue drückt. Das prominenteste Beispiel ist das Langenauer Ried.

Maßnahmen für Niedermoores. Versumpfungsmoore in Becken haben rein hydrologisch gesehen gute Chancen für eine Renaturierung, diese ist jedoch abhängig vom Grundwasserstand. Da dieser durch Trinkwasserentnahme fast überall dauerhaft abgesenkt ist kann eine Wiederversumpfung nicht stattfinden. Unter diesen Umständen ist eine extensive Wiesennutzung zwingend.

Für das Langenauer Ried gibt es bereits umfassende Planungen und Maßnahmen auf die hier in einer regionalen Übersicht nicht eingegangen werden muss. In Mooren dieses Typs in Zonen mit niedrigen Jahresniederschlägen sollte aus Klimaschutzgründen eine Extensivierung durchgeführt werden, sofern es sich nur noch um Restflächen zwischen Bebauung und Infrastruktur handelt können ohne umfangreiche Maßnahme jedoch kaum für den Artenschutz besonders wertvolle Wiesen entstehen

Bis 1200 mm/a ist neben der Extensivierung angeraten, zu überprüfen, ob Grabenschließung und Rückstau zur Wiedervernässung möglich ist. Nur dann kann Brache und natürliche Sukzession zu ökologisch wertvollen Biotopen führen. Z.B. im Weiten Ried bei Herbertingen in der Kernzone des Schutzgebietes die in einer Senke (mit alten Torfstichen?) liegt. Die weiten Agrarflächen liegen in der Grundwassergewinnungszone. Das

Gleiche gilt für das Moor östlich von Schemmerhofen im Hügelland der unteren Riß. Hier ist Extensivierung vorrangig, durch Rückstau der alten Becken können jedoch die trockenen Ruderalfluren „versumpft“ werden. Das Osterried, mit 850 mmN/a, im Hügelland der unteren Riß ist ein hydrologischgeologischer Sonderfall, im Zentrum des Schutzgebietes aufgrund der gesicherten Grundwasserversorgung ein Quellmoor und erstklassige Streuwiesen.

Ist ein Anschluss an (neue) Überflutungsflächen einer Aue möglich sind weitergehend Maßnahmen prioritär. Niedermoore die jetzt bewaldet sind haben häufig eine Morphologie mit ehemaligen Torfstichbecken. Bei Anstau dieser Becken fließt zusätzlich von den höheren Bereichen nährstoffarmes Wasser in die Senken. Dies sind ideale Bedingungen für die Entwicklung von oligotrophen Moorwäldern. Dies ist auch bei Niederschlägen zwischen 900-1000 mm/a möglich (z.B. Sattelöse bei Sendenhart; Moore im Rißtal zwischen Appendorf und Schiggenmühle bei Ingoldingen).

Im Niederschlagsbereich über 1200 mm N/a, bei einem deutlichen Wasserüberschuss und potenzieller Hochmoorbildung, sind die Chancen für die Rückentwicklung von extensiven Nasswiesen hoch, insbesondere wenn noch Restflächen (oft bereits NSGs) vorhanden sind. Hier kommt es darauf an, zunächst Moore mit einem überschaubaren Einzugsgebiet zu identifizieren (siehe Hochmoorkomplexe).

Versumpfungsmoore kommen auch immer in den Becken um die Hochmoore vor. Sie sind auch sekundär möglich, wenn der Hochmoortorf vollständig abgetorft wurde. Die Komplexe von Hochmoorresten und Versumpfungsmooren haben höchste Priorität. In der Regel sind sie jedoch bereits Schutzgebiete und in Bearbeitung. Allerdings besteht auch dann im weiteren Umfeld eine hohe Priorität für Extensivierung und Vernässung der Niedermoortorfe. Ziel sollte die Entwicklung großer zusammenhängender Moorlandschaften sein. Die Großschutzgebiete sind ein wichtiger Schritt in diese Richtung.

Hochmoore (auch als Regenmoore bezeichnet) werden ausschließlich durch Niederschlagswasser gespeist. Die Angabe von RINGLER & DINGLER (2005) für das Voralpengebiet (mindestens 1000 mm) muss nach den Daten von Kaule et al. (2014) etwas nach oben korrigiert werden (1100 mm N/a). Bei der Wiederholungskartierung zeigte sich, dass Hochmoore in der Zone mit geringeren Niederschlägen Relikte aus niederschlagsreicheren Perioden sind, sie verheiden ohne menschlichen Einfluss. Eine deutliche Zunahme torfbildender Sphagnen in vorentwässerten, verheideten Mooren fand ohne Rückstaumaßnahmen in den vergangenen 40 Jahren erst bei Niederschlägen über 1300 mm/a statt. Die Hochmoore des Untersuchungsgebietes entstanden in Zungenbecken der eiszeitlichen Gletscher oder in Restseen, die nach Abschmelzen des Eises ausliefen und in denen sich zunächst Niedermoore bildeten. Alle Hochmoore sind, oder waren, von Niedermooren (meist Versumpfungsmooren) umgeben. Im Untersuchungsgebiet kommen wachsende Hochmoore nur bei Niederschlägen über 1200 mm /a vor. Die Hochmoortorfe in Zonen mit niedrigerem Niederschlag sind auch hier als Relikte aus früheren Zeiten zu bezeichnen.

Der Anteil der HM-Fläche an der Moorfläche der ist in den Klimazonen unterschiedlich und muss entsprechend auf seine Ursachen analysiert werden. Richtig interpretiert er-

geben sich aus den Anteilen zusammen mit dem Zustand der Moore die entscheidenden Hinweise für Rekultivierungs- / Renaturierungsziele.

- In den Zonen bis 1100 mm p/a können in einem Anteil von unter 20% Übergangsmoorgesellschaften erhalten und entwickelt werden.
- Bei 1150 mm p/a liegt das Wurzacher Ried, in dieser klimatischen Zone ist das Monitoring der offenen Hochmoorgesellschaften vorrangig (Verhältnis Hochmoorwachstumskomplexe zu verheideten Bulten).
- In den Zonen über 1200 mm p/a muss der Schwerpunkt in der Hochmoorrenaturierung liegen (siehe Abbildung 17 mit den absoluten Flächenwerten).

Die Flächensumme der von Göttlich 1965-71 kartierten Hochmoortorfe (Abbildung 17) zeigt in absoluten Zahlen die kritische Situation der Hochmoore. 1/3, knapp 1000 ha können nur zu Übergangsmoorwäldern entwickelt werden, 1/3 liegt in einer durch Klimawandel kritischen Zone. Demnach können langfristig stabile wachsende Hochmoore nur auf einem Drittel der ehemaligen Hochmoorflächen sicher erhalten und entwickelt werden.

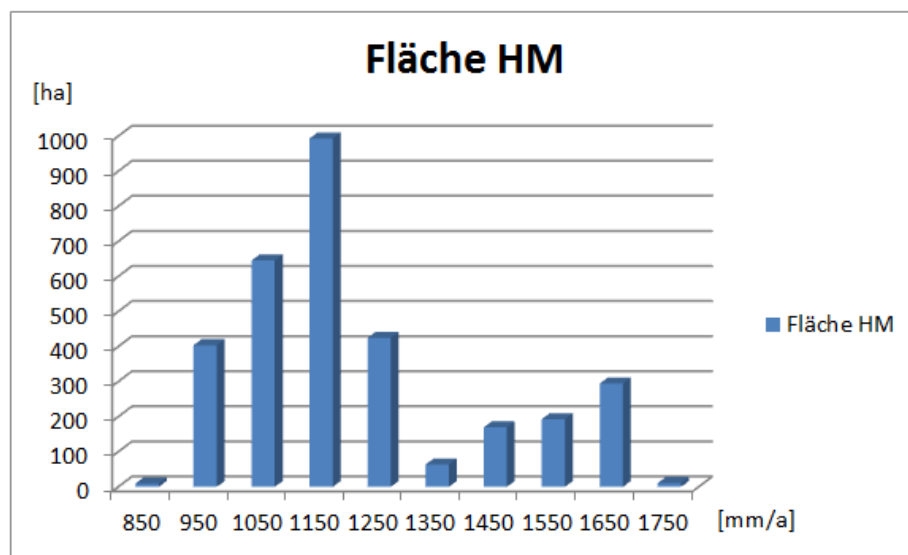


Abbildung 17: Hochmoorfläche im Alpenvorland (voralpines Hügel- und Moorland sowie Donau-Iller-Lechplatten) in BW im Niederschlagsgradient (Klassenmitte).

Maßnahmen 900-1000 mm/a. In dieser Niederschlagszone ist eine Entwicklung von echten Hochmoorwachstumskomplexen nicht möglich. Auf geeigneten Flächen mit der Möglichkeit oligotrophes Wasser zurück zu stauen oder aus höheren Moorpartien zuzuführen sind Übergangsmoore (Pseudohochmoore) und Schwinggrasen entwickelbar (Beispiele aus Bayern: Wildmoos und Haspelmoor bei Fürstenfeldbruck 900-1000 mm / a, Kaule et al. 2014). Es können jedoch auch sehr wertvolle oligotrophe Bruchwälder entwickelt werden (siehe z. B. Moor 72 Moore im Rißtal zwischen Appendorf und Schiggenmühle bei Ingoldingen, das Mooregebiet westlich von Sattelöse oder die erfolgreichen Maßnahmen im Großschutzgebiet Pfrunger Ried).

Maßnahmen 1000-1100 mm/a. Ohne Maßnahmen sind Hochmoorwachstumskomplexe nicht neu entwickelbar, sobald es möglich ist aus höher gelegenen Moorteilen Wasser in flache Mulden abzuführen kann sich Hochmoorvegetation entwickeln (Kaule et al 2014) nach Auswertung von über 2900 Moorpolygonen in ca. 290 Mooren im Bayerischen Voralpengebiet). Die Rodung von großen stark wasserziehenden Fichten in Becken führt bei Präsenz von Hochmoorsphagnen ebenfalls zur Entwicklung von sekundären schwach minerotrophen Wachstumskomplexen führen. Aufgelichtete Fichtenforste können sich jedoch auch zu Beerstrauch-Fichtenmoorwäldern und oligotrophen Bruchwäldern entwickeln. In den Moorkomplexen sollten also unbedingt Gräben geschlossen werden und im Umfeld Vernässungen durchgeführt werden. Der Nährstoffgehalt des zugeführten Wassers bestimmt dann die Sukzession. Es muss nicht unbedingt Hochmoor angestrebt werden.

Maßnahmen 1100-1200 mm/a. In dieser Zone kommen stabile Hochmoorwachstumskomplexe zwar noch vor, wir befinden uns aber in der kritischen Zone des Hochmoorwachstums. Unter derzeitigen Bedingungen können sich bei Anstau von Gräben und der Schließung von Schlitzgräben Wachstumskomplexe aus Hochmoorheiden neu entwickeln. Zwischen 1970 und 2013 haben Hochmoorheiden die Torfmoosdecken von unter 10% auf 50- 70 % zugenommen (Kaule et al 2014). Die beiden großen in diesem Niederschlagsgürtel vorkommenden Moore sind Kernflächen des Baden-Württemberger Hochmoor-Schutzkonzeptes. Die Entwicklung von sekundären Übergangsmooren im Randbereich hat jetzt Vorrang.

Maßnahmen 1200-1500 mm/a In dieser Zone liegen als Hochmoorgürtel die meisten Hochmoorkomplexe des Westallgäuer Hügellandes Sie sind jedoch fast alle durch Torfabbau und Entwässerung stark beeinflusst worden. In der Regel sind sie bereits Schutzgebiete und Renaturierungsmaßnahmen eingeleitet. Allerdings besteht auch dann im weiteren Umfeld eine hohe Priorität für Extensivierung und Vernässung der Niedermoor- und Übergangsmoore. Die wichtigsten Moorkomplexe sind: Gründlenried, Grünberger Moor, Bustenmoor, Röhseer Moos, Oberreuter Moos, Burger Moos westlich von Kißlegg.

Empfehlung: Rückstau von Torfstichen und Wiedervernässung von Hochflächen. Regeneration von Hochmoor-Wachstumskomplexen und lichten sphagnumreichen Moorwäldern. Wiedervernässung im Umfeld der Hochmoorkerne. Sofern nährstoffarmes Wasser verfügbar ist können Seggenrieden, nasses Extensivgrünland und Streuwiesen entwickelt werden Streuwiesen in gutem Erhaltungszustand kommen in dieser Niederschlagszone jedoch noch häufiger vor, dann hat die Pflege hohe Priorität.

Maßnahmen 1500-1700 mm/a. In dieser **Übergangszone zu Gebirghochmooren** waren 1970 nach Kaule (1974) noch viele Moortorfe im Abbau oder sehr stark degradiert, offene Restflächen vorwiegend verheidet. Heute sind sie hervorragend regeneriert. Maßnahmen zur Wasserrückhaltung in den gesamten Moorkomplexen sollten verstärkt weiter geführt werden. In dieser Niederschlagszone sind Maßnahmen zur Hochmoorentwicklung, zu Regeneration sekundärer Schwinggrasen in Torfstichen und der Entwicklung nährstoffarmer Flachmoore im Umfeld mit großer Sicherheit erfolgreich.

Abschließend bleibt festzustellen, dass in den Niederschlagszonen über 1200 mm N/a Großschutzgebiete zur Entwicklung komplexer Moorlandschaften noch fehlen. Sinnvoll erscheinen

- die Moorlandschaft Eisenharz,
- die Moorlandschaft Winnis-Obere Möser, Taufach-Fetzachmoos Haubacher Moos
- die Moorlandschaft Gründlenried-Weiher-Brunnen.

2.4.3.2 Priorisierung

Aus der integrierten Analyse der Moortypen und-Komplexe und der statistischen Auswertung lässt sich eine Priorisierung und zusammenfassende Empfehlung ableiten. Dabei werden Großschutzgebiete nicht betrachtet, da sie sich bereits intensiv in Planung und Realisierung befinden (z.B. Wurzacher Ried, Federseegebiet, Pfrunger Ried).

2.4.3.3 Mittelfristige Sukzessionsstadien

Für die in Kapitel 3.6 beschriebenen Potenzialszenarien ist es unumgänglich, die unter den oben beschriebenen Maßnahmenoptionen sich bestenfalls entwickelnden Vegetationsgesellschaften zu benennen, um dann entsprechende Annahmen über Emissionsfaktoren begründen zu können. In Anhang 14 sind entsprechende Betrachtungen zusammengefasst. Dort wird auch auf die naturschutzfachliche Bedeutung der sich entwickelnden Gesellschaften verwiesen.

2.4.4 Tierökologische Bewertung (Trautner et al.)

2.4.4.1 Moortypischer Arten

In den nachfolgenden Abschnitten kann keine vollständige Charakterisierung und Bewertung der faunistischen Potenziale von Lebensräumen der Moore vorgenommen werden, die alle Tiergruppen sowie die regionale und detailliert lebensraumtypbezogene Differenzierung berücksichtigt. Hierfür liegen keine landesweit ausreichenden Grundlagen vor. Unter Aspekten des Naturschutzes und der Landschaftspflege ist es allerdings ohnehin geboten, auf diejenigen Arten bzw. Artengruppen abzustellen, die im naturschutzfachlichen Kontext nach aktuellem Stand besonders schutzbedürftig und bewertungsrelevant sind und für die ausreichende Daten hinsichtlich einer entsprechenden Einordnung auf grobem Maßstab abrufbar sind.

Vor diesem Hintergrund wurde als Auswertungsbasis primär auf das Informationssystem Zielartenkonzept Baden-Württemberg¹ abgestellt. Dessen Bewertungssystem und Daten erlauben zum einen die Auswahl naturschutzfachlich besonders bedeutsamer Arten nach fachlicher Herleitung des Zielartenkonzepts (primär die Differenzierung nach Naturraum-, Landesarten und so genannten Zielorientierten Indikatorarten, Begriffserläuterungen siehe Tabelle A2 in Anhang 15) der darin behandelten Artengruppen. Zum anderen ist durch die in den Datenbanken hinterlegten Informationen zu zur Nutzung von Grob-

¹ <http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt5/zak/>

Lebensraumtypen (Habitatstrukturtypen) eine gezielte Abfrage von Zielarten moortypischer Lebensräume für die vollständig in den Planungsablauf des Informationssystem Zielartenkonzept integrierten Zielarten Baden-Württembergs (> 300 Zielarten) möglich.

Die für eine Grobauswahl zunächst berücksichtigten Habitatstrukturtypen aus dem Informationssystem Zielartenkonzept sind in Tabelle A1 im Anhang 15 gelistet.

Tabelle 9: *Priorisierung von Maßnahmen zur Moorrenaturierung*

Stufe I	<p>Renaturierung und Extensivierung in</p> <p>...allen Versumpfungsmoorkomplexen mit Hochmoorresten (auch Torfen), soweit sie nicht bereits Schutzgebiete mit Planungen und Maßnahmen sind (siehe oben). Die Abgrenzung solle nicht nach dem Zustand der Vegetation sondern nach der Torfgrenze erfolgen, also Intensiv genutzte Flächen einschließen. Hier sind der Schutz der Biodiversität, Klimaschutz und Wasserrückhaltung optimal kombinierbar. Für die Hochmoorreste werden die oben und in Kaule et al (2014; Analyse Bayern) ausgeführten niederschlagsabhängigen Rekultivierungsziele zugeordnet.</p> <p>...allen sonstigen Versumpfungsmoor-Niedermoorkomplexe in denen durch eine Kammerung und ihre Nutzungsvielfalt alle Ziele des Moorschutzes kombiniert verfolgt werden können.</p>
Stufe II	<p>Auenmoore in denen die Hochwasserrückhaltung optimiert werden kann, unabhängig vom Zustand des Torfes. Die Ziele sind Überflutung und Extensivierung.</p> <p>Durchströmungsmoore in denen noch naturnahe Bereiche vorkommen und die Torfzersetzung noch nicht zu weit fortgeschritten ist. Vorwiegend in Niederschlagszone über 1200 mm/a.</p> <p>Versumpfungsmoore mit überwiegend Intensivwiesen in denen der Moorkörper noch nicht stark zerschnitten ist. Grundwasserabsenkung durch Trinkwassergewinnung beachten!</p> <p>Kesselmoore da sie aufgrund ihrer geschlossenen Lage und des kleinen Grundwassereinzugsgebietes hohe Erfolgchancen haben.</p>
Stufe III	<p>Zunächst nur Extensivierung, umfangreiche Maßnahmen sollten erst nach Erfahrungen in den priorisierten Gebieten durchgeführt werden</p> <p>Alle restlichen Durchströmungsmoore da der Zustand der Torfe keine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit zulässt (vergl. Timmermann et al. 2009)</p> <p>Vom Gewässer abgeschnittene Auenmoore in denen der Torf noch nicht weitgehend abgebaut ist aber eine regelmäßige Überflutung ausgeschlossen ist.</p>
Stufe IV	<p>Nach weiteren Untersuchungen: Kleine Kesselmoore unter 10 ha soweit Hochmoortorf von Göttlich kartiert wurde</p> <p>Verlandungsmoore soweit die Moorbereiche in den Stauwurzeln intensiviert wurden. Verbesserung der Gewässerqualität in den Seen und Weihern-</p> <p>Versumpfungsmoore soweit oben nicht erfasst.</p>

Ergänzend zu den Zielarten wurde zudem berücksichtigt, welche ggf. zusätzlichen Arten der Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) für Moore relevant sind² und welche Vogelarten im Natura 2000-Kontext bezüglich Moorlebensräumen unmittelbar Bedeutung erlangen. Für den letztgenannten Aspekt wurde auf diejenigen Vogelarten zurückgegriffen, die in der aktuellen Version des Handbuchs zur Erstellung von Ma-

² Diese Arten sind vollständig im IS-ZAK implementiert

nagement-Plänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg, Version 1.3 (LUBW 2013³) unter den direkt relevanten Arten der Vogelschutzrichtlinie (2009/147/EG) bzw. den zusätzlichen gelisteten nach Art. 4 Abs. 2 der Vogelschutzrichtlinie aufgeführt sind (dort Kap. 11)⁴.

Es ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass die Auswertung für einen Teil der im Informationssystem behandelten Artengruppen nicht vollständig ist, weil dort nicht für alle Artengruppen bezüglich aller Zielarten die Angaben zu naturräumlicher Verbreitung und Lebensraumbindung in Baden-Württemberg beinhaltet sind. So sind z. B. für die Laufkäfer ausschließlich die Zielorientierten Indikatorarten vollständig eingestuft. Eine Übersicht zum Bearbeitungsstand der Artengruppen sowie weitergehende Informationen zu diesem Planungswerkzeug sind dem im Internet verfügbaren Leitfaden zum Informationssystem ZAK (Stand April 2009, 2. Version, Seite 11⁵) zu entnehmen.

Die nachfolgende Tabelle 10 gibt eine Übersicht der faunistischen Artengruppen und Taxazahlen moortypischer Lebensräume nach den verfügbaren Auswertungsparametern im Informationssystem ZAK nach Bewertung als „moortypische Arten im weiteren Sinne“ (Listung aller als moortypisch eingestuften Zielarten in Tab. A3 im Anhang 15). Entsprechend der Habitatbindung nach vorliegenden Kenntnissen und Einschätzung wurden Zielarten im Rahmen des vorliegenden Projekts folgenden Gruppen zugeordnet:

- keine essenziellen Vorkommen in Mooren
- stenotope Bindung an Moore
- starke Bindung an Moore, aber auch Vorkommen außerhalb
- (regional sehr) wichtige Vorkommen in Mooren, Hauptvorkommen jedoch außerhalb

Die drei letztgenannten Gruppen werden zusammengefasst als „moortypische Arten im weiteren Sinne“ bezeichnet.

Als „moortypische Arten im engeren Sinne“ werden im Weiteren dagegen nur die Arten des zweiten und dritten o. g. Aufzählungspunktes definiert, also die stenotopen sowie diejenigen mit einer starken Bindung an Moore.

Wie bereits eingangs erwähnt, kann die berücksichtigte Auswahl nicht die Gesamtheit der im weiteren Sinne moortypischen Tierarten Baden-Württembergs berücksichtigen. Sie repräsentiert jedoch wesentliche Anspruchstypen und ist naturschutzfachlich gut begründet. Eine vollständige Berücksichtigung der landesweiten Zielarten (nach IS-ZAK) und/oder die Einbeziehung zusätzlicher Taxa (nachtaktive Schmetterlinge, Zikaden, Ameisen, Makrozoobenthos etc.) könnte möglicherweise gewisse Verschiebungen hinsichtlich der Lebensraumschwerpunkte (auch bei etwas stärkerer Gewichtung der gehölzdominierten Moorlebensräume) ergeben, würde aber nach überschlägiger Einschätzung nicht zu grundlegend abweichenden Gesamtbewertungen hinsichtlich der artenschutzfachlichen Relevanz und daraus abzuleitender Konsequenzen führen.

³ <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/13930/?shop=true&shopView=11169>

⁴ Auch diese Arten sind überwiegend als Zielarten eingestuft und im IS-ZAK implementiert

⁵ <http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt5/zak/leitfaden.pdf>

Tabelle 10: Moortypische Tierarten Baden-Württembergs auf Basis des Informationssystems Zielartenkonzept des Landes (IS ZAK) für die dort nach Habitatstrukturen bzw. Lebensraum differenzierten Taxa.

Berücksichtigte Taxa	Alle Zielarten nach ZAK	Zielorientierte Indikatorarten nach ZAK + FFH-Anhang II und IV-Arten	Anzahl moortypische Arten i. w. S.
Vögel	x		34
Amphibien und Reptilien	x		7
Tagfalter und Widderchen	x		31
Heuschrecken	x		11
Säugetiere		x	2
Fische und Neunaugen		x	2
Laufkäfer		x	5
Xylobionte Käfer		x	-
Libellen		x	10
Wildbienen		x	-
Weichtiere		x	7
Sonstige		x	1
Σ berücksichtigte Zielarten (moortypische i. W. S.)			110

Nachfolgend werden nach einer Übersicht anhand dieser Artenmatrix die wichtigsten Moorlebensräume des Landes hinsichtlich der artenschutzfachlich maßgeblichen Elemente kurz charakterisiert.

2.4.4.2 Anzahl und Moorbindungsgrad landesweiter Zielarten

Eine Übersicht zu den Ergebnissen der o. a. Auswertung bezüglich moortypischer Zielarten geben die Tabelle 11 und Tabelle 12 nach Zielartkategorie und Habitatstrukturtyp.

Hieraus wird u. a. deutlich, dass rund 44 % der landesweiten Zielarten des Informationssystems Zielartenkonzept Baden-Württemberg, für die Verbreitung und Habitatbindung in der Auswertung vollständig berücksichtigt werden konnten, als Moorbewohner im weiteren Sinne und immer noch rd. 34 % als Moorarten im engeren Sinne (stenotop oder mit starker Bindung an Moore) einzustufen sind. Dies unterstreicht die weit überproportionale Bedeutung der Moore für die Biodiversitätssicherung in Baden-Württemberg. Da es sich zugleich in vielen Fällen aber um gefährdete oder stark gefährdete Arten handelt, wird auch die kritische Situation diesbezüglich unterstrichen.

Tabelle 11: Anzahl moortypische Zielarten unterschiedlicher Kategorien (anteilig an Zielarten des Informationssystems ZAK).

Zielarten (Kategorie)	Moortypische Zielarten i. w. S. (Moorbindung 1 bis 3)	Moortypische Zielarten i. e. S. (Moorbindung 1 u. 2)	Gesamtzielarten Informationssystem ZAK
Landesarten Gruppe A (LA)	40 (38,1 %)	23 (21,9%)	105
Landesarten Gruppe B (LB)	36 (29,3 %)	8 (6,5%)	123
Naturraumarten (N)	34 (34,3 %)	3 (3 %)	99
Σ Zielarten	110 (33,6 %)	34 (10,4 %)	327

Anmerkung: Einzelne Arten, die hier nicht mehr berücksichtigt sind, hatten früher wichtige Vorkommen in Moorkomplexen im Land, sind jedoch aktuell in Mooren Baden-Württembergs (jedenfalls mit reproduzierenden Vorkommen) erloschen, z. B. Raubwürger u. Ziegenmelker; weitere Arten sind bereits vor längerer Zeit erloschen, z. B. Sumpfohreule und Birkhuhn.

1: stenotope Bindung an Moore

2: starke Bindung an Moore, aber auch Vorkommen außerhalb

3: (regional sehr) wichtige Vorkommen in Mooren, Hauptvorkommen jedoch außerhalb

Tabelle 12: Relevanz unterschiedlicher Lebensraumtypen für die moortypischen Zielarten i. w. S. (Mehrfachnennungen je Art möglich).

Habitatstrukturen nach Informationssystem ZAK	Anzahl der zugeordneten Arten nach Zielartenkategorie			Summe
	LA	LB	N	
Hochmoor (C1)	6	4	5	15
Übergangsmoor (C2)	12	7	5	24
Offene Torfflächen und Moorheiden (C3, B1.7)	5	8	9	22
Offene Niedermoore (nährstoffarm und nährstoffreich) (D2.4, D2.3.1 bis D2.3.3)	22	18	17	57
Verlandungszonen an Stehgewässern (A5.1 bis A5.5)	23	13	14	50
Lichtungen in Mooren (Sumpf-/Moorlichtung) (E2.3, E2.4)	12	12	14	38
Moorgewässer (inkl. ephemerer Tümpel) (A3.1, A3.2)	17	5	6	28
Sonstige Stehgewässer (A3.3, A3.4)	17	8	7	32
Quelle, Graben, Bach A1.1, A2.1	9	10	5	24
Moorwald/Sumpf-/Bruchwald (E1.5, E1.6)	6	3	3	12
Feuchtgebüsche (D6.1.3)	-	2	3	5

LA = Landesart A, LB = Landesart B, N = Naturraumart

In den nachfolgenden Kapiteln zu einzelnen Moorlebensräumen werden teils auch Arten genannt, die zusätzlich (in der Regel als Zielarten) zu den vollständig bearbeiteten Artengruppen wichtige Repräsentanten der Moorfauna darstellen.

2.4.4.3 Gehölzbindung der Zielarten offener und gehölzdominierter Moore

Nachfolgend werden der Bindungsgrad der moortypischen Zielarten an Gehölzbestände bzw. deren Toleranz gegenüber Gehölzbeständen analysiert, wobei unter letztgenanntem Aspekt primär Beschattung und teils Kulissenwirkung negative Einflussfaktoren für viele Arten darstellen. Hierzu wurden folgenden Klassen der Gehölzbindung/-toleranz zugeordnet:

- (1) Bindung an offene, stark besonnte Habitate und/oder Kulissenflüchter
- (2) Tolerierung von oder Bindung an halboffene, nur mäßig besonnte Habitate
- (3) Bindung an eher geschlossen, stark oder vollständig beschattete Gehölzbestände
- (4) Indifferent

Die Ergebnisse zeigen die Tabelle 13 (für Moorarten im weiteren Sinne) und Tabelle 14 (für Moorarten im engeren Sinne):

Die erwähnten Tabellen verdeutlichen nochmals, dass unter den hier ausgewerteten Taxa nur ein sehr geringer Anteil der moortypischen Arten halboffene, nur mäßig besonnte Habitate zu nutzen vermag bzw. toleriert (rd. 18 bzw. 9 %). Gleichzeitig ist unter den Moorarten im engeren Sinne der hier analysierten Gruppen keine einzige an eher geschlossene, stark oder vollständig beschattete Habitate gebunden. Die überwiegende Mehrzahl der Moorarten im landesweiten Zielartenkonzept zeigt dagegen eine Bindung an offene, stark besonnte Lebensräume (75 bzw. 88 %).

Tabelle 13: Gehölztoleranz der moortypischen Zielarten i. w. S.

Zielarten (Kategorien)	Arten mit Bindung an offene stark besonnte Habitate sowie Kulissenflüchter	Arten mit Tolerierung von oder Bindung an halboffene, nur mäßig besonnte Habitate	Arten mit Bindung an eher geschlossene, stark oder vollständig beschattete Habitate	Arten für die der Gehölzbedeckungsgrad ihrer Habitate keine Relevanz hat (indifferent)
Landesarten Gruppe A	32	6	2*	-
Landesarten Gruppe B	24	8	3	1
Naturraumarten	26	6	1	1
Σ Zielarten	82 (74,5 %)	20 (18,1 %)	6 (5,5 %)	2 (1,8 %)

*Schwarzstorch, Dreizehenspecht

Wenngleich eine Einbeziehung zusätzlicher Taxa die Anzahl gehölztoleranter oder -gebundener Moorarten vermutlich erhöhen würde, wird die Kernaussage der Tab. 4 und 5 hinsichtlich der für den Naturschutz relevanten Moorarten als repräsentativ eingeschätzt (wie bereits an früherer Stelle angemerkt). Die heutigen Rahmenbedingungen einer weit fortgeschrittenen, oft ersatzlosen Aufgabe früher verbreiteter Moornutzungen, gefährden im Zusammenwirken mit atmosphärischen Nährstoffeinträgen in erster Linie die wenig gehölztoleranten Arten, während Arten bewaldeter Moore von allfälligen Sukzessionsprozessen eher profitieren. Ein (auch) auf Biodiversitätssicherung ausgerichteter Naturschutz muss deshalb vorrangig die Zielarten offener Moore in den Fokus der Planung rücken.

Tabelle 14: Gehölytoleranz der moortypischen Zielarten i. e. S.

Zielarten (Kategorien)	Arten mit Bindung an offene stark besonnte Habitate sowie Kulissenflüchter	Arten mit Tolerierung von oder Bindung an halboffene, nur mäßig besonnte Habitate	Arten mit Bindung an eher geschlossene, stark oder vollständig beschattete Habitate	Arten für die der Gehölzbedeckungsgrad ihrer Habitate keine Relevanz hat (indifferent)
Landesarten Gruppe A	20	3	-	-
Landesarten Gruppe B	7	-	-	1*
Naturraumarten	3	-	-	-
Σ Zielarten	30 (88 %)	3 (9,1 %)	-	1 (2,9 %)

*Bauchige Windelschnecke (*Vertigo moulinsiana*)

3 Landnutzung und Emission

3.1 Nutzungswandel und Nutzungstypen (Billen et al.)

Die Art und Intensität der Nutzung von Moorböden unterliegt einem fortlaufenden Wandel und ist in den verschiedenen Moorregionen Baden-Württembergs unterschiedlich. Im Vordergrund von Moore-BW steht die aktuelle Nutzung. Deren Ausweisung kann auf unterschiedlichen Methoden basieren wie z.B. Fernerkundung (Orthofotos, Satellitenbilder), Expertenwissen oder Vegetationskartierung. Der Nutzungswandel und somit auch eine veränderte Klimawirksamkeit über mehrere Jahrzehnte hinweg können nur beim Vorliegen historischer Dokumente gelingen. Aufgrund der sekundären Bedeutung einer Retrospektive wurde hierfür lediglich das Potenzial von Luftbildauswertungen getestet.

3.1.1 Landnutzungswandel südwestdeutscher Moore (Billen, Käufler)

Die Möglichkeiten für eine Analyse des retrospektiven Landnutzungswandels mittels Luftbildauswertungen wurden für einen land- und forstwirtschaftlich genutzten Bereich im Südwesten des Pfrunger-Burgweiler Rieds getestet. Dies basierte auf schwarzweiße und gescannte Papierfotos von 1980 sowie farbige Digitalphotos von 2006 (s. Abbildung 18).

Dem Luftbildvergleich zufolge standen einer geringfügigen Abnahme von Grünland (-1,8 %-Punkte) und Gebüsch (-0,8 %-Punkte) geringe Zunahmen von Acker (+0,6 %-Punkte), Hecken (+0,2 %-Punkte) und Wald (+1,2 %-Punkte) gegenüber (Abbildung 19). Insgesamt nahm somit die landwirtschaftliche Nutzfläche um -1,2 % ab durch entsprechende Zunahme von Wald, Hecken und Gebüsch. Die Veränderungen in den letzten 25 Jahren waren also sehr gering und könnten zudem auf z.T. problematische Auswertungen der älteren sw-Lufbilder von 1980 beruhen. Die Ergebnisse können deshalb kaum auf andere Moore übertragen werden. Sie weisen aber auf die Notwendigkeit hin, auch andere Datenquellen wie z.B. historische Vegetationsaufnahmen für die Analyse eines Landnutzungswandels zu berücksichtigen (siehe Kapitel 2.3).



Abbildung 18: Ausweisung von Nutzungstypen in den Luftbildern von 1980 (links) und 2006 (rechts) am Beispiel eines land- und forstwirtschaftlich genutzten Bereichs im Südwesten des Pfrunger-Burgweiler Rieds (nach Käufler 2011).

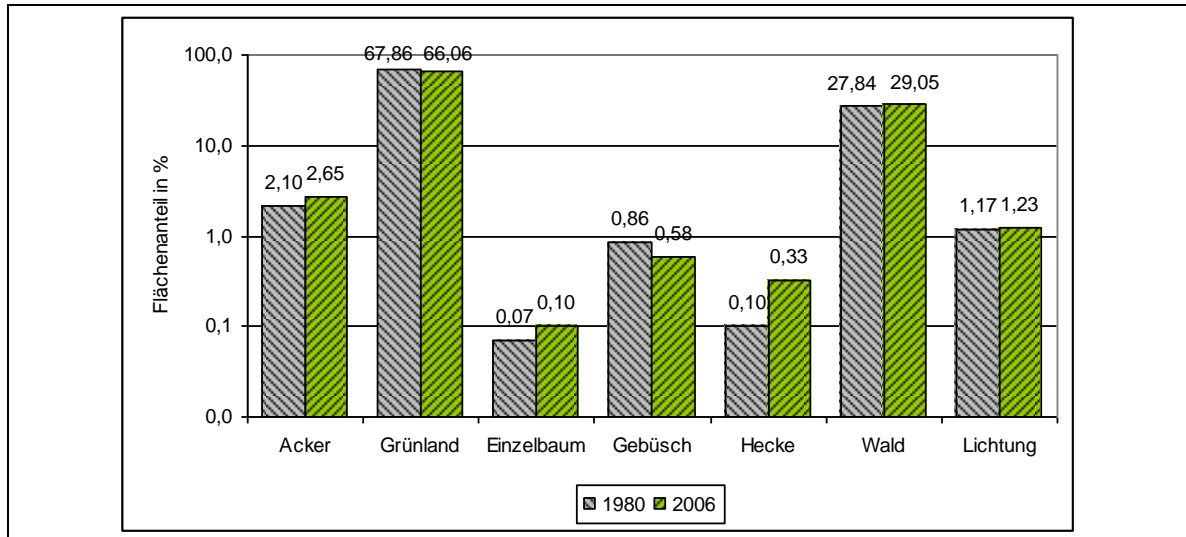


Abbildung 19: Veränderung der Flächenanteile von verschiedenen Nutzungstypen am Beispiel des südwestlichen Pfrunger-Burgweiler Rieds basierend auf einer vergleichende Luftbildauswertung der Jahre 1980 und 2006 (nach Käufler 2011).

3.1.2 Landnutzungstypisierung südwestdeutscher Mooren (Billen et al.)

Die Kenntnis zur Klassifikation und räumlichen Verteilung der aktuellen Landnutzung südwestdeutscher Moore ist wesentliche Voraussetzung für die regionalisierte Einschätzung der Treibhausgasemissionen aus den Moorböden sowie der standortabhängigen Wirkung von Reduktionsmaßnahmen. Mit dem Ziel einer Klassifikation wurden bereits von Drösler et al. (2011) Landnutzungskategorien ausgewiesen, allerdings vor bundesdeutscher Bezugskulisse. Um die südwestdeutschen Standort- und Nutzungsverhältnisse gezielter zu berücksichtigen, wurde diese Kategorisierung durch Erkenntnisse der eigenen Geländeerhebungen (siehe Kapitel 2.4.1) sowie dem Expertenwissen aus einem Projekt-Workshop fortgeschrieben (Tabelle 15). In dem Workshop am 18.11.2011 trafen sich rund 30 Experten aus unterschiedlichen Fachdisziplinen und Institutionen wie z.B. Forschungseinrichtungen, Interessensverbänden, Landesverwaltung sowie Praxis, um die derzeitige und die zukünftige Moornutzung zu diskutieren (Protokoll siehe Anhang 4) Dies geschah überwiegend im Rahmen von Arbeitsgruppen, die die unterschiedlichen fachlichen Schwerpunkte des Projektes beleuchteten (Boden/Klima, Naturschutz und Land-/Forstwirtschaft). Die so definierten Nutzungsformen wurden anschließend der raumbezogenen Landnutzungsanalyse zugeführt (siehe Kapitel 3.3).

Tabelle 15: Nutzungsformen von Moorstandorten in Baden-Württemberg, basierend auf Geländeuntersuchungen und Informationen von Experten sowie Auswahl durch den Expertenworkshop für die Berechnungen in Moore-BW (siehe graue Markierung)

Landwirtschaftliche Nutzungen	
Acker (mit Pflug)	gut drainiert, Anbau von Mais, Getreide, Ackerfutter oder Hackfrüchten, Pflugeinsatz
Acker (pfluglos)	gut drainiert, Anbau von Mais, Getreide, Ackerfutter oder Hackfrüchten, pfluglos
Intensives Grünland	3-6 Nutzungen, gut drainiert, mittlere-hohe Düngergaben, keine Neusaat mit Umbruch, Produktion von hochwertigem Raufutter für die Milchviehhaltung (z.T. mit Nachsaat)
Extensives Grünland (trocken)	mäßig drainiert, 1-2 Schnittnutzung zur Heugewinnung oder Beweidung, Raufutter für Mutterkühe, Jungvieh oder Pferde oder Einstreu, keine oder nur mäßige organische Düngung, oft in Schutzgebiet
Extensives Grünland (feucht)	gering drainiert, keine oder nur eingeschränkte Grabenräumung, teilweise nass oder grabennah, 1 Schnitt als Streu oder Beweidung, oft Seggen-, Binsen- oder Schilfanteil, oft in Schutzgebiet
Agroforst	
Kurzumtriebsplantagen (trocken)	gut bis mäßig drainiert, Gewinnung von Energiebiomasse
Kurzumtriebsplantagen (feucht)	gering drainiert, Gewinnung von Energiebiomasse
Forstwirtschaftliche Nutzung	
Wirtschaftsforste (trocken)	drainiert, wirtschaftliche Nutzung, überwiegend Fichte und Waldkiefer
Wirtschaftsforste (feucht)	gering drainiert, wirtschaftliche Nutzung, überwiegend Fichte und Waldkiefer
Bruch-/Moorwälder (nass/feucht)	nicht oder schwach drainiert, keine oder nur geringe Nutzung, oft in Schutzgebiet
Sukzessionsflächen	
Brache (trocken) ehemals landwirtschaftlich genutzt	gut drainiert, keine Pflege, natürliche Sukzession, oft in Schutzgebiet
Brache (feucht) ehemals landwirtschaftlich genutzt	mäßig drainiert, keine Pflege, natürliche Sukzession, oft in Schutzgebiet
Brache (nass) ehemals landwirtschaftlich genutzt	natürliches Wasserregime, nicht drainierte oder renaturierte Flächen mit Rückbau der Entwässerungseinrichtungen bzw. Aussetzung der Pflege der Entwässerungseinrichtungen, keine Pflege, natürliche Sukzession, oft in Schutzgebiet, Voraussetzung für die Einstellung torfbildender Vegetation gegeben
Ehemalige Torfabbauf Flächen (trocken)	mäßig drainiert, Komplexe mit trockenen bis nassen Bereichen
Ehemalige Torfabbauf Flächen (feucht/nass)	gering drainiert, Komplexe überwiegend feucht bis nass
Vordrainierte Hochmoore	nicht abgebaut, gut bis mäßig drainiert, dadurch überwiegend trocken; degenerierte, oft verheidete Hochmoorvegetation
Niedermoore, renaturiert mit Überstau	renaturierte Flächen, die ganzjährig oder mindestens mehrere Monate, auch während der Vegetationsperiode, überstaut sind
Hochmoore, renaturiert mit Überstau	renaturierte Flächen, die ganzjährig oder mindestens mehrere Monate, auch während der Vegetationsperiode, überstaut sind. Z.B. ehemalige Torfstiche

3.2 Fernerkundungsbasierte Differenzierung der Nutzungsintensität (Kalia, Billen)

Die in Kapitel 3.1.2 definierten Landnutzungstypen und Bewirtschaftungsintensitäten werden mit dem in Kapitel 3.3 beschriebenen Verfahren großmaßstäbigen Raumeinheiten wie z.B. Flurstücken zugeordnet, so dass die Aussagen zu den THG-Emissionen aus Mooren präzisiert darstellbar sind. Bei der Zuweisung einer Grünlandnutzungsintensität (GNI) besteht aufgrund von Informationslücken allerdings große Unsicherheit. Deshalb sollten die Methoden zur fernerkundlichen Differenzierung von Nutzungsintensitäten z.B. anhand von Schnitthäufigkeiten geprüft und weiterentwickelt werden. Aus diesem leiten sich die Arbeitshypothesen ab, der zufolge die Reflexionsänderung des Grünlands mit der Nutzungsintensität steigt und damit eine verlässliche Kartierung der GNI erlaubt sowie eine verbesserte Klassifikation gegenüber dem in Moore-BW realisierten Verfahren (siehe Kapitel 3.3 und 3.5) ermöglicht, das auf administrativen Landnutzungsinformationen wie z.B. InVeKoS, MEKA und ATKIS basiert.

3.2.1 Hintergrund

Aktuelle Studien zeigen bereits Möglichkeiten auf, um die GNI aus Fernerkundungsdaten abzuleiten (Schlager et al. 2013, Franke et al. 2012, Sommer et al. 2012, Tiemeyer et al. 2013). Erforderlich dafür sind z.B. optische Multispektraldaten von satellitenbasierten Fernerkundungssystemen mit zeitlich und räumlich hochaufgelösten Bildern, die mit dem RapidEye-System auch verfügbar sind. So nutzen Franke et al. (2012) einen sogenannten Veränderungsdetektions Ansatz, bei dem eine multispektrale Änderung durch Berechnung von Bilddifferenzen abgeleitet wird und zu pixelbasierten Bildderivaten führt. Diese Bildderivate dienen schließlich als Indikator für die Vegetationsdynamik und ermöglichen dadurch eine Klassifikation der Bewirtschaftungsintensität von Grünland. Die Genauigkeit, die Übertragbarkeit und das Entwicklungspotenzial dieser Methode wurden im Hinblick auf den südwestdeutschen Moorschutz auf ausgewählten Moorflächen untersucht.

3.2.2 Modellgebiet

Um ein geeignetes Modellgebiet für die Fernerkundungsanalysen auszuwählen, fand zunächst eine Begehung von vier bedeutenden Mooregebieten statt (Federseemoor, Wurzacher Ried, Pfrunger- Burgweiler Ried und Donauried). Basierend darauf sowie auf der Moorgröße und der Nutzungsvielfalt, wurde das Pfrunger- Burgweiler Ried bei Wilhemsdorf ca. 20 km östlich von Ludwigshafen am nördlichen Bodensee im voralpinen Hügel- und Moorland (Moorregion 1) als Untersuchungsgebiet ausgewählt. Das knapp 2500 ha große Moor umfasst insbesondere Nieder- und Hochmoorstandorte, die ein kleinräumiges Mosaik unterschiedlicher Ökosystemtypen aufweisen. Der Großteil der Niedermoorfläche wird zur Futtergewinnung genutzt (Kapfer 1996). Seit den 1950er Jahren wurde das Pfrunger-Burgweiler Ried intensiv landwirtschaftlich genutzt, indem die Entwässerung intensiviert wurde (Wagner und Wagner 1996). Die Bewirtschaftung des Grünlands findet überwiegend in Form von Wiesennutzung statt und weist ein breites Spektrum von Nutzungsintensitäten auf, die für die fernerkundungsbasierte Klassifikation auf vier Nutzungstypen verteilt wurden (siehe Tabelle 16 (genauere Beschreibung des

Moorgebietes siehe Kapitel 2.4.1). Zur Validierung des Verfahrens wurden weitere Moorstandorte wie das ca. 285 ha große Degermoos bei Roggenzell ca. 10 km nördlich von Lindau am südlichen Bodensee im voralpinen Hügel- und Moorland (Moorregion 1) sowie das ca. 350 ha große Oelkofen-Herbertinger Ried bei Herbertingen ca. 45 km nordöstlich von Überlingen am nördlichen Bodensee im Donau-Iller-Lech-Gebiet (Moorregion 2) berücksichtigt.

3.2.3 Methodik

Um die prinzipielle Funktionalität der Detektierbarkeit von Grünlandschnitten mittels einer Änderungsanalyse von räumlich und zeitlich hochaufgelösten Satellitenbildern zu überprüfen, wurden spektroradiometrische in situ Messungen vor und nach einem Wiesenschnitt im Pfrunger-Burgweiler Ried durchgeführt (9°24'19" E; 47°52'33" N, UTM Zone 32N, WGS1984). Dazu wurden innerhalb eines 5m x 5m großen Wiesenabschnitts 3 x 25 Einzelmessungen durchgeführt und die Mittelwerte der Spektren berechnet. Zur Messung der Spektren wurde ein HandySpec® Field Messgerät der Firma Tec Five verwendet. Es zeichnet den Wellenlängenbereich von 360 – 960 nm mit einer spektralen Auflösung von 10 nm auf und hat eine interne Kompensation zur Korrektur von Sonnenlichtschwankungen. Die Position der Messfläche wurde mittels GPS lokalisiert.

Für eine flurstücksgenaue, d.h. großmaßstäbige Kartierung ist das RapidEye Fernerkundungssystem mit einer Bodenauflösung von 6,5 Metern bzw. einer resampelten Pixelgröße von 5 Metern gut geeignet. Weiterhin wird zur Detektion der Vegetationsdynamik eine möglichst hohe Anzahl von Aufnahmen innerhalb einer Vegetationsperiode benötigt. Mit einer täglichen Wiederkehrzeit im Off-Nadir, bzw. fünf Tagen im Nadir, wird diese Anforderung vom RapidEye Satellitensystem ebenfalls erfüllt. Die breite des Bildstreifens beträgt 80 km und wird vom Satellitenbetreiber orthorektifiziert im Level 3A Format in 25km x 25km Kacheln abgegeben. Der passive Sensor detektiert die ankommende Strahlung im Pushbroom Verfahren, also zeilenweise. Der multispektrale Bildsensor nimmt fünf Wellenlängenbereiche auf (blau, grün, rot, red edge, nahes Infrarot, Details siehe Anhang 5). Die erforderlichen RapidEye Daten wurden von dem DLR im Rahmen des RapidEye Science Archive (RESA, Projekt-Nr. 495) kostenfrei für Moore-BW zur Verfügung gestellt. Daraus wurden dann insgesamt fünf geeignete Aufnahmen vom 18.4.2011 bis zum 27.9.2011 ausgewählt und beim DLR bestellt (siehe Anhang 6). Mit den Daten wurden die in Abbildung 20 dargestellten Arbeitsschritte zur Erfassung der Grünlandnutzungsintensität ausgeführt (genaue Methodenbeschreibung siehe Anhang 5).

Um die spektrale Dynamik der Vegetation über die Wachstumsperiode zu detektieren, wurden bis zu 16 verschiedene Bildderivate, d.h. Objektmerkmale, basierend auf multitemporalen RapidEye Daten generiert, von denen letztendlich zwölf Merkmale für die GNI-Klassifikation verwendet wurden (Übersicht siehe Tabelle 17). Zum einen wurde als erstes Basismerkmal der sogenannte Mean Absolute Spectral Dynamic (MASD) nach Franke et al. (2012) berechnet, um die Änderung der Reflexion aller Aufnahmebänder zu erfassen. Der MASD gibt die mittlere Spektraldifferenz über alle fünf Aufnahmebänder sowie über alle fünf Aufnahmezeitpunkte hinweg an und ist dynamisch, weil die Berechnung die Anzahl der Aufnahmebänder und -zeitpunkte umfasst. Zum anderen wurde als

zweites Basismerkmal für jede Aufnahme der Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) berechnet, der die photosynthetisch aktiven Chlorophyllpigmente und somit die Pflanzenvitalität indiziert.

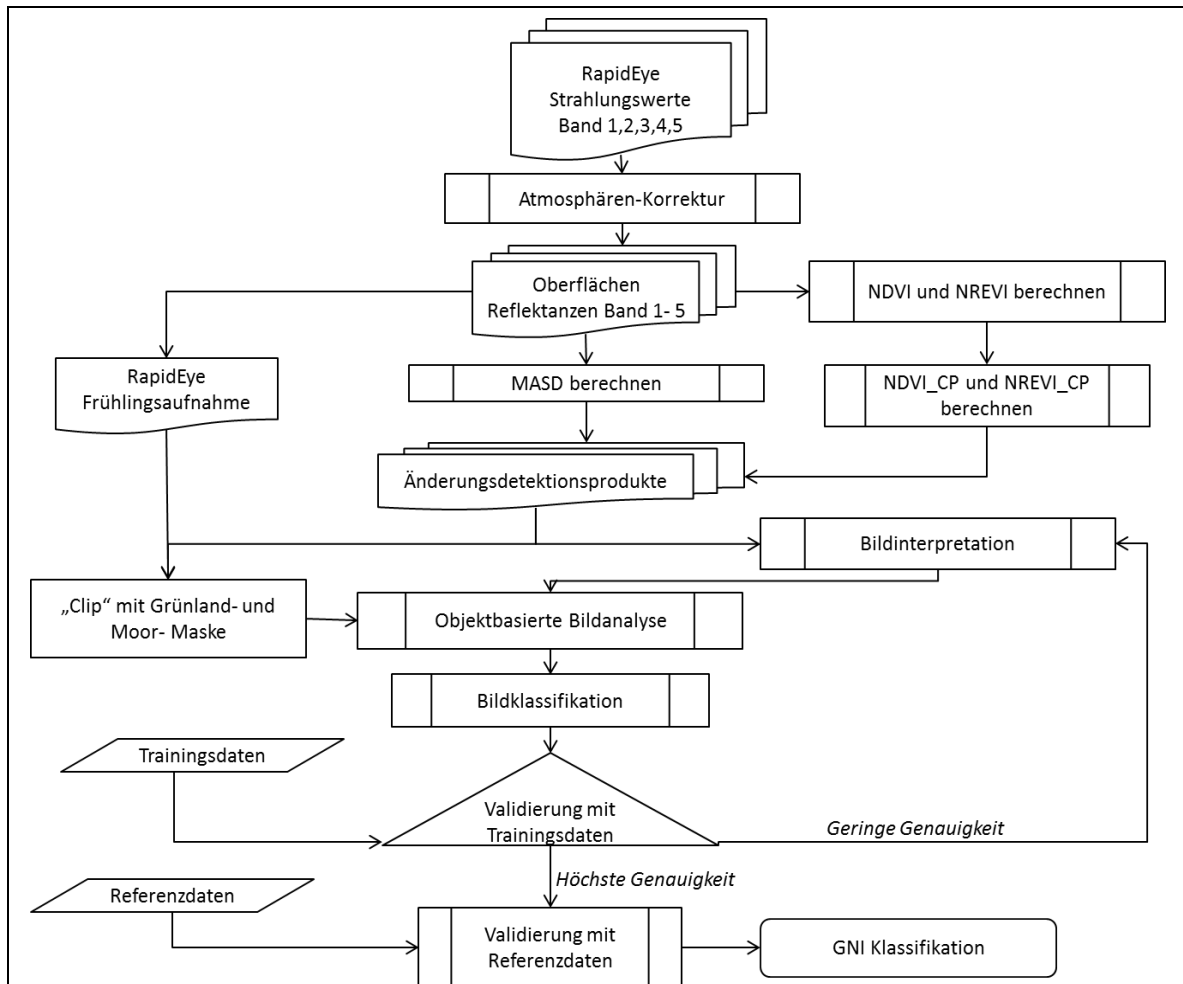


Abbildung 20: Ablauf der multitemporalen und multispektralen Bildklassifikation von Satellitendaten zur fernerkundungsgestützten Analyse der Grünlandnutzungsintensität in Mooren (n. Kalia).

Zur eigentlichen Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität wurden die Merkmalsindizes in eine standardisierte Graustufenskala mit Helligkeitswerten von 0 bis 256 durch Reskalierung auf 8 bit überführt. Außerdem wurden die Bildderivate in Bildobjekte segmentiert. Anschließend fand ein iteratives Kalibrieren der Klassifikation mit dem Bayes-Algorithmus statt (Bruzzone et al. 1999), d.h. einer Methode für maschinelles Lernen zur multidimensionalen Merkmalstrennung. Für diese überwachte Klassifikation wurden die Bildobjekte in die Datensätze für das Training (Kalibration) und die Validierung aufgeteilt sowie iterativ miteinander verglichen. Kam es zu keiner weiteren Verbesserung zwischen den Iterationen, wurde das Training des Klassifikators automatisch beendet und die Klassifikation auf alle Bildobjekte angewendet.

Die Klassifikation wurde mit einer visuellen Bildinterpretation für Rapid-Eye Einzelaufnahmen durchgeführt. Dabei fand zum einen eine Suche nach typischen Reflektionscha-

rakteristika für die Landnutzungsklassen statt wie z.B. "ist extensiv Wiese in der Frühlingsaufnahme als braune Fläche identifizierbar?". Zum anderen wurden dabei die abgeleiteten Veränderungsdetektionsprodukte analysiert wie z.B. "zeigt sich der geforderte positive Zusammenhang zwischen Landnutzungsintensität und MASD?". Anschließend wurde die Klassifikationsgenauigkeit mit einer statistischen Auswertung ermittelt. Dafür wurde eine Konfusionsmatrix nach Congalton (1991) hergestellt. Sie enthält Hersteller- und Nutzergenauigkeit für jede Klasse sowie Gesamtgenauigkeit und Kappa Index. Die berechnete Herstellergenauigkeit gibt für jede Nutzungsklasse an, wie gut die Bildklassifikation mit den Referenzdaten übereinstimmt. Die Nutzergenauigkeit steht für die Zuverlässigkeit, mit der ein klassifizierter Pixel auch in den Referenzdaten zur entsprechenden Nutzungsklasse gehört (Congalton 1991).

Die Referenzdaten für das Kalibrieren an 200 Punkten und das Validieren an 600 Punkten von der objektbasierten Bildklassifikation (siehe Anhang 7) wurden aus verschiedenen Informationsquellen bezogen. Dazu zählten Transektkartierungen der Nutzungsintensität (Holz 2011), persönlichen Mitteilungen der Landmanagerin des Naturschutzgroßprojektes Pfrunger-Burgweiler Ried von der Stiftung Naturschutz Pfrunger-Burgweiler Ried (Behr 2013 – pers. Mitt.), einer Biotoptypenkartierung von Kapfer (1996) sowie regelmäßigen Ergänzungsaufnahmen in den Jahren 2011 bis 2013, bei denen u.a. die Schnitthäufigkeit des Grünlands und der Zeitpunkt des ersten Schnitts im Jahr dokumentiert wurden. Die Lage der Ortsbegehungen wurde mittels GPS und Geländekarten festgehalten.

Tabelle 16: Gruppierung der Grünlandnutzungsintensitäten für die multispektrale und multitemporale Analyse der RapidEye Satellitenbilddaten.

Nutzung	Grünlandnutzungsintensität (GNI)			
	Brache (feucht-nass)	Weide (extensiv)	Wiese (extensiv)	Wiese (intensiv)
Schnitthäufigkeit	0 – 1 Schnitt	0 Schnitt	≤2 Schnitte	≥3 Schnitte
Reflexionsänderung	sehr gering	gering	mittel	hoch

Basierend auf den Kartierergebnissen und in Anlehnung an die von Moore-BW definierten Landnutzungstypen (siehe Tabelle 15) wurde die Grünlandnutzungsintensität in vier Klassen eingeteilt (siehe Tabelle 16) und als Klassifikationsrahmen für die multispektralen und multitemporalen Satellitenauswertungen genutzt. Innerhalb des Referenzdatensatzes mit vier GNI-Klassen wurden zufallsverteilt 200 Punkte für die Kalibrierung (auch Training genannt) und 600 Punkte für die Validierung der Bildklassifikation erstellt. Dabei wurde ein Mindestabstand der Punkte von fünf Metern eingehalten und es durfte keine Überlagerung von Trainings- und Validierungspunkten vorliegen. Für die Validierung wurden Transekte der MASD-Bilddaten mit Nutzungsinformationen von Geländebegehungen in den Mooren Pfrunger-Burgweiler Ried (37 Referenzflächen), Degermoos (13 Referenzflächen) und Ölkofen - Herbertinger Ried (9 Referenzflächen) verwendet.

3.2.4 Ergebnisse

Der Vergleich zwischen spektroradiometrischer in-situ Messung und satellitenbasierter RapidEye-Daten bei einer intensiv genutzten, artenarmen Wiese ergab zum einen nach

dem ersten Jahresschnitt am 27. Mai 2014 eine deutlich geringere Reflexion bei der in-situ Messung im nahen Infrarotbereich (760 – 850 nm) gegenüber der Aufnahme vor dem Schnitt am 7. Mai 2014 (siehe Abbildung 21). Zum anderen zeigte sich ein NDVI-Rückgang von 0,21 (7.5.2013 – 27.5.2013) basierend auf der in-situ Messung und von 0,18 (2.4.2011-8.5.2011) mit den Fernerkundungsdaten. Obwohl sich diese Werte aufgrund der unterschiedlichen Aufnahmejahre nicht direkt miteinander vergleichen lassen, ist ein Rückgang des NDVI nach einem Schnitt in der Größenordnung von 0,2 erkennbar und mit multispektralen Fernerkundungszeitreihen detektierbar.

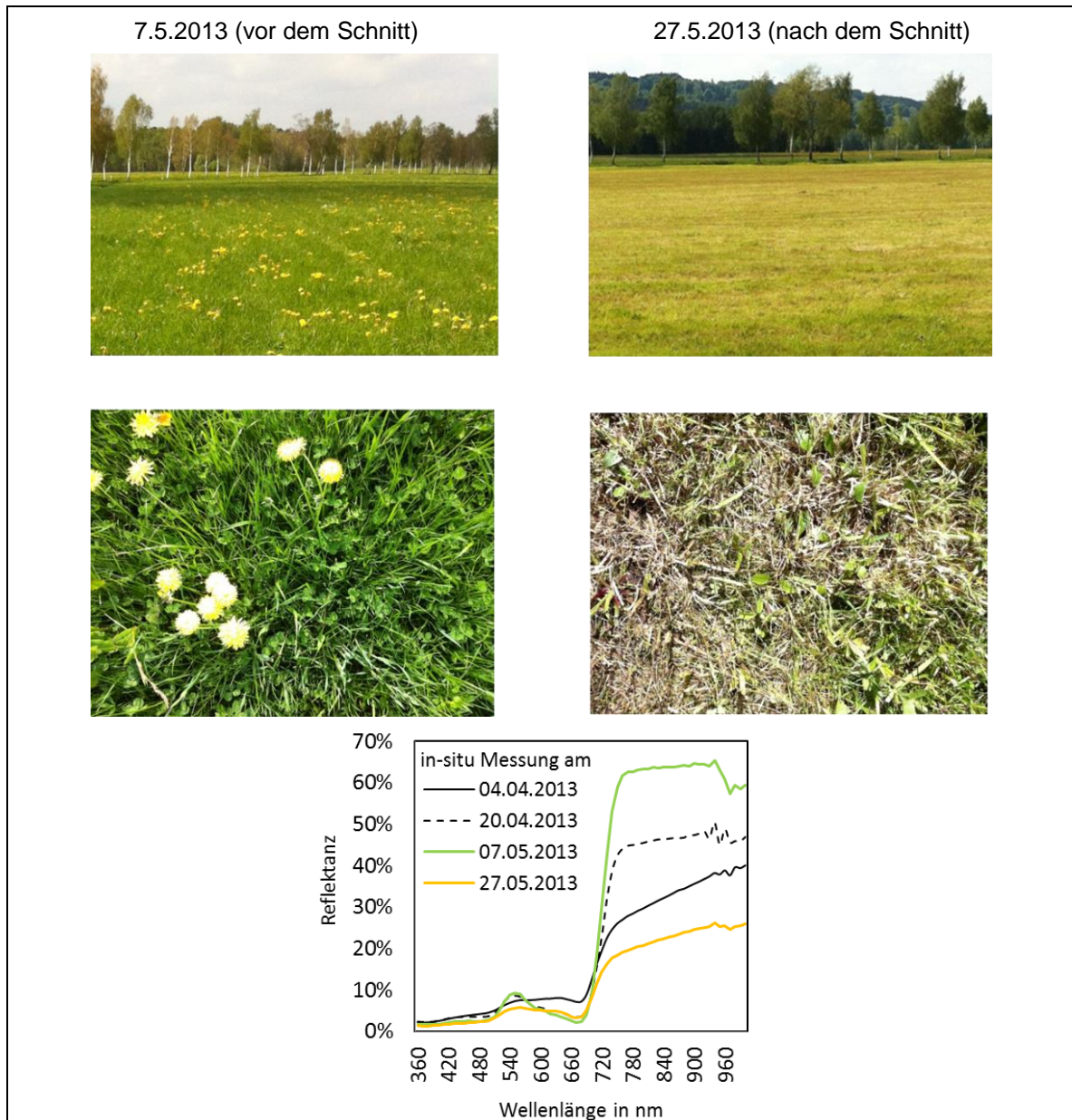


Abbildung 21: Spektroradiometrische in-situ Messungen einer intensiv genutzten Wiese im Pfrunger-Burgweiler Ried an vier Zeitpunkten. Der Graph vom 27. Mai zeigt eine deutliche Reflexionsminderung im nahen Infrarot (760 – 850 nm) nach einem Schnitt gegenüber dem 7. Mai vor einem Schnitt (n. Kalia).

Nachdem die prinzipielle Möglichkeit zum Abbilden einer Reflexionsänderung von Grünland aufgrund eines Grünlandschnitts aufgezeigt worden ist, wurden als Vorbereitung zur großflächigen Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität verschiedene Änderungs- und Variabilitätsindizes als sogenannte Objektmerkmale berechnet (Übersicht siehe Tabelle 17, Berechnungen siehe Anhang 5) und den vier Nutzungsintensitäten zugeordnet.

Tabelle 17: Übersicht der 16 geprüften Merkmalsindizes zur optimierten Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität auf Moorstandorten (Berechnungsdetails siehe Anhang 5).

Nr.	Merkmalsindex	Kurzbeschreibung
1	MASD	Mean Absolute Spectral Dynamic (nach Franke et al. 2012): Farbdynamikparameter für die mittlere Spektraldifferenz über alle fünf Aufnahmebänder von RapidEye sowie bei Moore-BW über fünf Aufnahmezeitpunkte im Jahre 2011 hinweg
2	MASD_SD	Variabilität der Reflektanz-Änderungen, nutzt als Argumente jeweils zwei aufeinanderfolgenden RapidEye Aufnahmen
3	NDVI_CP	Änderung des NDVI über fünf Aufnahmezeitpunkte im Jahr 2011 hinweg. Der NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, nach Rouse et al. 1974) indiziert die Absorption im roten Bereich des elektromagnetischen Spektrums aufgrund der photosynthetisch aktiven Chlorophyllpigmente, die sich je nach Vitalität der Vegetation unterscheiden
4	NDVI_CP_SD	Variabilität der NDVI-Änderungen, nutzt als Argumente jeweils zwei aufeinanderfolgende NDVI Bilddatensätze.
5	NDVI_Frühling	Normalized Difference Vegetation Index (nach Rouse et al. 1974): Gut zur Schätzung des Blattflächenindex (LAI) & Chlorophyllgehalt der Blattfläche geeignet.
6	NREVI_CP	Änderung des NREVI über fünf Aufnahmezeitpunkte im Jahr 2011 hinweg.
7	NREVI_CP_SD	Variabilität der NREVI-Änderungen, nutzt als Argumente jeweils zwei aufeinanderfolgende NREVI Bilddatensätze.
8	MASD_STA	Variabilität des MASD, nutzt als Argumente jeweils die Pixelwerte eines Bildobjekts
9	MASD_SD_STA	Variabilität des MASD_SD, nutzt als Argumente jeweils die Pixelwerte eines Bildobjekts
10	NREVI_Frühling	Normalized RedEdge Vegetation Index : Gut zur Schätzung des Blattflächenindex (LAI) & Chlorophyllgehalt der Blattfläche geeignet.
11	Objektgröße	Anzahl der Pixel pro Bildobjekt
12	NDVI_CP_STA	Variabilität des NDVI_CP, nutzt als Argumente jeweils die Pixelwerte eines Bildobjekts
13	Band 5 Frühling	Mittelwert von Band 5 der Frühlingsaufnahme pro Bildobjekt
14	Band 3 Frühling	Mittelwert von Band 4 der Frühlingsaufnahme pro Bildobjekt
15	Band 4 Frühling	Mittelwert von Band 3 der Frühlingsaufnahme pro Bildobjekt
16	Band 2 Frühling	Mittelwert von Band 2 der Frühlingsaufnahme pro Bildobjekt

Anschließend wurden die Nutzungsintensitäten mit statistischen Kennwerten dieser Indizes wie z.B. Mittelwert gekennzeichnet. Exemplarische werden dazu im Folgenden die

NDVI-Zeitreihen und MASD-Boxplots nach den Nutzungstypen anhand der Trainingspunkte aus den Referenzdaten beschrieben.

Beim NDVI wurden zu Prüfzwecken zunächst die Zeitreihen von den verschiedenen Grünlandnutzungsintensitäten auf drei Landparzellen, die von der Landmanagerin des Naturschutzgroßprojektes bestätigt wurden (Behr 2013 - pers. Mitt.), für eine Vegetationsperiode erstellt (siehe Abbildung 23). Demnach nahm bei der 0-Schnitt Wiese (nass-feuchte Brache) die Reflexion im Laufe der Vegetationsperiode ausgehend von einem relativ niedrigen Niveau zunächst bis zum Juli stetig zu und nahm dann wieder geringfügig ab. Die 1- und 2-Schnitt wiesen starteten von einem relativ hohen, d.h. vitaleren Niveau und wiesen dann entsprechen der Schnitthäufigkeit ein bzw. zwei stärkere NDVI-Abnahmen auf. Die NDVI-Veränderung war also bei der 0-Schnitt Wiese durch den phänologischen Zyklus bestimmt und bei der 1- sowie der 2-Schnitt Wiese stark durch die Anzahl der Grünlandschnitte geprägt.

Um eine Basis zur Differenzierung der Grünlandnutzungsintensität mit Hilfe des MASD-Änderungsmaßes zu schaffen, wurden Median, Standardabweichung und Maximum-/Minimum-Werte in Abhängigkeit der Nutzungsintensitäten berechnet (siehe Abbildung 22). Dabei wiesen die Nutzungstypen „nass-feuchte Brache“ und „extensive Weide“ ähnliche Werte auf, während sich „extensive Wiese“ und „intensive Wiese“ von diesen und untereinander differenzieren ließen. Allerdings wurden bei allen Nutzungstypen auch mehr oder weniger zahlreiche Pixel mit geringen Änderungswerten ($MASD < 50$) berechnet.

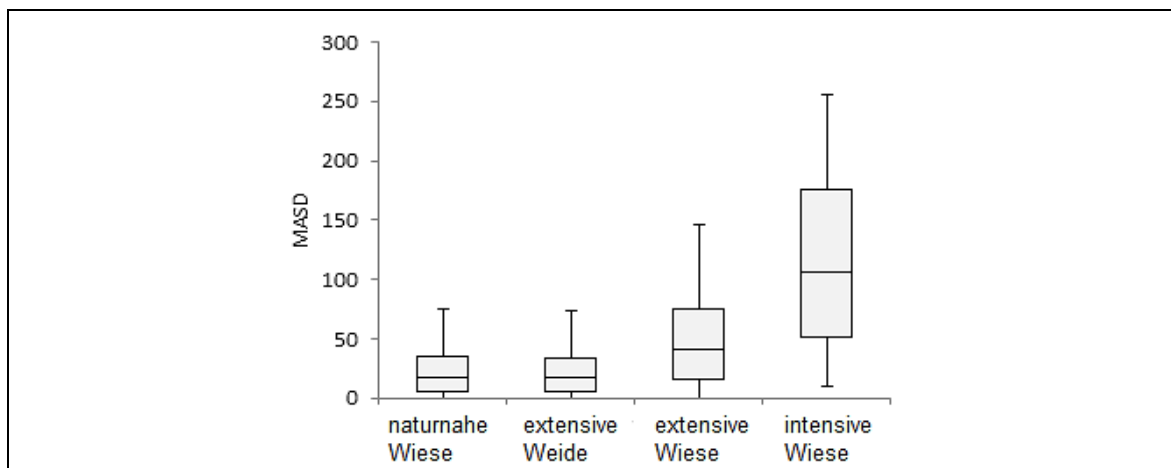


Abbildung 22: Boxplot der Graustufenwerte des Mean Absolute Spectral Dynamic (MASD) von den Referenzdaten im Pfrunger-Burgweiler Ried in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität („naturnahe Wiese“ = „nass-feuchte Brache“) (n. Kalia).

Die spektrale Trennbarkeit der Nutzungsintensitäten nach dem NDVI bezogen auf alle Referenzflächen im Pfrunger-Burgweiler Ried konnte schließlich mit dem in Abbildung 24 dargestellten Ergebnis aufgezeigt werden. Darin wurden die NDVI-Mittelwerte sowie die Minimal- und Maximalwerte nach Nutzungsintensität und Aufnahmedatum abgebildet. So zeigte die Abbildung 24 für die „extensive Weide“ einen starken NDVI-Anstieg sowie eine breite Streuung im Frühling, die im Verlauf des Jahres geringer wurde. Die

„nass-feuchte Brache“ in Tabelle 18 wies für alle Aufnahmen Mittelwerte von unter 0,8 auf, was durch einen geringeren Chlorophyllgehalt der dort auftretenden Vegetation erklärbar war. Dies erschien insofern plausibel, weil bei diesem Nutzungstyp die Pflanzenvitalität häufig gering ist. Die Streuung um den Mittelwert war jedoch relativ groß, was durch eine hohe Artenvielfalt mit heterogenen Reflexionscharakteristika begründbar ist. Die „extensive Wiese“ wies ebenfalls eine große Streuung der Werte auf, was ebenfalls durch eine relativ hohe Artenvielfalt erklärbar sein kann.

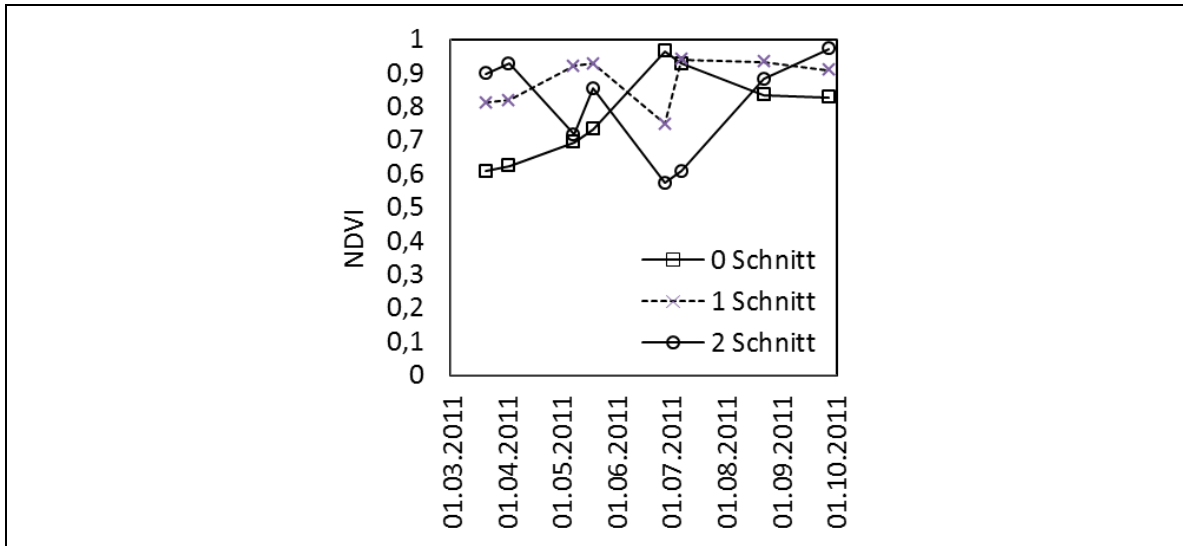


Abbildung 23: NDVI Zeitreihe von drei Grünlandstandorten mit unterschiedlicher Nutzungsintensität, basierend auf dem Mittelwert von jeweils 9 Pixeln (225 m²) aus 8 RapidEye Aufnahmen (0-Schnitt = nass-feuchte Brache).

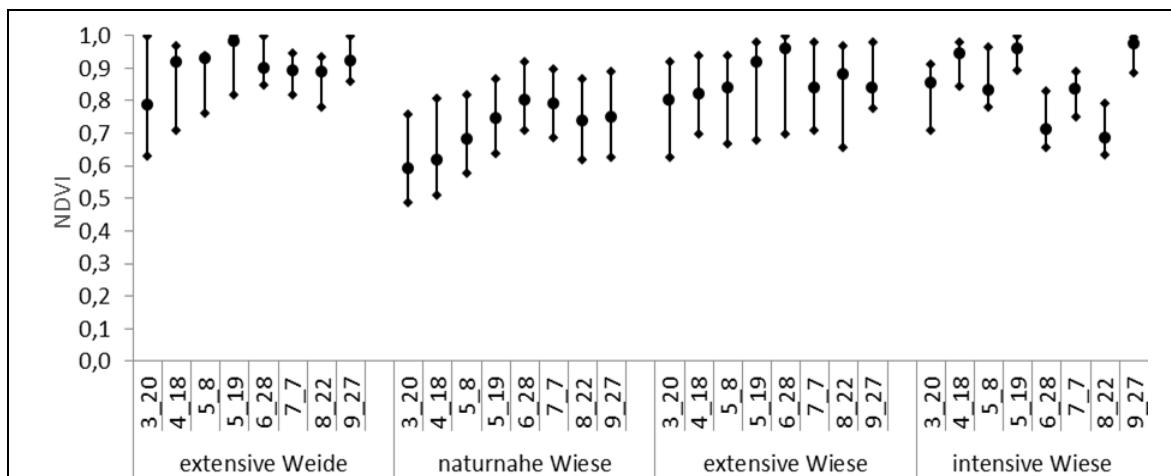


Abbildung 24: NDVI (Mittelwert, Minimal- und Maximal- Werte) in Abhängigkeit von Nutzungsintensität und RapidEye Aufnahmedatum, basierend auf je 50 Pixel (1250 m²) der Referenzdaten im Pfrunger-Burgweiler Ried („naturnahe Wiese“ = „nass-feuchte Brache“, X-Achse: 3_20 entspricht 20.03.2011 etc

Insgesamt sind die Mittelwerte aber höher als bei der „nass-feuchten Brache“. Der Mittelwert der Aufnahme vom 7. Juli zeigt ein relatives Minimum an, das durch die zuvor erfolgten Wiesenschnitte erklärbar sein könnte. Während insgesamt also bei „nass-feuchter Brache“ und „extensiver Wiese“ ein weniger sprunghafter Jahresverlauf der NDVI-Mittelwerte erkennbar war zeigten sich bei „intensiver Wiese“ drei relative Minima des NDVI-Mittelwertes, die die auf Wiesenschnitt zurückgeführt werden können. Außerdem war die Streuung der Mittelwerte bei „intensiver Wiese“ geringer als bei „nass-feuchte Brache“, was auf ein homogeneres Reflexionsverhalten schließen lässt, das wiederum einen indirekten Hinweis auf eine geringere Artenvielfalt geben könnte.

Eine optimierte Klassentrennschärfe der Grünlandnutzungsintensitäten konnte bei Verwendung der zwölf Objektmerkmale erreicht werden, die in Tabelle 18 beschrieben sind. Dieses Ergebnis basiert auf der Analyse aller Objektindizes, d.h. Objektmerkmale mit dem Werkzeug Feature Space Optimization in der Software eCognition (siehe Abbildung 25, Details zum Regelwerk in Anhang 8). Diese Merkmale wurden anschließend für die objektbasierte Bildklassifikation nach Blaschke (2010) mit dem Bayes-Algorithmus (Bruzzone et al. 1999) verwendet. Dabei handelte es sich um ein iteratives kalibrieren der Klassifikation mit einer Methode für maschinelles Lernen zur multidimensionalen Merkmalstrennung.

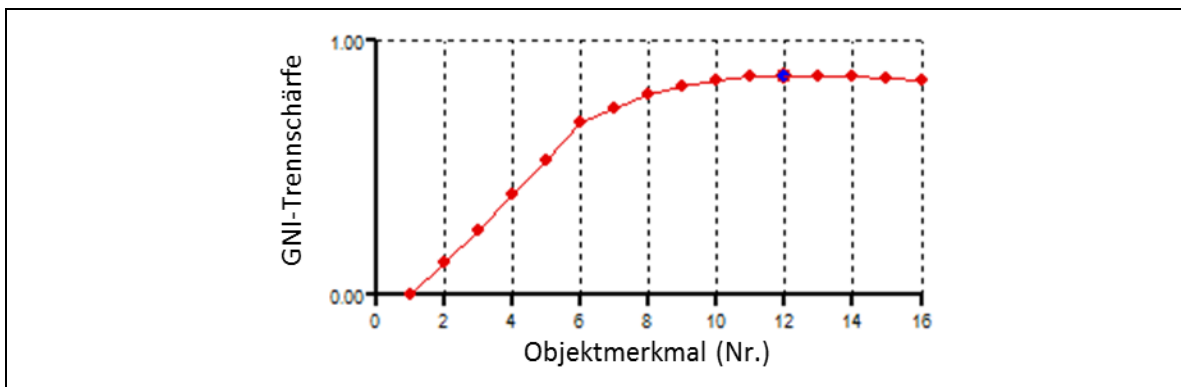


Abbildung 25: Ergebnis zur Berechnung der optimierten Klassentrennschärfe von vier Grünlandnutzungsintensitäten mit der eCognition-Software, die Objektmerkmalsnummer entspricht der Nummerierung in Tabelle 17 (n. Kalia).

Das Ergebnis der optimierten Bildklassifikation mit zwölf Objektmerkmalen für das Pfrunger-Burgweiler Ried ist in Abbildung 26 (mitte-links) dargestellt. Eine visuelle Überprüfung der Bildklassifikation, d.h. ein Vergleich zwischen den Referenzflächen und den klassifizierten Flächen mittels der ERDAS Imagine Software, zeigte ein hohes Vorkommen von „intensiven Wiesen“, was auch den Referenzdaten entsprach.

Einige „intensive Wiesen“ weisen an den Rändern jedoch Fehlklassifikationen aufgrund geringer spektraler Änderung auf, obwohl keine „extensive Wiese“ oder „nass-feuchte Brache“ vorliegt. Die Ausweisung von „extensiver Wiese“, „extensiver Weide“ und „nass-feuchter Brache“ im nordwestlichen Teil des Moores spiegelt plausibel die Wiedervernässungs- und Extensivierungsmaßnahmen seit dem Jahre 2007 wider.

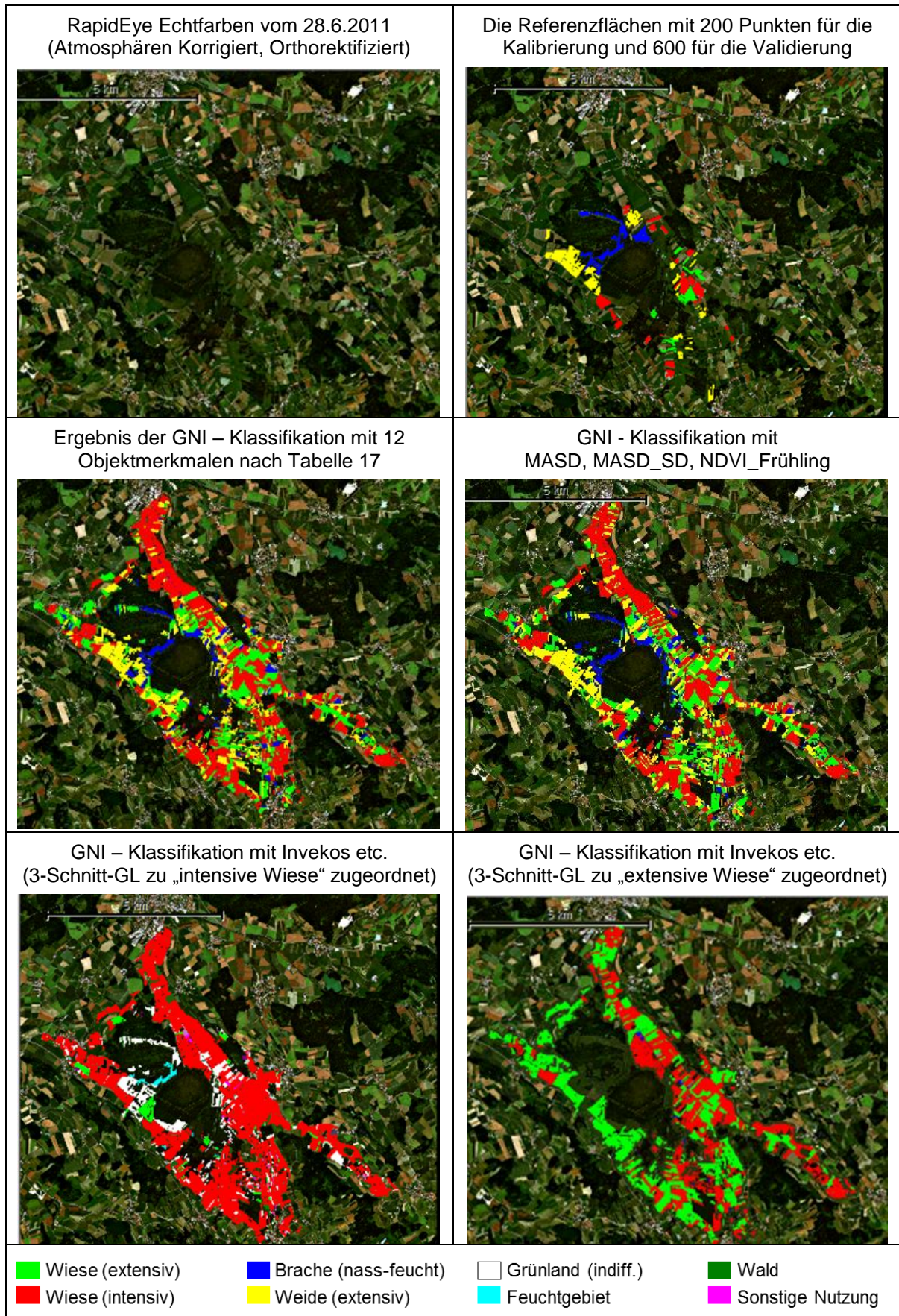


Abbildung 26: Ergebnisse zur fernerkundungs-basierten GNI-Klassifikation am Beispiel des Pfrunger-Burgweiler Rieds.

Die Ergebnisse zur Genauigkeit der GNI-Klassifikation mit Satellitendaten wurden mittels Validierung von 193 unabhängigen Punkten erzielt und in einer Konfusionsmatrix zusammengefasst (siehe Tabelle 18). Diese zeigt eine Gegenüberstellung der fernerkundungsbasierten GNI-Klassifikation mit MASD, MASD_SD sowie NDVI_Frühling (20.03.2011) und den Referenzdaten durch Verhältnisbildung. Die höchste Genauigkeit mit 0,92 erreichten die „nass-feuchte Brache“ und mit 0,86 die „intensiv Wiese“, was auf die gute Klassentrennbarkeit dieser Intensitätskategorie basierend auf dem MASD (siehe Abbildung 27) zurückzuführen ist. Es wurden also 92 % der Referenzpixel „nass-feuchte Brache“ und 86 % von der „intensiv Wiese“ auch als solche klassifiziert. Die Gesamtgenauigkeit gibt die Güte der Klassifikation über alle Klassen an und erreichte 79 %. Um die Stärke des Zusammenhangs zwischen Referenzdaten und fernerkundungsbasierter GNI anzugeben, wurde außerdem der Kappa Index nach Cohen (1960) berechnet. Es handelt sich dabei um ein zufallskorrigiertes Übereinstimmungsmaß und kann Werte zwischen 0 (alle Übereinstimmungen sind zufällig) und +1 (keine zufälligen Übereinstimmungen) erreichen. Mit 0,74 erreicht der berechnete Kappa Index nahezu den Wert von 0,75, der eine geringe Zufälligkeit und somit gute Klassifikationsgüte anzeigt während Werte unter 0,4 eine geringere anzeigt. Die optimierte GNI-Klassifikation mit zwölf Objektmerkmalen ergab eine unwesentlich höhere Gesamtgenauigkeit von 0,81 und eine Kappa Index von 0,72.

Tabelle 18: Ergebnis zur Validierung der Genauigkeit einer fernerkundungsbasierten Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität mit den drei Objektmerkmalen MASD, MASD_SD sowie NDVI_Frühling im Vergleich zu kartierten Referenzflächen im Pfrunger-Burgweiler Ried (n. Kalia).

		Referenzflächen				Klassifikationssumme
		Brache nass-feucht	Weide extensiv	Wiese extensiv	Wiese intensiv	
RapidEye-Klassif.	Brache nass-feucht	36	3	0	1	40
	Weide extensiv	2	42	6	4	54
	Wiese extensiv	1	9	26	3	39
	Wiese intensiv	0	6	6	48	60
Referenzsumme		39	60	38	56	193
Genauigkeit		0,92	0,70	0,68	0,86	-
Gesamtgenauigkeit		0,79				-
Kappa Index		0,74				-

Neben dem Vergleich der fernerkundungsbasierten GNI-Klassifikation mit den Referenzdaten wurde auch ein Vergleich mit den Ergebnissen der Landnutzungsanalyse (siehe Kapitel 3.3 und 3.5) durchgeführt, die auf InVeKoS sowie weiteren administrativen Informationen beruht (InVeKoS_{etc}) und Basis für die ökonomisch-ökologischen Analysen von Moore-BW waren. Bei diesem exemplarischen Flächenvergleich im Pfrunger-Burgweiler Ried betrug die Gesamtgenauigkeit 0,26 (Tabelle 19). Die alleinige Klassifikationsgenauigkeit bei „intensiv Wiese“ mit InVeKoS_{etc} betrug 0,98. Allerdings wurden darüber hinaus weitere 137 Vergleichspunkte mittels InVeKoS_{etc} als „intensiv Wiese“ eingestuft, die als extensiv bewirtschaftetes Grünland und Brache kartiert wurden. Im

Einzelnen wurden für die extensiven Nutzungen Genauigkeitswerte von 0,28 und kleiner ermittelt. Gründe hierfür sind vornehmlich im Nutzungswandel wie z.B. Wiedervernässung („nass-feuchte Brache“) oder extensive Beweidung durch die Aktivitäten des Naturschutzgroßprojektes im Pfrunger-Burgweiler Ried zu sehen, die sich in den administrativen Informationen noch nicht widerspiegeln. Dies wird besonders deutlich im abschließenden Gesamtvergleich der GNI-Klassifikationsgenauigkeit (siehe Abbildung 27). Auf der anderen Seite zeigt sich hier aber auch die gute Übereinstimmung von fernerkundungsbasierter und kartierter GNI-Klassifikation.

Tabelle 19: Ergebnis zur Validierung der Genauigkeit einer InVeKoS_{etc}-basierten Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität im Vergleich zu kartierten Referenzflächen im Pfrunger-Burgweiler Ried (n. Kalia)

		Referenzflächen					Klassif.- Summe	
		Wald	Brache nass-feu.	Weide extensiv	Wiese extensiv	Wiese intensiv		
InVeKoS _{etc} - Klassifikat.	Wald	0	1	2	0	0	3	
	Brache nass-feucht	0	11	1	0	0	12	
	Weide extensiv	0	0	0	0	0	0	
	Wiese extensiv	0	1	6	2	1	10	
	Wiese intensiv	0	26	51	36	55	168	
Summe		0	39	60	38	56	193	
Genauigkeit		0	0,28	0	0,05	0,98	-	
Gesamtgenauigkeit							0,26	-
Kappa Index							0,11	-

Die Funktionalität des ersten Basismerkmals einer fernerkundungsbasierten GNI-Klassifikation, also des MASD-Änderungswertes wurde auf weiteren Moorflächen validiert. Dazu dienten Landnutzungsinformationen vom Degermoos und Ölkofen - Herbertinger Ried aus einer Geländebegehung sowie Interviews mit Landbewirtschaftern. Abbildung 28 zeigt in der unteren Hälfte den MASD eines Ausschnitts des Degermoos. Auch dort sind die intensiv genutzten Wiesen durch höhere MASD-Werte als extensiv genutzte Wiesen charakterisiert. Die noch größere Differenz der MASD-Werte von „intensiv Wiese“ und „nass-feuchte Brache“ wird durch das Helligkeitstranssekt im Ölkofen-Herbertinger Ried (siehe obere Bildhälfte in Abbildung 28) veranschaulicht. Beide Testgebiete bestätigen das Potenzial des MASD nach Franke et al. (2012) zur Unterscheidung der Grünlandnutzungsintensität. Die Heterogenität des MASD Wertes innerhalb und zwischen den untersuchten Flächen ist u.a. auf heterogene Vegetationsbedeckung oder kleinräumige Bewirtschaftungsunterschiede zurückzuführen. So indiziert z.B. ein lokales Minimum innerhalb der dargestellten „intensiv Wiese“ des Ölkofen-Herbertinger Rieds in Abbildung 28 einen Weg. Durch die ergänzende Nutzung eines NDVI basierten Änderungs-Detektions-Ansatzes, d.h. des NDVI_CP, können Beleuchtungsunterschiede minimiert werden. Der entsprechende Berechnungsansatz lieferte und lieferte eine geringfügige Verbesserung zum MASD.

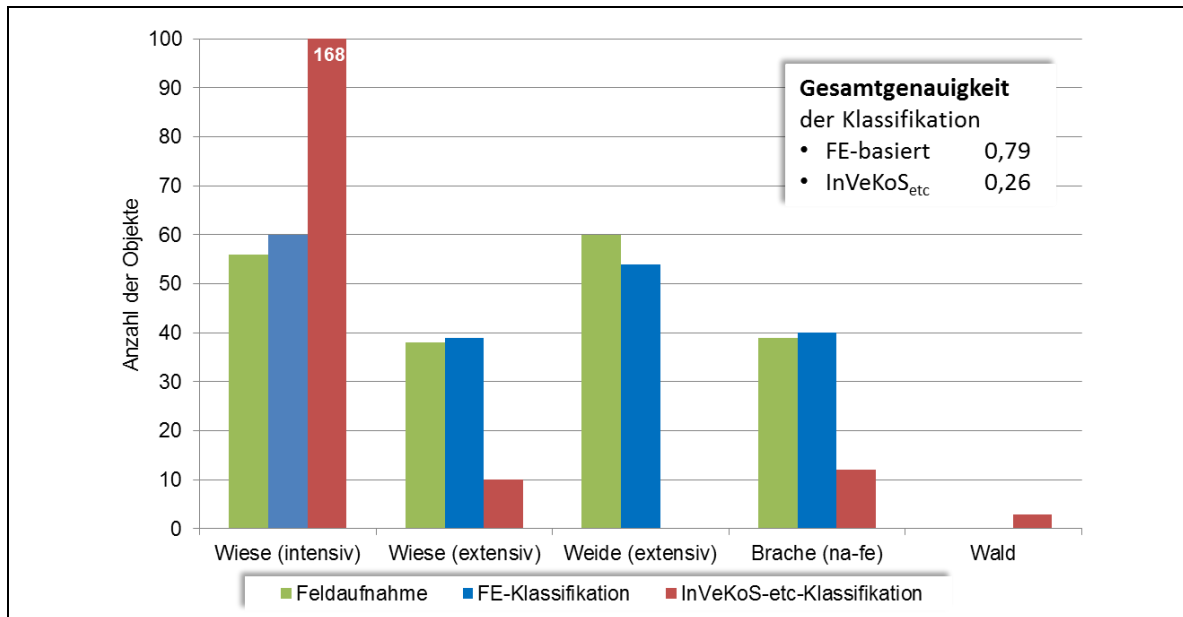


Abbildung 27: Vergleich der fernerkundungsbasierten (FE) und InVeKoS_{etc}-basierten Anzahl von Vergleichspunkten mit den kartierten Referenzdaten zur GNI-Klassifikation im Pfrunger-Burgweiler Ried (Die starke Überschätzung von „Wiese (intensiv)“ mit InVeKoS_{etc} basiert vorrangig auf die zwischenzeitlich erfolgte Extensivierung im Rahmen des Naturschutzgroßprojektes)

3.2.5 Aufwand für Klassifikation mit Rapid Eye

Zur Abschätzung des Umsetzungspotenzials einer RapidEye-basierten Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität auf allen Moorstandorten Baden-Württembergs ist auch der Kostenaufwand zu berücksichtigen. Die zu berücksichtigende Moorfläche in Baden-Württemberg beträgt rund 380 km², allerdings beträgt die Mindestbestellfläche für RapidEye Aufnahmen 3500 km². Bei sechs Aufnahmen pro Jahr ergibt sich eine Fläche von $6 \cdot 3500 \text{ km}^2 = 21000 \text{ km}^2$. Dies würde bei einem monatlichen Aufnahmezyklus mit maximal 10% Wolkenbedeckung und Einzelnutzer-Lizenz zu Datenbeschaffungskosten in Höhe von knapp 25.000 € führen. Abbildung 29 zeigt die Lage der zu prozessierenden RapidEye-Level 3A Kacheln über der Moorfläche nach LUBW (2012). Während sich die Bearbeitungszeit hinsichtlich der Datenverarbeitung durch Automatisierung zum Teil reduzieren lassen, ist dies bei der Kalibrierung und Validierung der Bildklassifikation durch in-situ Daten nur eingeschränkt möglich. So ist einer groben Schätzung zufolge eine erfahrene Fachkraft mit ca. 6 Personenmonaten für die Datenprozessierung zu veranschlagen und mit ca. 18 Personenmonaten für die Erhebung von Kalibrierungs- und Validierungsdaten.

3.2.6 Fazit

Eine fernerkundungsbasierte Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität von Moorböden mit RapidEye-Satellitenaufnahmen ist möglich, weil diese in einer hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung vorliegen. Als Methodik eignet sich eine multispektrale und multitemporale Analyse, bei der die zeitliche Veränderung der Reflexion von Landoberflä-

chen im Laufe einer Vegetationsperiode mit fünf Spektralbändern vom Satelliten erfasst wird. Daraus ergibt sich der Mean Absolute Spectral Dynamic (MASD) nach Franke et al. (2012) als grundlegender Merkmalsindex für einzelne Aufnahmepunkte. Durch das Erweitern der Analyse um zwei weitere Merkmalsindizes konnte die Klassifikation verbessert werden und erreichte eine Gesamtgenauigkeit von 79 %. Das geringfügig bessere Klassifikationsoptimum wurde mit zwölf Merkmalsindizes erreicht. Somit ist das Verfahren mit der Nutzung des MASD, des MASD_SD und des NDVI_Frühling am besten für die Praxis geeignet, weil hierbei der Arbeitsaufwand und die Klassifikationsgenauigkeit im günstigsten Verhältnis zueinander stehen. Mit der Methodik können vier Grünlandnutzungsintensitäten bzw. -nutzungstypen differenziert werden.

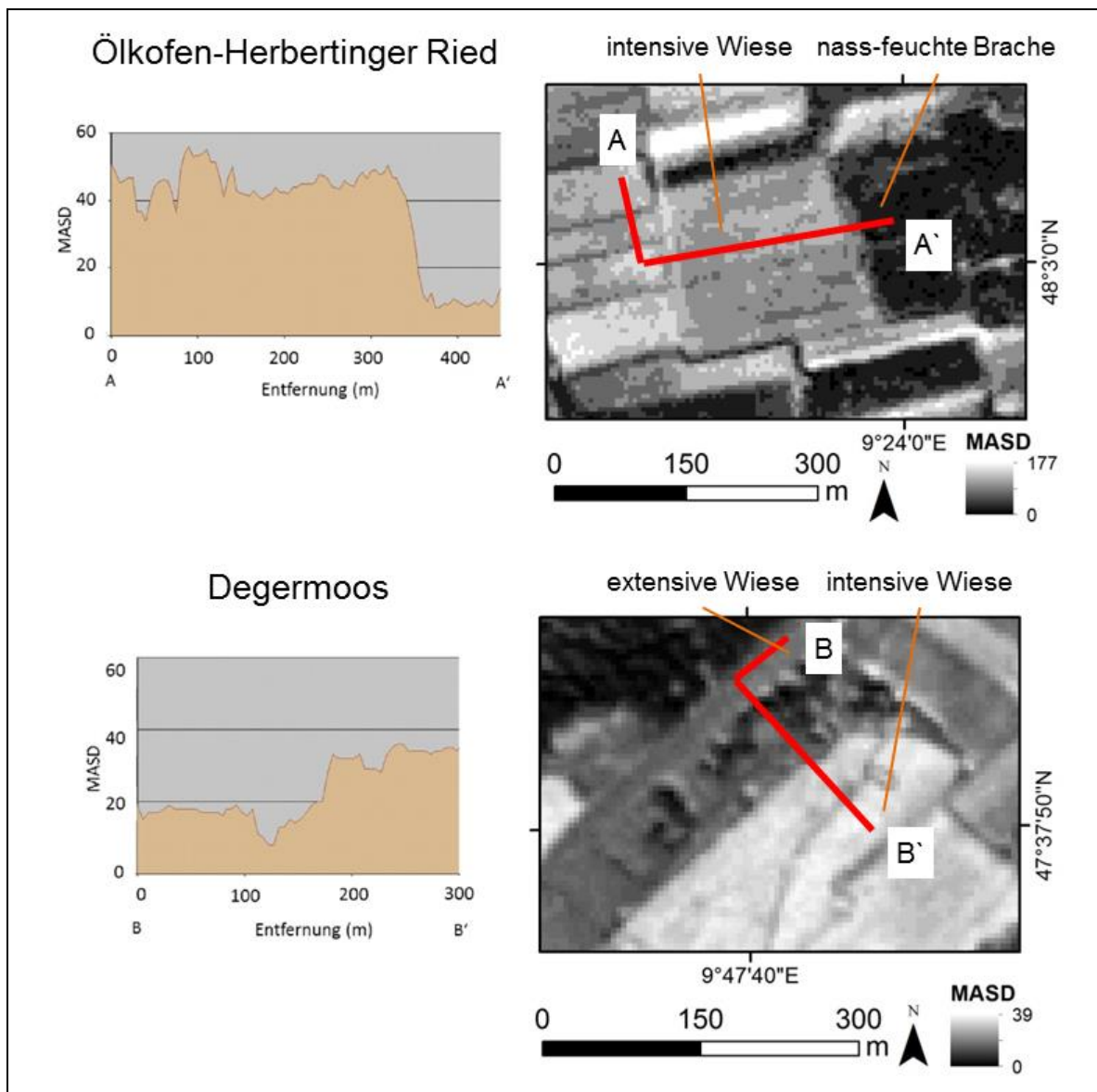


Abbildung 28: MASD-Änderungswert zur einfaktoriellen Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität am Beispiel des Ölkofen-Herbertinger Rieds und des Degermooses in räumlicher und transsektoraler Darstellung (n. Kalia).

Die Kalibrierung und Validierung der Methodik fand anhand von Referenzdaten aus dem Pfrunger-Burgweiler Ried statt. Die allgemeine Funktionalität des MASD-Wertes wurde in zwei weiteren Mooren erfolgreich validiert. Einheitliche Schwellenwerte zur Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität können aufgrund der Systemdynamik (z.B. unterschiedliche Beleuchtung, variierende Wolkenbedeckung, ungleichmäßige Vegetationsbedeckung, kleinräumige Bewirtschaftungsunterschiede) allerdings nicht angegeben werden. Somit muss auch zukünftig jede RapidEye Zeitreihe individuell atmosphärenkorrigiert und die Klassifikation kalibriert werden. Je mehr Mooregebiete aber durch eine RapidEye Zeitreihe erfasst werden können, desto geringer wird der Korrekturaufwand. Der in Moore-BW ergänzend durchgeführte Vergleich der fernerkundungs-basierten Klassifikation mit administrativen Flächeninformationen wie z.B. InVeKoS, und ATKIS ergab einen deutlich geringeren Anteil intensiv bewirtschafteter Wiesen bei der Fernerkundungsanalyse. Dies war allerdings größtenteils auf die lückenhafte Information in den administrativen Daten zur Extensivierung der Grünlandbewirtschaftung in jüngerer Zeit zurückzuführen.

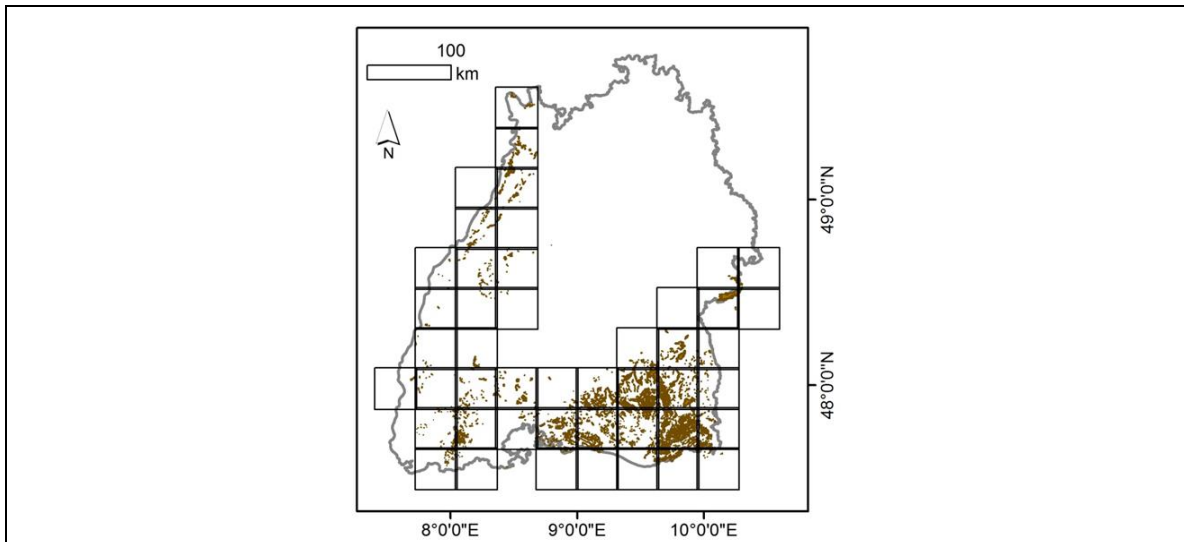


Abbildung 29: Abdeckung der baden-württembergischen Moorflächen (braune Flächen) durch RapidEye L3A Kacheln (schwarze Quadrate) (n. Kalia).

3.2.7 Ausblick

Eine großflächige Anwendung der Veränderungsanalyse ist potentiell möglich. Um dies zu ermöglichen, ist aus technischer Sicht eine Überführung der hier entwickelten eCognition Developer Version in eine sogenannte eCognition Architect Version anzustreben. Diese ermöglicht es auch fachfremdem Personal eine Kalibrierung, Bildklassifikation und Validierung von multitemporalen RapidEye Bilddaten durchzuführen. Der Aufwand hierfür sollte allerdings nicht unterschätzt werden und die kontinuierliche Datenverfügbarkeit muss eingehend geprüft werden. Unabhängig davon könnte eine Implementierung der vorgestellten Methode in operationelle Land-Monitoring Dienste wie z.B. auf Europäischer Ebene in das „Corine Land Cover“ oder auf nationaler Ebene in das „Amtliche Topographisch Kartographische Informations System“ (ATKIS) eine Informationsverbesserung

ung bieten. Weiterhin könnte eine Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität auch für naturschutzfachliche Aspekte wie dem Monitoring von NATURA2000-Flächen von Bedeutung sein. Insgesamt wären somit durch die Bereitstellung der Grünlandnutzungsintensität als Landnutzungskategorie Synergieeffekte für den Natur- und Klimaschutz zu erwarten.

Alternativ könnte die dargestellte Methode aber auch mit den multispektralen Aufnahmen der in naher Zukunft startenden Sentinel-2 Satelliten der europäischen Weltraumorganisation ESA (European Space Agency) realisiert werden. Dadurch ergeben sich Vorteile, weil (i) die Daten kostenfrei verfügbar sein sollen, (ii) die Satelliten einen größeren Erfassungsbereich aufweisen werden sowie (iii) Landdienste wie Geoland-2 und Decover-2 auf Sentinel-2 abzielen werden.

3.3 Erstellung eines räumlich hochaufgelösten Datensatzes zur aktuellen Landnutzung (Peringer, Wiedmann)

Es wurde mit landesweit verfügbaren Geodaten ein flächendeckender, kombinierter Datensatz zur Landnutzung auf den Moorflächen des Moorkatasters in den Moorregionen MR1 (Voralpines Hügel- und Moorland) und MR2 (Donau-Iller-Lechplatte) erstellt. Dieser Datensatz bildet die Grundlage für die Errechnung der Acker- und Grünlandfläche auf Moor bzw. außerhalb Moor sowie für die weitergehende Ermittlung der Landnutzung und Nutzungsintensität auf Moor, womit eine regionale Abschätzung der THG-Emission auf Moor erfolgen kann. Diese Datenbasis wird darüber hinaus auch zur ökologisch-ökonomischen Modellierung (Teil 2 des Endberichts) herangezogen.

Landesweit stehen für Baden-Württemberg keine flächendeckenden Landnutzungsdaten mit einer hohen Differenzierung und Detailliertheit an Landnutzungsklassen zur Verfügung. Die Daten höchster Qualität stellen die Nutzungsinformationen aus InVeKoS (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem) dar, welche jedoch lückenhaft sind. Aus diesem Grund werden weitere Landnutzungsdaten herangezogen, um die Landnutzung in den beiden Moorregionen 1 und 2 flächenhaft abzubilden.

Die Modellierung der Landnutzung gliedert sich in zwei Arbeitsschritte: (1) die Verschneidung und Zusammenführung der zur Verfügung stehenden Geodaten mithilfe eines Geografischen Informationssystems (GIS) und (2) die anschließende Datenbankbasierte Klassifikation der Landnutzung, bei der ein Regelwerk zur Differenzierung der Intensität der Grünlandnutzung angewendet wurde.

3.3.1 Erstellung eines flächendeckenden Landnutzungslayers

Für die Erzeugung einer flächendeckenden Landnutzungsinformation in den Moorregionen standen dem Projekt die InVeKoS-Landnutzungsdaten (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem der Landwirtschaftsverwaltung zur Kontrolle der Angaben des Gemeinsamen Antrages auf Agrarförderung) und die mit Nutzungen typisierten landwirtschaftlichen Bruttoflächen aus GISELA (Geografisches Informationssystem Entwicklung in der Landwirtschaft in Baden-Württemberg) sowie ATKIS-Daten (Amtliches Topogra-

phisch-Kartographisches Informationssystem, DLM25) zur Verfügung (vgl. Abbildung 30 und Tabelle 20).

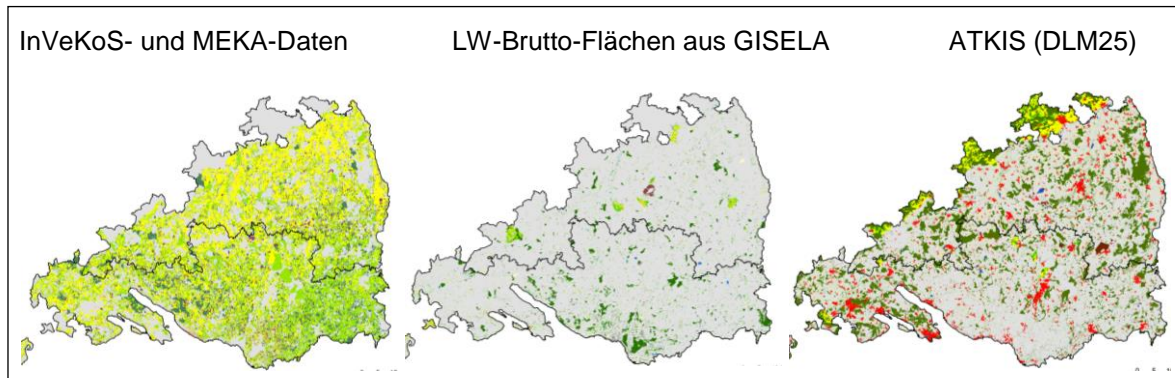


Abbildung 30: Mosaik aus Landnutzungsdaten in Moorregion 1 (Voralpines Hügel- und Moorland) und Moorregion 2 (Donau-Iller-Lechplatte).

Die Datenquellen unterschiedlicher Qualität, Ausdehnung und Lückenhaftigkeit wurden zu einem flächendeckenden Landnutzungslayer vereint. Die dem Projekt 2012 zur Verfügung gestellten InVeKoS-Landnutzungsdaten (Meldejahr 2011) und die landwirtschaftlichen Bruttoflächen aus GISELA ermöglichten die Anfertigung eines Geodatenlayers, der die jeweils aktuellste und detailliertest verfügbare Landnutzungsinformation prioritär vor schlechteren Alternativen benutzt. Informationen bester Qualität und höchster Priorität sind die Flurstück-bezogenen Nutzungsinformationen aus InVeKoS, welche zur Abbildung nicht beantragter Flurstücke mit den landwirtschaftlichen Bruttoflächen aus dem GISELA-System ergänzt wurden. Die verbleibenden Lücken, im Wesentlichen Siedlung und Wald, sowie das Wurzacher Ried, wurden durch ATKIS-Daten geschlossen.

Für die Datenaufbereitung wurden die auf Regierungsbezirksebene gelieferten InVeKoS- und MEKA-Daten zu einem einzigen, alle Regionen abdeckenden Shapefile vereint. Vorher wurden die Datensätze jedoch um an den Grenzen doppelt gelieferte Flurstücke bereinigt. Aus diesen, alle Regionen abdeckenden Shapefile wurden nun regionale Datensätze überlagerungsfrei entwickelt. Um keine Zuordnungsprobleme bei mehreren InVeKoS-Nutzungen oder MEKA-Maßnahmen in einem Flurstück in Grenzlage zu erzeugen, wurden die regionalen Grenzen mit Flurstücksgrenzen nachgebildet und ganze Flurstücke entlang einer regionalen Grenze entweder der einen oder der anderen Region zugeordnet. Kriterium für die Zuordnung ist die Position des Flächenschwerpunktes des Flurstückes. Jedes Flurstück wurde somit eindeutig einer Region zugeordnet und nicht entlang regionaler Grenzen zerschnitten. Dadurch wurde dem Grundprinzip verwaltungstechnischer Grenzen und damit statistischer Mengen auch auf Flurstücksebene weitgehend treu geblieben.

Um die InVeKoS-Informationen mit den LW-Bruttoflächen zu ergänzen wurden die LW-Bruttodaten analog zu den InVeKoS-Daten zu einem einzigen, alle Regionen abdeckenden Shapefile vereinigt und um an den Grenzen doppelt gelieferte Flurstücke bereinigt. Da auch die LW-Bruttoflächen flurstücksbasiert sind, erfolgte wie schon für die InVeKoS- und MEKA-Informationen lediglich eine regionale Gruppierung der Flurstücke und keine

Verschneidung mit den Regionsgrenzen . Das Kriterium für die Zuordnung ist wieder die Lage des Flächenmittelpunktes des Flurstücks. Anschließend wurden die vorhandenen InVeKoS-Flächen aus den LW-Bruttoflächen herausgeschnitten, um einen Datensatz zu erzeugen, der die Lücken des InVeKoS-Datensatzes füllt. Danach erfolgte eine Neuberechnung der Flächengrößen, da nicht sicher von einer fehlerfreien Deckungsgleichheit der Flurstücksgeometrien der InVeKoS- und der LW-Bruttoflächen ausgegangen werden kann.

Zuletzt wurden die verbliebenen Lücken der InVeKoS- und LW-Bruttoflächen mit ATKIS-Daten aufgefüllt. Der räumliche Bezug der ATKIS-Daten ist ihrer Natur gemäß (Landbedeckungs- und keine Nutzungsinformation) wesentlich gröber als in den flurstücksbasierten InVeKoS-Daten und LW-Bruttoflächen. Deswegen ist nicht von einer homogenen Nutzung pro Polygon auszugehen. ATKIS-Polygone werden deshalb nicht als Einheiten einer Region zugeschlagen, sondern entlang der regionalen Grenzen zerschnitten und die Flächengrößen neu berechnet. Um einen Datensatz zu erzeugen, der die Lücken der InVeKoS- und LW-Bruttoflächen einnimmt, wurden diese Datensätze aus den ATKIS-Daten herausgeschnitten. Anschließend wurden die Flächengrößen der ATKIS-Daten noch einmal neu berechnet.

Mit dem entwickelten Datenbestand liegt eine Datenbasis mit hohem Differenzierungsgrad hinsichtlich der Nutzungstypen vor. Es werden so - in der Kombination mit standörtlichen Kriterien (Grundwasserstand) und Intensitätsstufen - bestmögliche Landnutzungsinformationen bei der Erstellung des Emissionskatasters für die Moorkörper in Kapitel 3.6 sowie in der ökonomisch-ökologischen Analyse (s. Berichtsteil 2) verwendet.

3.3.2 Landnutzungsklassifikation

Die drei verwendeten Datenquellen zur Landnutzung besitzen hinsichtlich der Nutzungsarten sehr unterschiedliche Detailliertheitsgrade. In Zusammenarbeit mit dem ökonomischen Teilprojekt wurden die zahlreichen Landnutzungsklassen des InVeKoS-, GISELA- und ATKIS-Systems mit einem Datenbank-basierten Regelwerk auf wenige relevante Typen hin aggregiert. Die Einteilung erfolgte in folgende Nutzungstypen:

- Acker
- Dauerkultur
- Gehölz
- Grünland intensiv
- Grünland extensiv
- Feuchtgebiete
- Siedlung
- Sonstiges (z. Bsp. Gartenland, Heide)
- Wald
- Wasser

Für die detaillierter vorliegenden InVeKoS-Daten erfolgte zusätzlich eine Einteilung in:

- Brache (Acker/Grünland)
- KUP (Kurzumtriebsplantage)
- LPR-Fläche (Landschaftspflegerichtlinie) (wird zu GLext addiert)
- mittleres Grünland
- Sonderkultur
- Biotop ohne landwirtschaftliche Nutzung
- Grünland ohne landwirtschaftliche Nutzung

Aus ökonomischer Sicht ist zunächst eine Klassifikation in Acker- (AF) und Grünlandfläche (GL), Dauerkulturen (DK) und Wald bzw. Aufforstung (WA) sinnvoll. Auch Biotope mit landwirtschaftlicher Nutzung als Dauergrünland (InVeKoS 925) und aus der Erzeugung genommenes bzw. stillgelegtes Grünland (InVeKoS 592 und 567) und Grünland ohne landwirtschaftliche Nutzung (InVeKoS 923) werden der Grünlandfläche zugeordnet, weil hier keine langfristige Brache, sondern nur temporäre Nicht-Bewirtschaftung angenommen wird. Ebenso ATKIS-Moor/Moos mit Gras und ATKIS-Sumpf/Ried mit Gras oder ohne Vegetationsattribut.

Biotope ohne landwirtschaftliche Nutzung (InVeKoS 924), Flächen mit LPR-Pflegevertrag ohne Angabe der Pflegeart (InVeKoS 927) sind Brachen im eigentlichen Sinne. Feldgehölze über 2000 m² (InVeKoS 922), Baumreihen und Hecken aus den LW-Bruttoflächen und Niederwald (InVeKoS 847 und 848), sowie ATKIS-Gehölze und ATKIS-Grünland mit Gehölzen werden als Gehölz (GEH) klassifiziert. Baumschulen und Obstbau sind Dauerkulturen (DK), wenn keine Wiesennutzung unter Streuobst vorliegt (GL). Ödland (InVeKoS 992) ist den sonstigen Nutzungen zugeordnet, die unter anderem auch das Gartenland und Heide (in LW-Bruttoflächen und ATKIS ausgewiesen, kommt nicht auf Moor vor) enthalten.

Die LW-Bruttoflächen enthalten die Kategorie „nicht nutzbares Feuchtgebiet“, die zusammen mit dem „Röhricht und Schilf“ aus ATKIS separat als Kategorie FEU geführt wird. Die genaue Einteilung der Landnutzungsklassen der unterschiedlichen Datenquellen in die verwendeten Nutzungstypen ist in Anhang 16 dokumentiert.

Teilweise nehmen die Angaben zur Flächengröße der Landnutzungen innerhalb der auf Flurstücken basierenden InVeKoS-Daten nicht das gesamte Flurstück ein, so dass es Flächen ohne Angabe einer Nutzung im Datensatz gibt. Um diese sogenannten „weißen Flächen“ mit einer Landnutzung zu belegen, wurden ATKIS-Daten herangezogen.

Tabelle 20: Datengrundlage für die Erstellung des Landnutzungslayers.

Datensatzname	Inhalt/Stand	Räumliche Auflösung	Räumliche Ausdehnung und Lücken	Besonderheiten
InVeKos	Detaillierte Landnutzungsinformation aus dem Gemeinsamen Antrag 2011 (dreistelliger Code).	Flurstücke (ALK-basiert mit Flurstückskennziffer) Wege und Straßen separiert	nicht flächendeckend	Polygonstapel: Wurden für ein Flurstück mehrere Nutzungen beantragt, so sind diese im Datensatz in der Form mehrerer übereinanderliegender, von der Geometrie her identischer Flurstückspolygone geführt.
MEKA	MEKA-Anträge aus dem Gemeinsamen Antrag 2011 (MEKA III-Codes)	Flurstücksebene (ALK-basiert mit Flurstückskennziffer) Wege und Straßen separiert	nicht flächendeckend	Polygonstapel analog InVeKos entsprechend für MEKA-Maßnahmen.
Landwirtschaftliche Bruttoflächen (LWBrutto)	Ausweisung von z.T. Cross-Compliance-relevanten Landschaftsstrukturelementen (z.B. Hecken) und Flächen (z.B. Feuchtgebiete).	Flurstücksebene (ALK-basiert mit Flurstückskennziffer) Wege und Straßen separiert	nicht flächendeckend	Eine Nutzung pro Flurstück. Keine interpretierbare Nutzungsintensität des Grünlandes, jedoch Identifikation von Brachen (Feuchtgebiet, nicht nutzbar).
ATKIS Digitales Landschaftsmodell 1:25'000 (DLM25)	Landbedeckungsinformation, grobe Klassen.	Eigene Polygonstruktur, Wege und kleine Straßen nicht flächig	flächendeckend	Offenland in Acker und Grünland differenziert, Feuchtgebiete sind inkonsistent als „Moor/Moos“ oder „Röhricht/Schilf“ oder „Wald“ erfasst.

Zur Berechnung der Fläche mit unbekannter Nutzung pro Flurstück wird die Summe der Flächengrößen der bekannten Landnutzungen innerhalb eines Flurstücks von der Größe des Flurstücks abgezogen. Diese Differenz ergibt die Größe der Fläche mit unbekannter Nutzung. Um diese Flächen im fertig prozessierten InVeKoS-Datensatz, welcher bereits die Grundwasserstandsklassifikation enthält (vgl. Kapitel 3.4.1) mit den ATKIS-Daten aufzufüllen, werden die InVeKoS- und ATKIS- Datensätze miteinander verschnitten und die Landnutzung der ATKIS-Daten mit dem Regelwerk analog zu Kapitel 2.3.2 klassifiziert. Da teilweise mehrere ATKIS-Landnutzungen innerhalb eines Flurstücks liegen, muss der Anteil den diese Landnutzungen an der jeweiligen Fläche mit unbekannter Nutzung einnehmen gesondert berechnet werden. Die Flächengröße für die einzelnen ATKIS-Nutzungen innerhalb der „weißen Fläche“ ergibt sich wie folgt:

Flächengröße der einzelnen Landnutzung (innerhalb der Fläche mit unbekannter Nutzung) = (Fläche mit unbekannter Nutzung pro Flurstück * Größe des InVeKoS-Polygons nach Verschneidung mit ATKIS) / frühere Größe des Flurstücks

Für die Einteilung der ATKIS-Landnutzung zu den Grundwasserstandsklassen wird der bereits zugeordnete Grundwasserstand, welcher aus der Amtlichen Bodenschätzung und den Biotoptypen abgeleitet wurde (vgl. Kapitel 3.4.1) verwendet.

3.3.3 Differenzierung der Nutzungsintensität von Grünland

Zur Differenzierung des Grünlands wurden neben den Landnutzungsdaten aus InVeKoS GISELA und ATKIS auch MEKA-Informationen berücksichtigt, die Hinweise auf die Nutzungsintensität der landwirtschaftlich genutzten Moorflächen liefern. Es wurde jeweils ein Datenbank-basiertes Regelwerk zur Differenzierung der Intensität der Grünlandnutzung entwickelt und die Ergebnisse an die räumlichen Geodaten gekoppelt. Die Analyse der Grünlandnutzung erfolgt für jede Moorregion separat um regionalspezifische Besonderheiten berücksichtigen zu können und die Rechenzeiten der Datenbankverknüpfungen erträglich zu halten. Verwendet wird eine Accessdatenbank, die aus mehreren Tabellen mit Daten und Klassifikationen mit Hilfe einer Sequenz von Abfragen eine Ergebnistabelle der Klassifikation erzeugt. Das Regelwerk ist im Anhang 16 dargelegt.

3.4 Standörtliche Differenzierung des Grundwasserstandes (Peringer, Billen)

3.4.1 Zuordnung von Grundwasserständen zu den Landnutzungen

Die Informationen der Amtlichen Bodenschätzung ermöglichen eine Ableitung von Grundwasserständen in Flurstücken des ALK, die auf der Acker- und Grünlandzahl sowie der Wasserstufe basieren und anhand von Geländedaten kalibriert wurden (siehe auch Kapitel 2.3.2.4). Diese Informationen liegen angebunden an das Liegenschaftskataster (ALK) vor und wurden dazu auf Flurstücksebene aggregiert, da die Originaldaten einen anderen Flächenzuschnitt besitzen. Die Art der Aggregation dieser Informationen innerhalb der Parzellengeometrie ist umstritten (u.a. Mittelwertbildung in Ordinalskalen, usw.). Auch sind diese Informationen z.T. alt und rezente Meliorationen sind wahrscheinlich nicht vollständig erfasst, weil die Bodenschätzung nur selektiv (z.B. im Zuge von Flurbereinigungsverfahren) aktualisiert wurde. Hinzu kommt, dass nicht die gesamte Moorfläche im Liegenschaftskataster erfasst ist und ein interpretierbares Klassenzeichen nicht für alle Flurstücke vorliegt, sodass die Informationen der Bodenschätzung nicht flächendeckend für die Moore Baden-Württembergs und auch nicht für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche auf Moor zur Verfügung stehen (Abbildung 31). Die Bodenschätzung stellt jedoch die einzige landesweite Datenquelle dar, die von der Nutzung unabhängige Hinweise zum Grundwasserstand enthält. Die Bodenkundliche Landesaufnahme (BK25/50/200) ist im Maßstab 1:200'000 zu grob und in den Maßstäben 1:25'000 und 1:50'000 noch sehr lückenhaft. Die Feuchtestufen aus dem Wasser-Boden-Atlas (WABOA) sind zu undifferenziert.

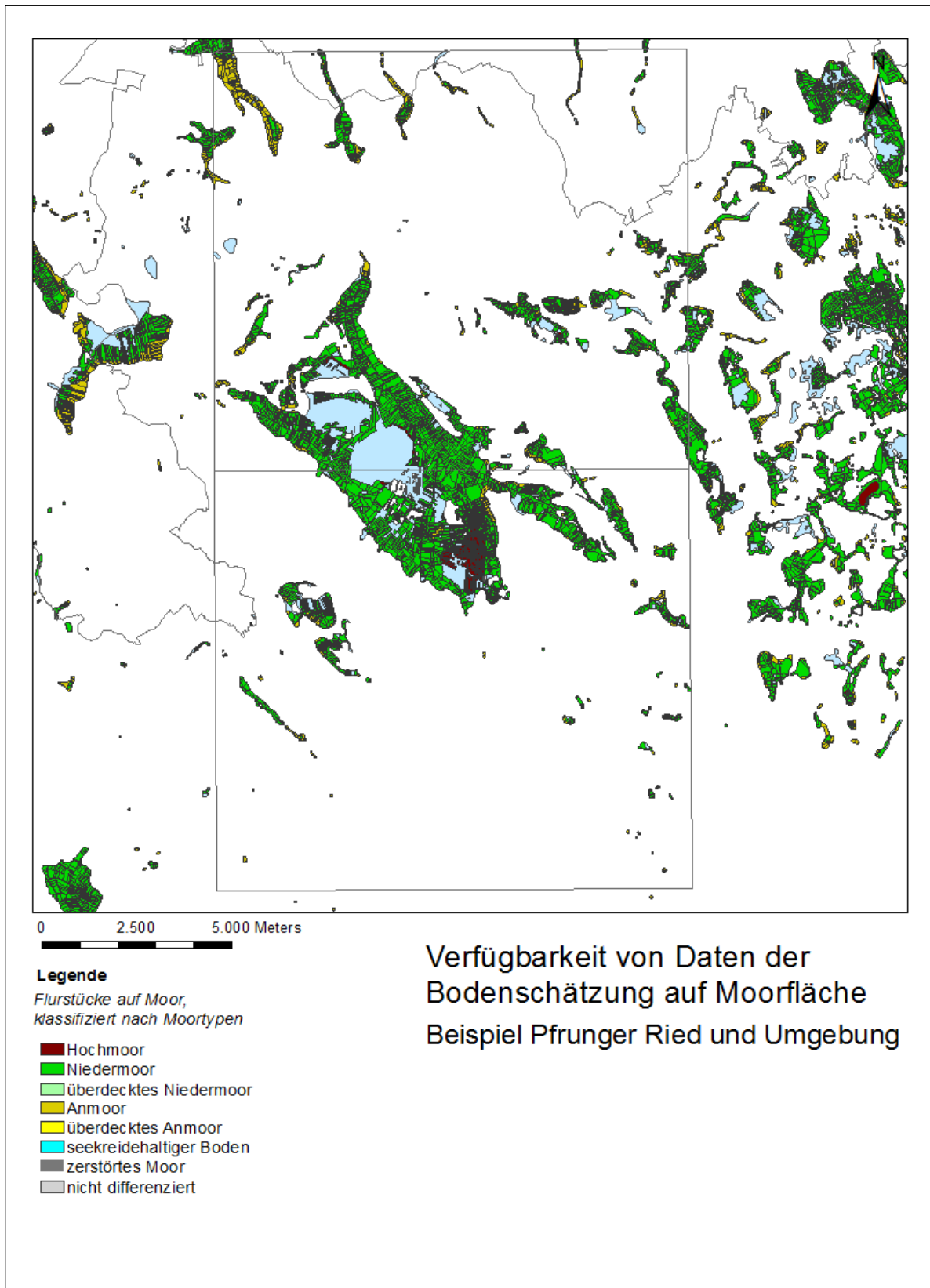


Abbildung 31: Lückenhaftigkeit der durch die Bodenschätzung abgedeckten Moorfläche am Beispiel des Pfrunger Rieds. Die hellblauen Flächen entziehen sich einer Klassifikation durch die Bodenschätzung

Die Bodenschätzung liefert mit dem Klassenzeichen (KLZ) u.a. folgende Informationen:

- Vorhandensein von Moorböden im Flurstück (Mo)
- Vererdungsgrad der Torfe (Zustandsstufe)
- Nässe (Wasserstufe)

Lokalspezifische Bewertungen dieser bodenkundlichen und standörtlichen Primärinformation liegen vor in Form von

- der Eignung für Kulturpflanzen (KUPFLA, 5-stufig)
- der Acker- bzw. Grünlandzahl (WZ2_KLA, beide in Wertzahlintervallen, z.B. 28-40, 41-60, usw.).

Im Folgenden wird das Regelwerk zur Ableitung von GW-Ständen aus der Acker- und Grünlandzahl und der Wasserstufe näher beschrieben.

Das Regelwerk zur Grundwasserstandsklassifikation kombiniert die Acker- und Grünlandzahl mit der Wasserstufe und unterscheidet hohe, mittlere und tiefe Grundwasserstände, die anhand der Bohrlochmessungen mit Grundwasserflurabständen kalibriert sind: :

Hohe GW-Stände (extensive Nasswiesen mit um 15 cm GWuF) liegen bei Acker/Grünlandzahl WZ2KLA < 20 und bei WZ2KLA > 20 vor, wenn die Wasserstufe =5 ist.

- Mittlere Grundwasserstände (extensive Feuchtwiesen um 45cm GWuF) liegen bei WZ2KLA > 20 vor, wenn die Wasserstufe = 4 ist.
- Tiefe Grundwasserstände (relativ trockenes Intensivgrünland mit GwuF um 55 cm) liegen bei WZ2KLA > 20 und Wasserstufe < 4 vor.
- Mineralbodenflurstücke laut Klassenzeichen der Bodenschätzung (kein Mo im KLZ) werden berücksichtigt, weil die für das Projekt maßgebliche Kulisse zu Moorkommen das Moorkataster ist und ein armer Boden (WZ2_KLA < 20) innerhalb des Moorkatasters als nass angenommen wird (hoher GW-Stand).
- Flurstücke, auf denen die Bodenschätzung auf weniger als 1/3 der Fläche Informationen liefert (KLZ_FLUR =< 33) werden nicht berücksichtigt („no data“ bzw. „-“), außer sie hätten hohen GW-Stand. Diese Ausnahme begründet sich darin, dass hohe GW-Stände – wo sie vorhanden sind – auch in der näheren Umgebung hohe GW-Stände bedingen, sodass eine kleinflächige Information extrapoliert werden kann.

Da die Informationen der Amtlichen Bodenschätzung nicht flächendeckend für die gesamte Moorfläche zur Verfügung stehen (Abbildung 32) wurden die Datenlücken beim Grundwasserstand mit Hilfe von folgenden Sekundärinformationen geschlossen:

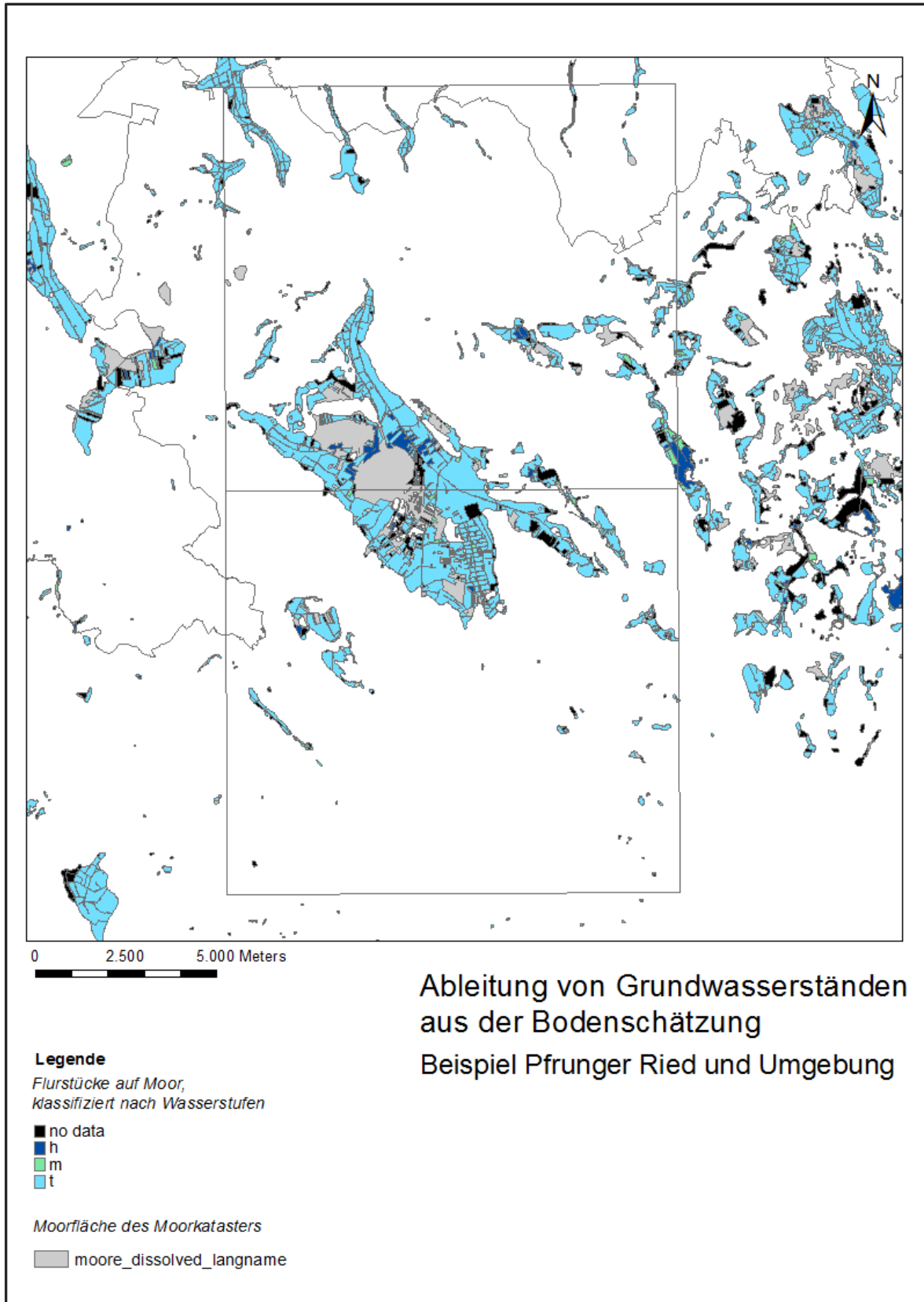


Abbildung 32: Ableitung von Grundwasserständen aus der Bodenschätzung am Beispiel des Pfrunger Rieds (h = hoch, m = mittel, t = tief)

- Biotopkartierungen im Offenland und Wald: Hohe Grundwasserstände werden durch kartierte Pflanzengesellschaften indiziert (z. Bsp. Rieder, Bruchwälder).
- LW-Bruttoflächen: Hohe Grundwasserstände finden sich in nicht nutzbaren Feuchtgebieten.
- ATKIS (DLM25): Hohe Grundwasserstände treten unter ausgewählten Kombinationen von Landbedeckung und Vegetation auf.
- Eine ausführliche Zuordnung der Biotoptypen und Landnutzungen der LW-Bruttoflächen und ATKIS-Daten zu den Grundwasserstandsklassen befindet sich in Anhang 16.

3.4.2 Kalibrierung der Grundwasserstände

Als ground-truth check für die Qualität der Informationen aus der Bodenschätzung und die Optimierung des Regelwerks zur Ableitung von Grundwasserständen daraus stehen folgende Daten zur Verfügung:

- Gemessene Grundwasserstände in voralpinen Mooren aus dem Zeitraum der Vegetationsperiode 2012 (siehe Kapitel 2.3.2.4). Anzahl = 134 Bohr-/Profilpunkte. Zeitraum = 29.5.2012 – 12.10.2012 (Einzeltage). Standorte: Grünland und Acker (incl. mineralisch). Eingeschränkte Aussagekraft, weil GW-Stände stark vom Witterungsgeschehen in den Tagen und Wochen davor abhängig sind. Selbst eine Stichtagsmessung wäre problematisch.
- Jahresmittelwerte von GW-Ständen längerfristig betreuter Pegel zusammengefasst durch das REMOKO-Projekt (Wuchter et al. (2011); Regionales Moorentwicklungskonzept, z.B. Zollhausried, Schwenninger Moos) werden als unabhängige Informationen für die Validierung verwendet.

Aus der Mittelwertbildung von Grundwasserständen über die Parameter der Bodenschätzung gehen die Acker- und Grünlandzahl (WZ2_KLA) und die Wasserstufe (WASSER_NUM) als einzig trennscharfe Parameter hervor (Abbildung 33).

Die Acker/Grünlandzahl ist der trennschärfste Parameter um GW-Stände um 20 cm unter Flur zu identifizieren ($WZ2_KLA < 20$, Mittelwert 20cm, Standardabweichung 20 cm, unabhängig von Mo (Moorböden) im KLZ und durch 17 Bohrpunkte belegt, Tabelle 21). Höhere Zahlen ($WZ2_KLA > 20$) zeigen GW-Stände um die 50cm unter Flur an (Standardabweichung um 20 cm). Eine weitere Differenzierung durch die Wasserstufe 5 erbringt keine Identifikationsmöglichkeit von noch flurnäheren GW-Ständen.

Unabhängig von der Acker/Grünlandzahl zeigt die Wasserstufe 5 sehr flurnahes GW an, die Wasserstufe 4 eher mittlere GW-Stände (um die 40 cm unter Flur) und Wasserstufen kleiner als 4 flurferne GW-Stände (um die 50 cm, Abbildung 33). Die Zustandsstufe und die Eignung für Kulturpflanzen (KUPFLA) zeichnen ein vergleichsweise verwaschenes Bild, sodass die erste, auf den Torfzersetzungsgraden der Zustandsstufe basierte Methode verworfen wird und ein neues Regelwerk zur GW-Standsableitung aufgesetzt wird, dass auf der Acker- und Grünlandzahl und der Wasserstufe basiert.

Die Acker/Grünlandzahl liegt auf ca. 88% der Hoch- und Niedermoorfläche vor (Datenlücke 3223 ha) vor. Auf 7,8% der Hoch- und Niedermoorfläche ist die Acker/Grünlandzahl <20.

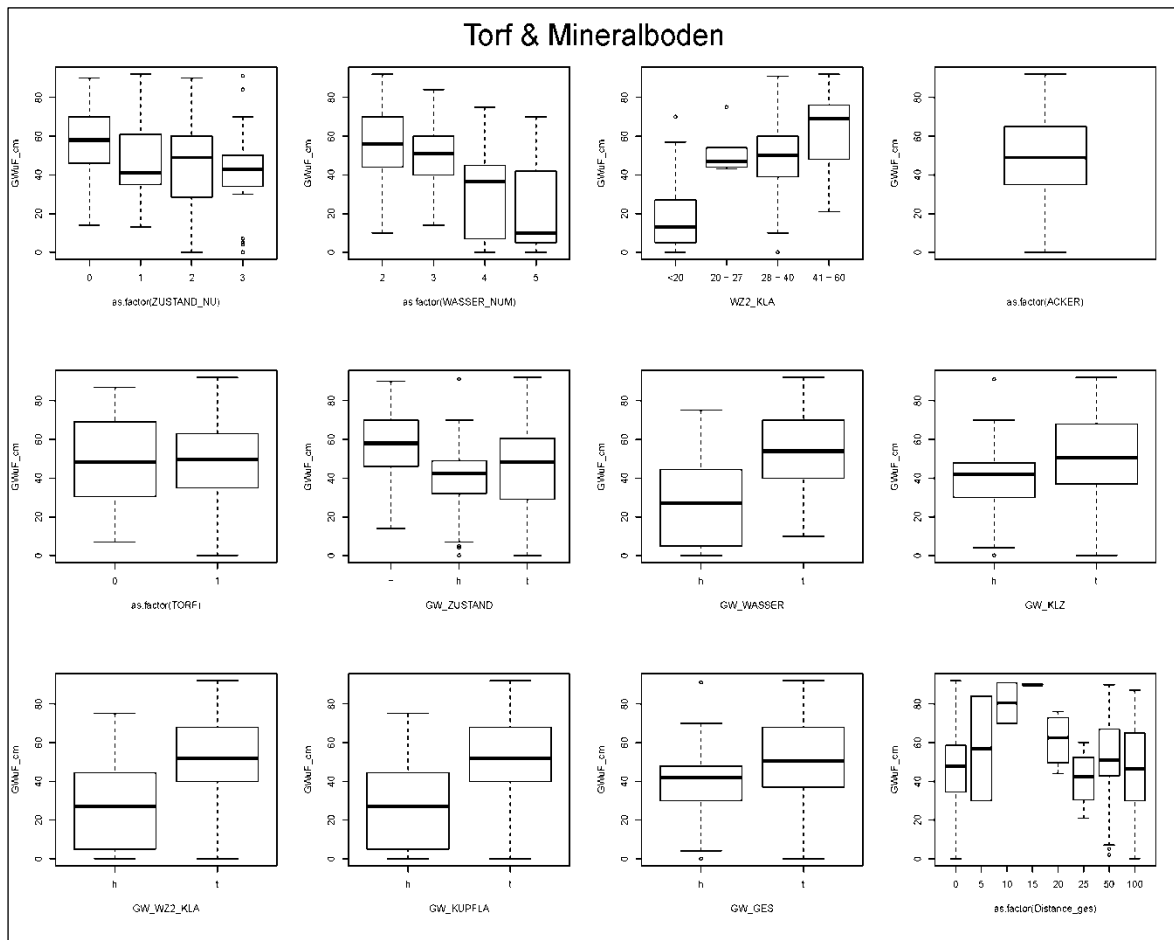


Abbildung 33: Korrespondenz von Parametern der Bodenschätzung mit in Bohrlöchern gemessenen Grundwasserständen. Gwuf_cm ist der Grundwasserflurabstand.

3.4.3 Validierung mit langjährigen Pegeldata

Es wurden insgesamt 80 Pegel (Datensatz des Projekts REMOKO), die regelmäßig und längerfristig gemessen wurden und in vertrauenswürdigem Zustand sind zusammengestellt, von denen 41 auf Flurstücken des Moorkatasters liegen. Viele der langjährig beobachteten Pegel liegen i.d.R. im vegetationsökologisch interessanten Zentralbereich von Mooren, wo entweder die Flurstücke sehr groß sind (im Gegensatz zu den streifenförmigen Streuwiesenparzellen im Lagg bzw. Anmoorbereich) oder gar keine Informationen der Bodenschätzung vorliegen. Hier zeigen die GW-Stände innerhalb eines Flurstücks dann eine große Heterogenität.

Diese langfristigen GW-Stände bestätigen die Ableitungen aus den Bohrlochmessungen: Die Acker/Grünlandzahl trennt gut GW-Stände um 20 cm unter Flur von tieferen GW-Ständen (Abbildung 34). Die Wasserstufe =5 zeigt ebenfalls hohe GW-Stände an, beinhaltet in diesem Datensatz jedoch nur wenige Stichproben. Die Zustandsstufe differenziert kaum.

Tabelle 21: Trennschärfe von Acker- und Grünlandzahl (WZ2_KLA) und Wasserstufe (WASSER_NUM) zur Identifikation hoher und mittlerer Grundwasserstände.

Acker/Grünlandzahl Moorgrünland													
Mittelwert - GWuF_cm		TORF WASSER_NUM					0 Summe		1			1 Summe	Gesamtergebnis
ACKER	WZ2_KLA	2.000000	3.000000	5.000000				2.000000	3.000000	4.000000	5.000000		
	<20									18.63636364	20.33333333	19.23529412	19.23529412
	20 - 27									51.66666667		51.66666667	51.66666667
	28 - 40	41.5	35.33333333			37.8	51.64864865	49.78571429		38.5		0	48.64
	41 - 60		63	70		64.4		62.76				62.76	63.03333333
	(Leer)		84		7	45.5			50		4	45	39.16666667
0 Summe		59.85714286	44		7	50.16666667	56.12903226	49.79310345	30.59090909	23.55555556		47.6147541	47.84328358
Gesamtergebnis		59.85714286	44		7	50.16666667	56.12903226	49.79310345	30.59090909	23.55555556		47.6147541	47.84328358

Standardabweichung (Stich)													
Mittelwert - GWuF_cm		TORF WASSER_NUM					0 Summe		1			1 Summe	Gesamtergebnis
ACKER	WZ2_KLA	2.000000	3.000000	5.000000				2.000000	3.000000	4.000000	5.000000		
	<20									18.86410733	25.96664527	20.82825428	20.82825428
	20 - 27									12.12710463		12.12710463	12.12710463
	28 - 40	33.23401872	12.66227994			19.17550521	18.17693321	17.57388033	14.05939781			18.62403999	18.75636108
	41 - 60		18.4571576			16.28803242	19.54754887					19.54754887	18.79376884
	(Leer)				1	54.4472215					4.242640687	21.60246899	29.94940177
0 Summe		23.8846434	20.18250067		7	25.79229389	19.37844321	17.25725378	21.91033479	24.81487009		22.72198001	22.91857259
Gesamtergebnis		23.8846434	20.18250067		7	25.79229389	19.37844321	17.25725378	21.91033479	24.81487009		22.72198001	22.91857259

Anzahl von GWuF_cm													
Mittelwert - GWuF_cm		TORF WASSER_NUM					0 Summe		1			1 Summe	Gesamtergebnis
ACKER	WZ2_KLA	2.000000	3.000000	5.000000				2.000000	3.000000	4.000000	5.000000		
	<20										11	6	17
	20 - 27									6			6
	28 - 40	2	3			5	37	28		4		1	70
	41 - 60		4	1		5	25						25
	(Leer)		1		1	2			1		1	2	4
0 Summe		7	4		1	12	62	29	22			9	122
Gesamtergebnis		7	4		1	12	62	29	22			9	122

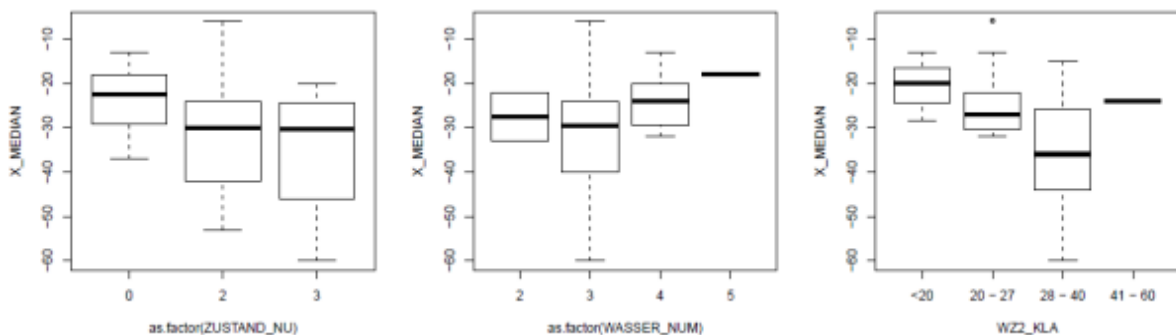


Abbildung 34: Validierung der Grundwasserstände mit langjährigen Pegeldata des REMOKO-Projektes.

Ein Gruppenvergleichstest zwischen den Grundwasserstandsklassen abgeleitet aus der amtlichen Bodenschätzung ergibt mindestens signifikante Unterschiede zwischen allen

Klassen und bestätigt die visuell gute Trennwirkung im Boxplot-Diagramm der Abbildung 35. Der Gruppenvergleichstest ist im Anhang dokumentiert.

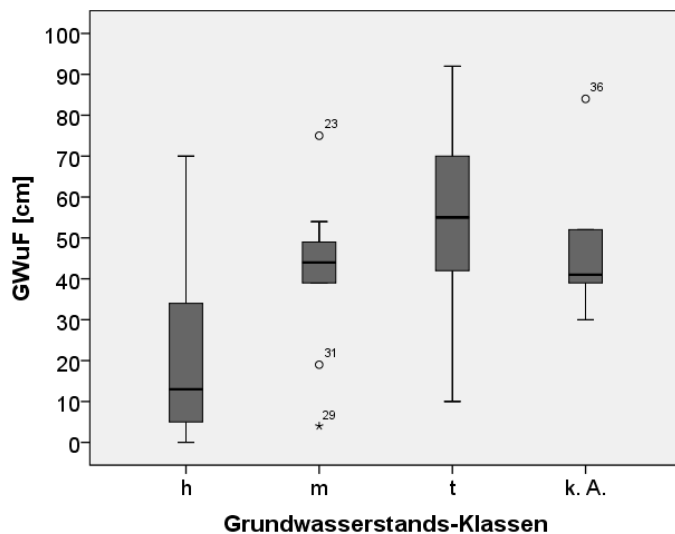


Abbildung 35: Kalibrierung der aus der Amtlichen Bodenschätzung abgeleiteten Grundwasserstandsklassen („h“ hoch, „m“ mittel, „t“ tief, „k.A.“ keine Angabe) mit den Grundwasserstandsmessungen in Bohrlöchern der bodenkundlichen Geländeansprache (in Zusammenarbeit mit dem Partnerprojekt am LGRB). Die Grundwasserstandsklasse „hoch“ steht für einen Grundwasserflurabstand (GwuF) von um 15 cm (nasses Extensivgrünland), „mittel“ für um 45 cm (extensive Feuchtwiesen) und „tief“ für um 55 cm (relativ trockenes Intensivgrünland). Die Grundwasserstandsableitung fand nur auf Hoch- und Niedermoorflächen des Moorkatasters statt. Die Grundwasserstandsklassen unterscheiden sich mindestens signifikant voneinander.

3.4.4 Überlagerung von Landnutzungs- und Grundwasserinformation

Nach der Erstellung der Landnutzungsklassifikation aus InVeKoS-Daten, LW-Bruttoflächen und ATKIS wird nun dieser dreigeteilte Layer mit Standorts- und Schutzgebietsinformationen überlagert. Ziel ist die Moortyp-spezifische und nach Grundwasserständen differenzierte Darstellung der Landnutzung, sowie von Randbedingungen für die Intensivnutzung (Wasser- und Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete, §32-Biotope, etc.). Alle räumlichen Überlagerungsoperationen sind in GIS-Modellen automatisiert. Die Modelle verwenden Datensätze, die vorbereitende Datenbereinigungen durchlaufen haben (z.B. um Überlagerungen zu entfernen). Überlagert wurden die folgenden Informationen:

- Moorkataster
- Grundwasserstände (abgeleitet aus der Amtlichen Bodenschätzung)
- Wasserschutzgebiete
- Naturschutzfachliche Schutzgebiete (NSG, FFH, FFH-Mähwiesenkartierung, §32-Biotope)

Die Überlagerung von Landnutzungs- und Standortinformationen (Moorboden, Grundwasserstand) wird für die Acker- und Grünlandfläche in der Moorregion 1 (Voralpines Hügel- und Moorland) (Tabelle 22) und in der Moorregion 2 (Donau-Iller-Lechplatte) (Tabelle 23) untenstehend dargestellt.

Tabelle 22: Acker- und Grünlandflächen (ha) in Moorregion 1 (Voralpines Hügel- und Moorland) differenziert nach Nutzungsintensität (Grünland) und Grundwasserstand. Grundwasserstände wurden nur auf Moorböden abgeschätzt.

Grundwasserstandsklassen	Acker, gesamt	Acker auf Moor	Grünland, gesamt	Grünland auf Moor	Intensivgrünland auf Moor	Extensivgrünland auf Moor
<i>INVEKOS (Meldejahr 2011)</i>						
hoch	-	0	-	289	0	289
mittel	-	0	-	152	0	152
tief	-	1188	-	7742	7317	425
Gesamt	58522	1188	74183	8183	7317	866
<i>LW-Bruttoflächen (GISELA)</i>						
hoch	-	0	-	104	0	104
mittel	-	0	-	54	0	54
tief	-	25	-	368	324	45
Gesamt	1853	25	6058	527	324	203
<i>ATKIS (DLM25)</i>						
hoch	-	0	-	138	0	138
mittel	-	0	-	35	0	35
tief	-	72	-	873	789	84
Gesamt	3996	72	7397	1046	789	257
<i>Gesamte Moorregion</i>						
hoch	-	0	-	531	0	531
mittel	-	0	-	241	0	241
tief	-	1285	-	8983	8430	554
Gesamt	64371	1285	87638	9756	8430	1326

In Moorregion 1 nimmt Grünland mit insgesamt 87638 ha den größten Anteil an der Flächennutzung ein. 9756 ha des Grünlands liegen auf Moor, wovon 8430 ha intensiv und 1326 ha extensiv bewirtschaftet werden. Die Summe der Ackerflächen in Moorregion 1 beträgt insgesamt 64371 ha, wovon 1285 ha auf Moor liegen.

In Moorregion 2 nimmt Acker mit insgesamt 114679 ha den größten Anteil an der Landnutzung ein. Auf Moor werden hiervon 1362 ha ackerbaulich genutzt. Eine Grünlandnutzung findet insgesamt auf 65515 ha der Moorregion 2 statt. Davon werden auf Moor 4629 ha als Grünland genutzt, wovon 3344 ha intensiv und 1285 ha extensiv bewirtschaftet werden.

Tabelle 23: Acker- und Grünlandflächen (ha) in Moorregion 2 (Donau-Iller-Lechplatte) differenziert nach Nutzungsintensität (Grünland) und Grundwasserstand. Grundwasserstände wurden nur auf Moorböden geschätzt.

Grundwasserstands-klassen	Acker, gesamt	Acker auf Moor	Grünland, gesamt	Grünland auf Moor	Intensivgrünland auf Moor	Extensivgrünland auf Moor
<i>INVEKOS (Meldejahr 2011)</i>						
hoch	-	0	-	88	0	88
mittel	-	0	-	65	0	65
tief	-	1215	-	2746	2331	415
Gesamt	90710	1215	49227	2899	2331	568
<i>LW-Bruttoflächen (GISELA)</i>						
hoch	-	0	-	68	0	68
mittel	-	0	-	68	0	68
tief	-	31	-	569	470	99
Gesamt	3491	31	5066	705	470	235
<i>ATKIS (DLM25)</i>						
hoch	-	0	-	182	0	182
mittel	-	0	-	93	0	93
tief	-	116	-	750	543	207
Gesamt	20478	116	11222	1025	543	482
<i>Gesamte Moorregion</i>						
hoch	-	0	-	338	0	338
mittel	-	0	-	226	0	226
tief	-	1362	-	4065	3344	721
Gesamt	114679	1362	65515	4629	3344	1285

3.5 Treibhausgasemissionen aus Moorböden mit unterschiedlicher Landnutzungsintensität (Billen et al.)

3.5.1 Fazit einer Literaturrecherche (Billen, Adam-Schumm)

Zu Beginn von Moore-BW wurde eine Literaturrecherche zu den THG-Emissionen aus Mooren des gemäßigten Klimas durchgeführt, die auf Feldmessungen beruhen (Adam-Schumm 2011). Damit sollten wesentliche Einflussfaktoren für die THG-Emissionen aus Mooren zusammengeführt sowie Hinweise auf mögliche Schutzmaßnahmen und deren Wirkung gewonnen werden. Generell weist die Recherche zunächst auf die bekannte Erkenntnis hin, dass natürliche Moore wachsen und CO₂-Kohlenstoff in Form von Torf akkumulieren sowie bei den natürlichen Umsetzungsprozessen im sauerstofffreien Torf Methan entsteht. Insgesamt gelten natürliche Moore aber als klimaneutral. Mit der menschlichen Bewirtschaftung wurden die Moore entwässert, d.h. die Grundwasserspiegel wurden in Abhängigkeit von der Nutzung (Acker/Grünland/Forst) abgesenkt. Dies führt zur Torfzehrung und somit wird der Torf aufgrund der Belüftung von Mikroorganismen abgebaut und in Form von CO₂ an die Atmosphäre abgegeben. Das CO₂ nimmt den größten Anteil an Treibhausgasen aus genutzten Mooren. Andererseits kann

bei entwässerten Mooren in geringem Umfang Methan aus der Atmosphäre aufgenommen werden. Darüber hinaus können die Umsetzungsprozesse beim Torfabbau aufgrund der Entwässerung in stickstoffreichen Niedermooren aber zur Lachgasbildung (N_2O), die durch die Zufuhr ertragssteigernder Dünger stark gefördert wird. Basierend auf der Recherche befindet sich eine Zusammenstellung mit den wesentlichen Einflussfaktoren auf die Emission von Treibhausgasen aus Moorböden in Tabelle 24.

Die gesamte Treibhauswirksamkeit von Moorböden wird mit der Bilanz der drei klimawirksamen Treibhausgase CO_2 , CH_4 und N_2O beschrieben. Dazu werden sogenannte CO_2 -Äquivalente für das Treibhausgaspotenzial (GWP = Global warming potential) berechnet, in dem Methan und Lachgas in ihrer Klimawirksamkeit zu CO_2 verglichen werden. Bezogen auf einen Zeithorizont von 100 Jahren (GWP100) ist Lachgas um den Faktor 310 und Methan um den Faktor 21 klimawirksamer als CO_2 (IPCC 1995). Das globale Erwärmungspotenzial kann so für verschiedene Gase mit einer einzigen Zahl ausgedrückt werden.

Das quantifizierte GWP von Moorböden, also deren Treibhausgasemissionen wurde auf Basis von verschiedenen Messkampagnen für unterschiedliche Landnutzungstypen in Studien zusammengefasst (z.B. Byrne et al. 2004, Höper 2007, Drösler et al. 2011). Dabei stammen die Ergebnisse jedoch häufig aus ortsfernen Untersuchungen, unterliegen teilweise sehr großen Schwankungen oder beruhen auf Einzelergebnissen und beziehen sich auf abweichende Nutzungstypen, so dass eine Übertragung auf südwestdeutsche Moore kaum möglich ist. Einen alternativen Weg zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen aus Moorböden beschreitet das GEST-Konzept (Greenhouse Gas Emission Site Type concept) von Couwenberg (2008). Dieses erlaubt eine bessere Differenzierung der Flächen, indem der Wasserhaushalt der Standorte als ein Hauptwirkungsfaktor (bezogen auf die Emissionsfaktoren) einfließt und mit Vegetationsformen kombiniert wird. Denn der floristische Bestand erlaubt eine Ableitung auf die Umweltparameter (und umgekehrt). Basierend auf der Kombination von verschiedenen Artengruppen können Faktorenklassen gebildet werden, die Informationen zum Wasserstand, aber auch Nährstoffverfügbarkeit und Basenreichtum erlauben. Da die Wasserstände auf engstem Raum und natürlich in der Landschaft stark variabel sind, ist das Vegetationsformenkonzept sehr dienlich zum Ableiten von Emissionsfaktoren. Die Entwicklung des Konzepts ist allerdings noch nicht abgeschlossen, da für einen beachtlichen Anteil der Vegetationsformen keine THG-Messungen vorliegen und aufgrund von Expertenwissen eingeschätzt/klassifiziert wurden. Außerdem werden bei GEST die N_2O Emissionen vernachlässigt, weil nicht akkurat ermittelbar bzw. prognostizierbar. Weiterhin sind die Ackerstandorte Bestandteil der Vegetationsform „Moorgrünland und mäßig feuchte Hochstauden und Wiesen“. Hier lassen neuere Emissionsmessungen (z.B. Drösler et al. 2013) eine stärkere Unterscheidung bei der Nutzung notwendig erscheinen, da die Bodenbearbeitung und intensivere Düngung höhere Emissionen verursacht. Außerdem sind Waldstandorte nicht in das Konzept nicht. Konsequenterweise erfolgte deshalb im Rahmen von Moore-BW die Zuweisung von Emissionsfaktoren zu Landnutzungstypen mittels aktueller Messergebnisse (siehe Kapitel 3.5.2).

Tabelle 24: Zusammengefasstes Ergebnis der Recherche zu den wesentlichen Einflussfaktoren auf die Emission von Treibhausgasen aus Moorböden (nach Adam-Schumm 2011)

Treibhausgas	Treibhauspotenzial	Wesentliche Einflussfaktoren	Referenzen (Beispiele)
CO ₂ (Kohlendioxid)	1	<ul style="list-style-type: none"> Nutzungsintensität und Vegetation: Emissionen bei Acker ≥ Grünland > Wald Emissionen steigen mit zunehmender Temperatur Emissionen steigen mit sinkendem Grundwasserstand bei Hochmooren: Emissionen steigend mit abnehmenden pH (ca. bei pH <4) höheren Emissionen bei niedrigen C/N Verhältnissen 	Byrne et al. (2004) Couwenberg (2008) Drösler et al. (2011) Flessa et al. (1997) Mundel (1976), Renger (2002),
CH ₄ (Methan)	21	<ul style="list-style-type: none"> Vernachlässigbare Emissionen bei niedrigem mittleren Wasserstand (kleiner -20 cm) Pflanzen mit Aerenchym („Shunt Spezies“, z.b. Schilf) C/N-Verhältnisse und Nährstoffverfügbarkeit: Emissionen aus Oligotrophen Nieder- und Hochmooren < meso- und eutrophen Niedermooren Wiedervernässung verursacht höhere Emissionen, besonders bei frischer organischer Substanz Frost-Tauwechsel verursachen hohe Emissionen 	Couwenberg (2009) Drösler (2005) Höper (2007)
N ₂ O (Lachgas)	310	<ul style="list-style-type: none"> Bei Wassergehalten von 70-80 % des Porenvolumens höchste Emissionen Vernachlässigbare Emissionen bei hohem mittlerem Wasserstand (größer -20 cm) Emissionen steigen häufig mit zunehmender N-Düngung Ansonsten indifferentes Bild (Höper 2007) 	Van Beek (2010) Couwenberg (2008) Meyer (1999)

Die CO₂-Quellenfunktion von entwässerten Moorböden wandelt sich aufgrund einer Wiedervernässung, die sehr häufig als Schutzmaßnahme genannt wird, nicht zwangsläufig sofort zu einer Senke (Meyer et al. 2001), da langjährig entwässerte Niedermoore bei auch Überstau noch CO₂-Emissionen und besonders CH₄ aufweisen können. So beschreiben Joosten und Augustin (2006) die Wiedervernässung in drei Phasen mit unterschiedlichen Klimaeffekten. Demnach sind die vernässten Moorstandorte erst in der dritten Phase mit unberührten Mooren vergleichbar. Die Dauer der drei Phasen ist unbekannt, aber sie ermöglichen differenzierte Prognosen zu erstellen. Unabhängig von der Dauer der einzelnen Phasen stellt sich der „break-even point“, „der Zeitpunkt an dem die Wiedervernässung kumulativ besser ist als nicht Wiedervernässen“, binnen 12 Jahre selbst beim ungünstigsten Szenarium ein. Für die günstigen Szenarien 1 und 2 wird dieser Punkt nach 2 bzw. 6 Jahren erreicht. Dies führen die Autoren darauf zurück, dass das Ausgangsszenarium (degradierte, entwässerte Moore) mit derart negativen Klima-

Effekten behaftet ist, dass 50 Jahre erhöhter Methanaustausch nach 12 Jahren insgesamt zu einer verringerten Treibhauswirkung führt. Weitere Studien zu den Auswirkungen der Wiedervernässung auf den THG-Haushalt und die Kohlenstoffakkumulation von Moorböden den gemäßigten Klimaraum liegen nur sehr wenige vor. Bussel et al. (2010) legen den Fokus z.B. auf boreale Standorte oder Höper et al. (2008) geben eine Übersicht zu weltweiten Ergebnissen in gemäßigten und borealen Klimaräumen vor.

3.5.2 Landnutzungsorientierte Ergebnisse aktueller Messkampagnen (Billen)

Die Nutzungsintensität und der Wasserstand wurden als sehr bedeutende Steuergrößen für die Treibhausgasemissionen aus Moorböden bei der Literaturrecherche ermittelt. (siehe Kapitel 3.5.1). Weil andersherum die Nutzungsart und –intensität häufig auch abhängig vom Wasserstand abhängig ist, werden für die ökonomisch-ökologischen Analysen durch Moore-BW die THG-Emissionsfaktoren ausgewählten Moornutzungstypen zugeordnet. Die mit der Literaturrecherche ermittelten Emissionswerte, stammen jedoch mehrheitlich aus älteren und ortsfernen Untersuchungen, unterliegen teilweise sehr großen Schwankungen oder beruhen auf Einzelergebnissen. Weil eine Plausibilitätsprüfung hinsichtlich der südwestdeutschen Standortverhältnisse aufgrund fehlender Messwerte bzw. Analysemöglichkeiten im Rahmen von Moore-BW jedoch nicht vorgesehen war, konnten aktuelle Ergebnisse u.a. aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ (Drösler et al. 2013) dankenswerterweise von Drösler (2012 - pers. Mitt.) mit Fokus auf süddeutsche Standortverhältnisse übernommen werden. Die differenzierten Daten wurden zu GWP (CO₂-Äquivalente) zusammengefasst und den in Kapitel 3.1.2 beschriebenen Moornutzungstypen zugeordnet (siehe Tabelle 25, Details Anhang 9). Einzelne Datenlücken mussten mit Ergebnissen aus der Literaturstudie vervollständigt werden, da exemplarische Modellberechnungen kaum befriedigende Ergebnisse lieferten (siehe Kapitel 3.5.3).

3.5.3 Eignung von Modellrechnungen für standortspezifische Aussagen (Billen, Käufler)

Die Datenlücken aufgrund fehlender Treibhausgasemissionen von einigen Landnutzungstypen sollten zunächst mit zielgerichteten Modellrechnungen geschlossen werden. Dafür existieren nach Szyska (2009) nur wenige Rechenmodelle, die eine gemeinsame Simulation aller Treibhausgasemissionen aus Moorböden ermöglichen, wie z.B. das DNDC (Li et al. 1992). Das DNDC-Modell (Denitrification-Decomposition Model) ist ein prozessorientiertes biochemisches Modell, welches C- und N- Umsätze in Böden abbildet sowie Emissionen von CH₄, CO₂, N₂O, NO simuliert (Li et al. 1992). Mit dem DNDC-Modell können Flächen unterschiedlicher landwirtschaftlicher Nutzung und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen verglichen werden (Giltrap et al. 2010).

Um die prinzipielle Eignung des Modells zur Schließung der bestehenden Datenlücken zu prüfen, wurden exemplarische Modellrechnungen mit der Version 9.5 des DNDC Modells durchgeführt. Die Plausibilität der Ergebnisse sollte zum einen mit aktuellen Messergebnissen der AG Kazda im BW-Plus-Projekt BWM 11003 (Streck et al. 2013, 2014) verglichen und zum anderen mit den in Abbildung 36 gezeigten THG-Daten von Drösler

(2012 - pers. Mitt.) geprüft werden. Deshalb dienten als Eingangsdaten die Standortinformationen von zwei Messflächen der AG Kazda im Pfrunger-Burgweiler Ried, die von der AG als intensiv und extensiv genutzte Wiese klassifiziert wurden, aber im Sinne der Definition von Moore-BW nach Tabelle 15 und Drösler et al. (2011) kaum die Merkmale einer intensiven Nutzung aufweisen (siehe Tabelle 26). Vervollständigt wurden die Eingangsdaten mit Ergebnissen von Laboranalysen zu Lagerungsdichte, pH-Wert und Kohlenstoffgehalt aus Moorbodenproben vom 25. Juni 2013. Außerdem gingen Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) vom 01. Januar 2012 bis zum 10. September 2013 in die Modellrechnungen ein (siehe Anhang 11). Eine Zusammenfassung der Input-Werte befindet sich in Anhang 10.

Bei der THG-Modellierung mit DNDC über zwei Jahre mit den o.g. Standortkennwerten des Pfrunger-Burgweiler Rieds ergaben sich in CO₂-Äquivalente umgerechnete Jahresemissionen vom extensiv genutzten Standort, die im Schwankungsbereich der langjährigen Messergebnisse von verschiedenen Standorten nach Drösler (2012 - pers. Mitt.) lagen. Beim Grünlandstandort, der von der AG Kazda mit einer intensiven Nutzung charakterisiert wurde, werden mit der Modellierung die CO₂-Emissionen jedoch unterschätzt (siehe Abbildung 36). Gründe hierfür liegen u.a. in den Unterschieden bei Standortkennwerten wie z.B. Grundwasserstand oder Nutzungsintensität (Schnittanzahl). Diese nähern sich beim Grünland mit intensiv gekennzeichnete Nutzung im Pfrunger-Burgweiler Ried bereits den Standortkennwerten des Grünlands mit extensiv bezeichneter Nutzung nach Drösler (2012 - pers. Mitt.) an und lassen somit auch geringere CO₂-Emissionen erwarten (siehe Tabelle 26). Vor diesem Hintergrund scheinen die modellierten und in CO₂-Äquivalente umgerechneten Jahresemissionen derzeit einerseits plausibel. Andererseits widersprechen im Detail z.B. die ersten Messungen mit erhöhten CH₄-Emissionen vom extensiven Grünland den Modellergebnissen. Die absolute Stimmigkeit dieser Einzelergebnisse gegenüber den Messungen von der AG Kazda im EmMo-Vorhaben und dem von Drösler et al. (2012 – pers. Mitt.) ermitteltem Standort- und Emissionsspektrum kann zum Berichtszeitpunkt jedoch nicht validiert werden. Dazu wären vollständige Messreihen von der Messstation der AG Kazda aus dem Moorprojekt EmMo (BW-Plus-Vorhaben BWM 11003, Streck et al. 2013, 2014) im Pfrunger-Burgweiler Ried erforderlich. Für den Vergleich von modellierten und gemessenen THG-Emissionsverläufen standen aber lediglich Ergebnisse von CH₄- und N₂O-Messungen eines unvollständigen Jahres im Pfrunger-Burgweiler Ried zur Verfügung, so dass zum Zeitpunkt der DNDC-Berechnungen keine Aussage zur standortspezifischen Qualität der modellierten Einzelgasemissionen und Gesamtemissionen möglich war. Dies galt auch für den Aspekt der eingeschränkten Flexibilität von wesentlichen Steuergrößen im DNDC-Modell wie z.B. schwankender Grundwasserstand oder Frost-Tau-Zyklen. Ein endgültiges Fazit zur differenzierten Qualität der Modellberechnungen könnte somit erst mit Abschluss des EmMo-Vorhabens gezogen werden.

Letztendlich wurden somit aufgrund der aktuell eingeschränkten Validierungsmöglichkeiten von den modellierten THG-Emissionen die langjährigen Messergebnisse nach Drösler (2012 - pers. Mitt.) verwendet, obwohl auch hierdurch aufgrund der Messwertvariabilität die Ergebnissicherheit bei den ökologisch-ökonomischen Modellierungen und den regionalen Emissionsbilanzen im Rahmen von Moore BW eingeschränkt ist. Eine Zusammenstellung der letztendlich verwendeten Emissionswerte befindet sich in Tabelle

25, die aufgrund der südwestdeutschen Standortvielfalt um einige Werte aus weiteren Informationsquellen ergänzt werden musste.

Table 25: GWP in CO₂-Äquivalenten und mittlere Grundwasserstände von den Nutzungstypen süddeutscher Moorböden (die Berechnungen und Bilanzen in Moore-BW basieren auf den hellgrau markierten Nutzungstypen, die durch den Expertenworkshop ausgewählt wurden)

Nutzungstyp	t CO ₂ eq ha ⁻¹ a ⁻¹	cm GW unter Flur	Informationsquelle
Landwirtschaftliche Nutzung			
Acker (mit Pflug)	38	-63	Drösler (2012, p.M.)
Acker (pfluglos)	36	-63	CO ₂ eq = Mittel von Acker-Pflug u. GL-int
Intensives Grünland	34	-42	Drösler (2012, p.M.)
Extensives Grünland (trocken)	19	-29	Drösler (2012, p.M.)
Extensives Grünland (feucht)	7	-10	Drösler (2012, p.M.)
Agroforst			
Kurzumtriebsplantagen (trocken)	20	-60	n. MLUV-MV (2009) wie Wirtschaftsforst
Kurzumtriebsplantagen (feucht)	5	-30	n. MLUV-MV (2009) wie Wirtschaftsforst
Forstwirtschaftlich Nutzung			
Wirtschaftsforste (trocken)	20	-60	CO ₂ eq = Mittel aus Drösler et al., MLUV-MV (2009). GW n. MLUV-MV (2009)
Wirtschaftsforste (feucht)	5	-30	CO ₂ eq = Mittel aus Drösler et al. (2012), MLUV-MV (2009). GW n. MLUV-MV (2009)
Bruch-/Moorwälder (nass/feucht)	-1	-13	MLUV-MV (2009)
Sukzessionsflächen			
Brache (trocken) ehemals landwirtschaftlich genutzt	19	-29	wie extensives Grünland (trocken)
Brache (feucht) ehemals landwirtschaftlich genutzt	7	-10	wie extensives Grünland (feucht)
Brache (nass) ehemals landwirtschaftlich genutzt	1	-11	Drösler (2012, p.M.)
Ehemalige Torfabbauf Flächen (trocken)	10	-20	Drösler (2012, p.M.)
Ehemalige Torfabbauf Flächen (feucht/nass)	1	-11	wie Brache (nass)
Vordrainierte Hochmoore	9	-14	Drösler (2012, p.M.)
Niedermoore, renaturiert mit Überstau	11	5	Drösler (2012, p.M.)
Hochmoore, renaturiert mit Überstau	7	21	Drösler (2012, p.M.)

Tabelle 26: Basismerkmale zur Nutzungsintensität von zwei Messflächen im Pfrunger-Burgweiler Ried von der AG Kazda im BW-Plus-Projekt BWM 11003 (Streck et al. 2013, 2014) im Vergleich zur Definition nach Drösler et al. (2011).

Definitionsquelle	Grünland extensiv		Grünland intensiv	
	mittl. GW unt. Flur [cm]	Schnitte/Jahr [Anzahl]	mittl. GW unt. Flur [cm]	Schnitte/Jahr [Anzahl]
AG Kazda (2013, p.M.)	-6	ca. 1	-16	2-3
Drösler et al. (2011)	-10	max. 1	-42	bis 6

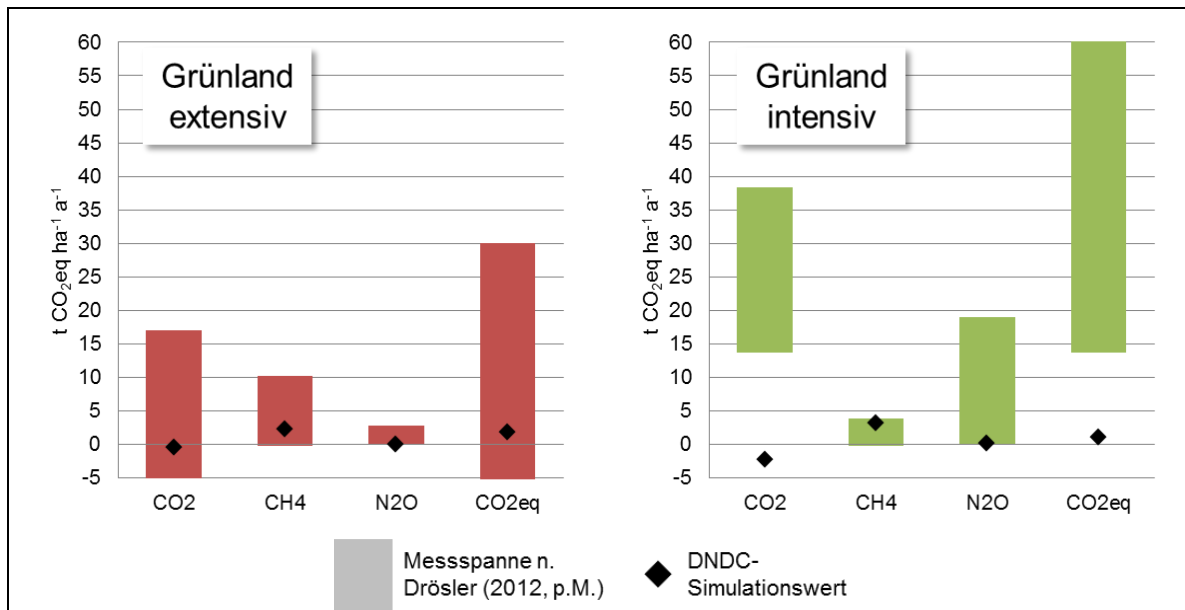


Abbildung 36: Vergleich der modellierten THG-Emissionen (basierend auf Standortkennwerten von zwei Messflächen der AG Kazda et al. vom EmMo-Projekt) im Pfrunger-Burgweiler Ried für das Jahr 2013 mit langjährigen Messungen nach Drösler (2012 - pers. Mitt.)

3.6 Emissionsbilanz, Emissionskataster und Potenzialszenarien (Peringer, Wiedmann, Schwarz-v.Raumer)

3.6.1 Aktuelle CO₂-Bilanzierung und resultierendes Emissionskataster (Peringer, Wiedmann, Schwarz-v.Raumer)

Für die Erstellung eines Emissionskatasters wurden Landnutzung und Grundwasserverhältnisse zu Standort-/Nutzungstypen kombiniert und den Flurstücken zugeordnet. Anschließend wurden diesen Typen dann zur Ermittlung der Emission entsprechende Emissionsfaktoren aus Tabelle 25 zu Grunde gelegt.

Zur Ermittlung der Emission wird der nutzungs- und grundwasserspezifische Emissionsfaktor (CO_2eq in t/ha) mit der jeweiligen Fläche der Landnutzung multipliziert. Diese Multiplikation kann sowohl flurstücksbezogen als auch bezüglich aggregierter Flächenumfänge z.B. auf 10ha- oder Gemeinde Ebene durchgeführt werden. Technisch wurden immer zuerst Flächenumfänge zusammengefasst, die dann mit den Faktoren zu Emissionsströmen verrechnet wurden.

Die ausführliche Emissionsbilanz der Landnutzungen für die Moore in Moorregion 1 (Voralpines Hügel- und Moorland) und Moorregion 2 (Donau-Iller-Lechplatte) ist im Anhang 17 dargestellt. In *Moorregion 1* weist Intensivgrünland mit 202.248 t $\text{CO}_2\text{-Äquivalent}$ den größten Anteil an der Gesamtemission auf Moor auf. Es folgt mittleres Grünland mit einem tiefen Grundwasserstand mit einer Emission von 84.176 t CO_2eq und Wald mit unbekanntem Grundwasserstand mit 49.079 t CO_2eq . Die Ackerflächen tragen mit 49.079 t CO_2eq zur Gesamtemission bei. Nasse Brachen weisen die geringste Emission auf. Waldflächen mit hohem Grundwasserstand haben generell eine negative CO_2 -Bilanz. In *Moorregion 2* (Donau-Iller-Lechplatte) nimmt ebenfalls Intensivgrünland den größten Anteil der Landnutzung auf Moor ein und trägt aus diesem Grund mit 115.017 t CO_2eq am meisten zur CO_2 -Emission bei (Anhang 17). Es folgen mittleres Grünland mit einer Emission von 80.492 t CO_2eq und Acker 52.171 t CO_2eq . Das extensive Grünland schlägt schließlich mit nur 16.916 t CO_2eq in Moorregion 1 bzw. mit 17.426 t CO_2eq in Moorregion 2 zu buche.

Zusammengefasst kann die jährliche Emission aus den Mooren im Voralpenland mit 755.174 t/a beziffert werden. 625.523 t/a werden dabei auf landwirtschaftlichen Flächen emittiert. Die kartografische Darstellung der Emission auf Moor erfolgt für ein 3km-Quadrataster sowie für die Gemeinden in den Moorregionen 1 und 2 (Abbildung 37). Datentabellen sind in Anhang 19 beigefügt.

3.6.2 Rechnungen zu Einsparpotenzialen (Schwarz-v.Raumer)

Im Anschluss an die Emissionsbilanzierung wurden Rechnungen zu theoretischen Einsparpotenzialen durchgeführt. Diese Bilanzrechnungen setzen für die in Teil 2 des Projektberichts dargestellten Szenarien zwar eine Orientierung, entziehen sich aber einer ökonomischen Bewertung. Vielmehr stellen die hier dokumentierten Rechnungen theoretische Bilanzen dar, die der Frage nachgehen, um welche Größenordnung die oben kalkulierten Emissionen reduziert werden können. Dabei werden extreme Maximalannahmen sowie grobe Annahmen zur Renaturierung in eine THG-Reduktionsbilanz umgesetzt. Methodisch geschieht dies über den gezielten Ersatz von THG-Emissionsfaktoren wie sie in der oben dokumentierten Emissionsbilanzierung verwendet wurden durch i.d.R. niedrigere Faktoren.

Um die Rechnungen durchführen zu können wurde ein spezieller Datensatz aufgebaut, der sich aus den in Kapitel 2.3 dargelegten Quellen ableitet. Abbildung 38 zeigt hierzu eine Übersicht, die auch als Leitfaden für die Beschreibung und Quantifizierung der Potenzialbilanzen dienen soll.

Generell muss den Potenzialrechnungen vorangestellt werden, dass sie nur Moorpolygone des Moorkatasters berücksichtigen, die eine Fläche größer 10ha überdecken. Die

Fläche die damit Berücksichtigung findet beträgt 28.181 ha. Es werden demnach ca. 10% der Gesamtmoorfläche (Hoch- und Niedermoor im Alpenvorland) von 31.506 ha nicht in Betracht gezogen. Die Analyse bezieht sich dabei dann auf 356 Polygone des Moorkatasters. Die THG-Gesamtmission in der 10ha-Kulisse reduziert sich dabei auf 668.595 t/a bzw. auf 584.892 t/a aus landwirtschaftlich genutzten Flächen.

3.6.2.1 Grobscreening zur Wiedervernässbarkeit

In Kapitel 0 wird eine Potenzialrechnung durchgeführt die als wesentliche Größe die machbare Wiedervernässung berücksichtigt. Auch in den Betrachtungen zur Priorisierung in Kapitel 4.5 wird das hier kurz vorgestellte Grobscreening zur Wiedervernässbarkeit der Moorkörper verwendet.

Ziel der Erhebung war es, über einen schnellen Ansatz die Restriktionen für Wiedervernässungsmaßnahmen aus verfügbaren Geodaten „visuell“, d.h. nicht unter Einsatz von quantifizierenden Prozeduren, abzuschätzen und in Flächenprozenten festzuhalten. Dazu wurden gleichzeitig

- die digitale TK25
- Landnutzungsdatensatz entsprechend Kap. 3.3
- digitale Orthophotos
- digitales Landschaftsmodell 1:25.000
- digitales Geländemodell 5m

begutachtet.

Die Moorpolygone wurden hinsichtlich

- Anteil der wiedervernässbaren Fläche am Moorpolygon
- Nutzung der wiedervernässbaren Fläche
- Grund und dessen Schwere für Flächenausschluss (zweistufig)
- zweistufige Beurteilung der Wiedervernässbarkeit

charakterisiert und es wurden ausschließlich die Maßstäbe

- Orohydrographische Eignung
- Konflikt zu Siedlungs- und Verkehrsinfrastruktur
- Verträglichkeit mit Flächennutzungen und Gebietswidmungen

berücksichtigt.

Die Begutachtung der 356 Moorkörper des Moorkatasters mit einer Flächengröße über 10ha wurde zu zweit durchgeführt, um eine einseitige Interpretation zu verhindern und kritische Situationen diskutieren zu können.

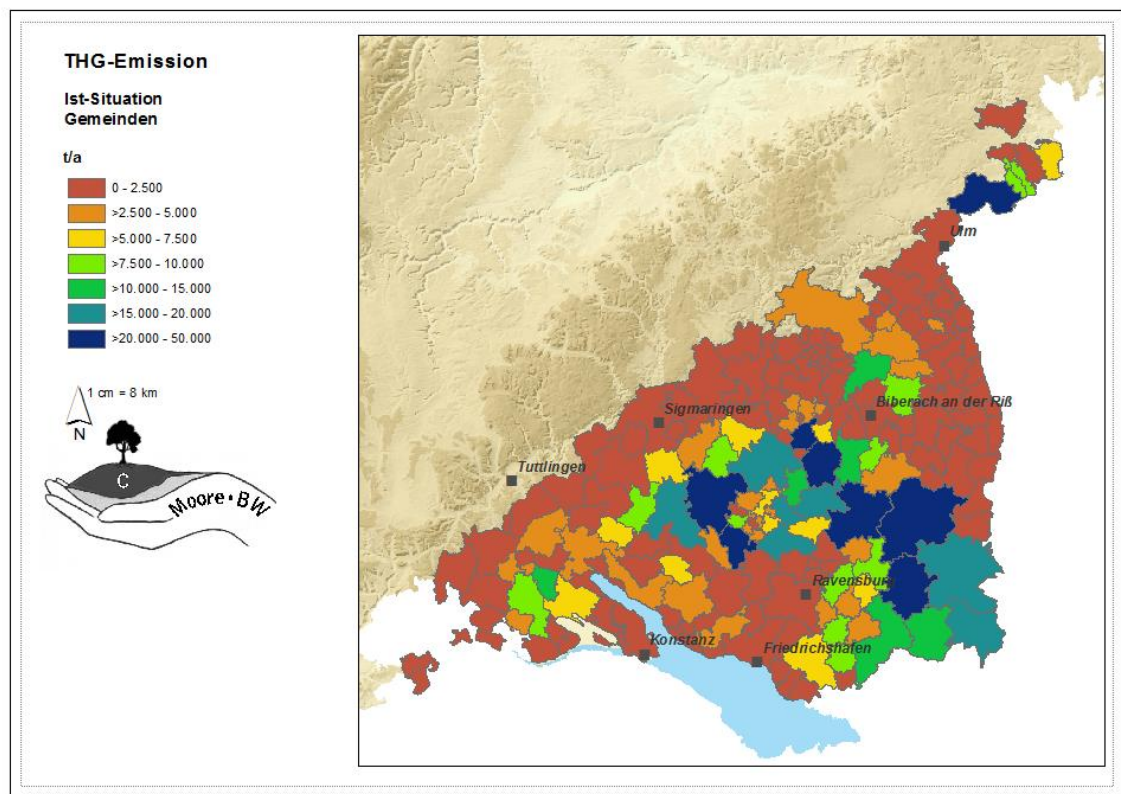
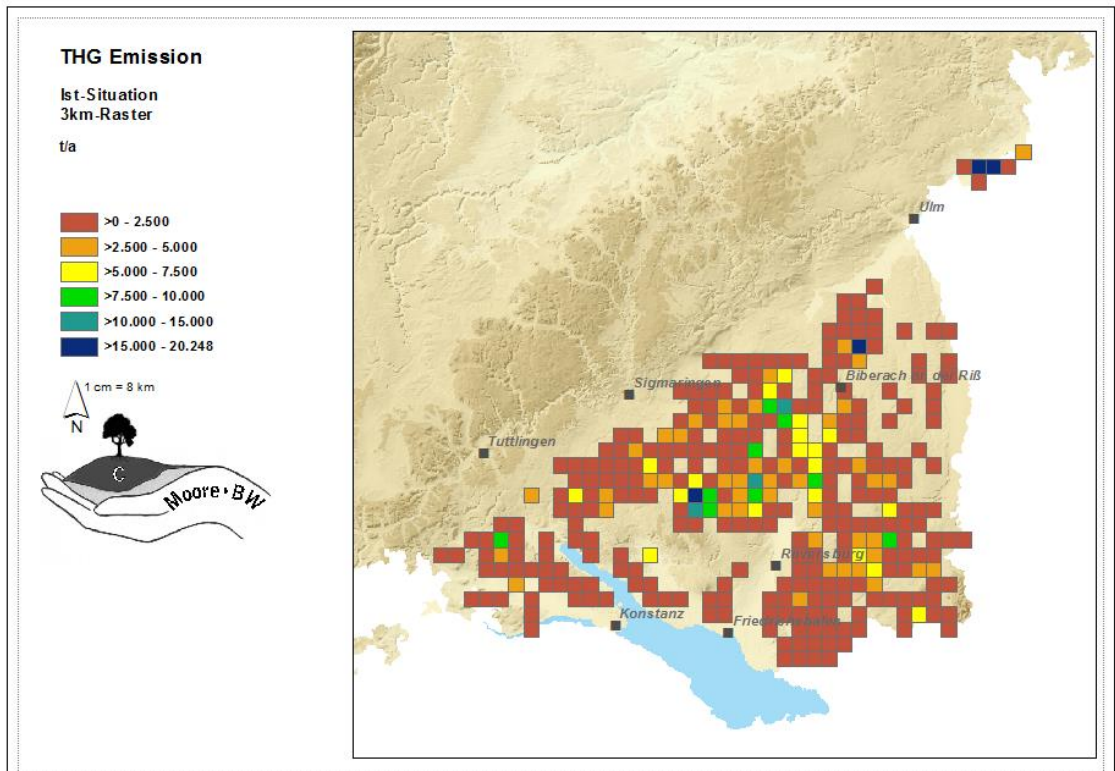


Abbildung 37: Räumliche Darstellung der Emissionsbilanz in einem 3km*3km-Flächenraster und für die Gemeinden in Moorregion 1 (Voralpines Hügel und Moorland) und 2 (Donau-Iller-Lechplatte)

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass in der Moorregion „Voralpines Hügel- und Moorland land“ 68% und in der Moorregion „Donau-Iller-Lechplatten“ 58% der Moorpolygonfläche als wiedervernässbar angenommen werden kann.

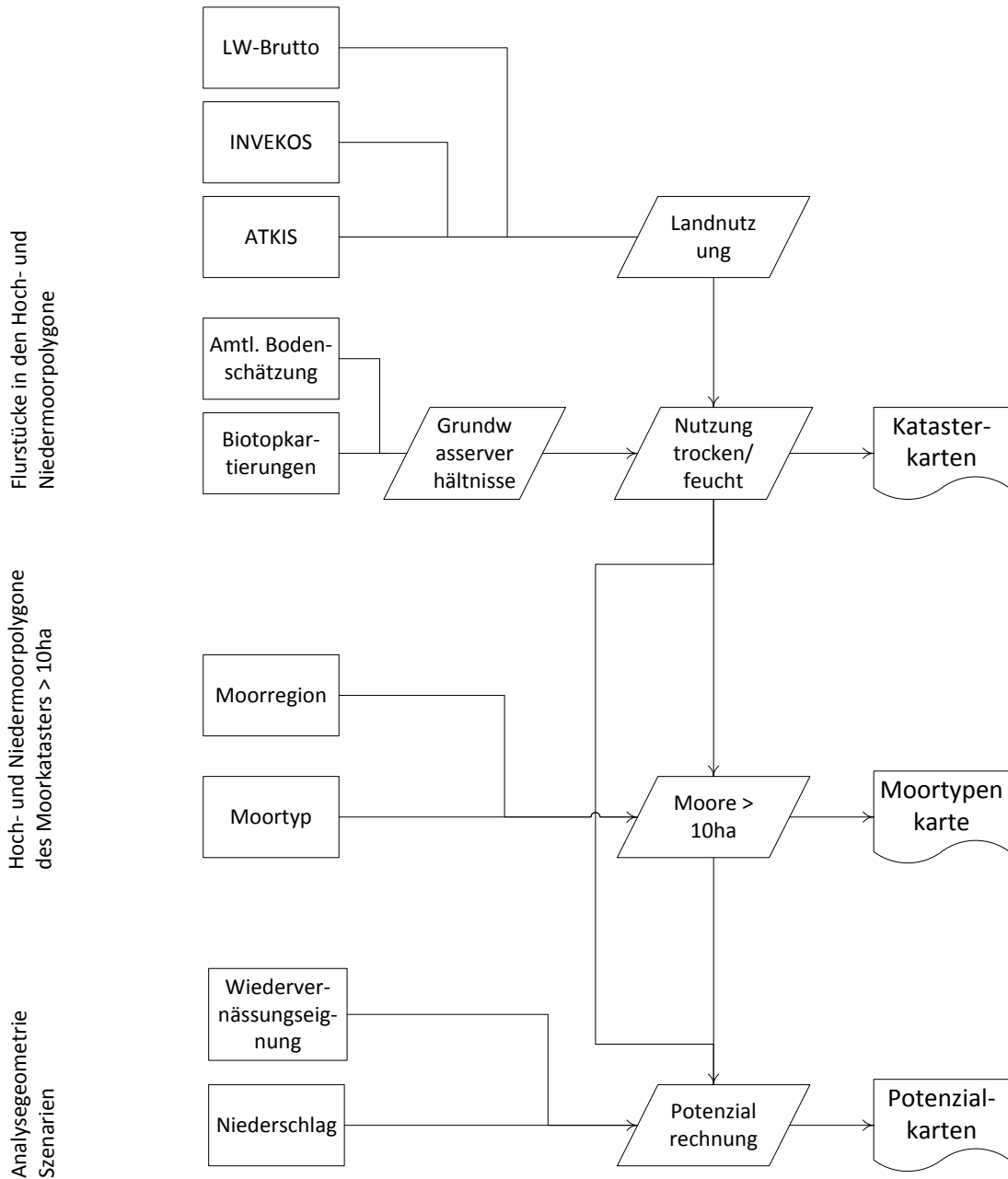


Abbildung 38: Datensätze zur Bilanzierung der Potenzialrechnungen

3.6.2.2 Bilanzrechnung „Potenzielle Natürliche Emission“ (Urwald-Szenario)

Seit Oktober 2013 liegt für Baden-Württemberg eine Potenzielle Natürliche Vegetation (PNV) vor. Die flächendeckende Zuordnung folgt dabei der Aufgabe, jene Vegetation zu

bestimmen, die sich einstellen würde, wenn der menschliche Einfluss aufhören würde (Reidl et al., 2013, S. 13).

Die PNV kann nun dazu verwendet werden, eine zwar utopische aber vegetationskundlich begründete „Potenzielle Natürliche Emission“ anzugeben. Hierzu wird den Moorpolygonen die dort potentiell natürlich vorkommende Vegetation zugeordnet. Hierdurch wird ein Maßstab gesetzt, an dem alle anderen Potenzialszenarien gemessen werden können. Die Zuordnung eines Emissionsfaktors zu den potenziell natürlich vorkommenden Vegetationsgesellschaften muss sich dabei auf die zur Verfügung stehenden Emissionsfaktoren beschränken. Diese beschreiben in der Regel Wirtschaftsförste ungeachtet der Ausprägung deren Stockwerksbaus, deren oberirdisch in der Zersetzung begriffenen Biomasse und deren Baumartenzusammensetzung. Die potenziell natürlich vorkommenden Vegetationsgesellschaften wurden daher in eine nasse, eine feuchte und eine trockene Gruppe aufgeteilt (Anhang 18). Die Zuordnung erfolgt anhand der in der PNV recht ausführlich vorgenommenen Benennung der potenziellen Vegetationseinheiten. Dabei wurde auch auf „örtliche Vorkommen“ eingegangen, da mit den heute noch existierenden Mooren genau die als „örtlich vorkommend“ bezeichneten Vegetationsgesellschaften adressiert sind. Die Gruppe „trocken“ wurde dabei mit einem Emissionsfaktor von 20 t/ha/a, „feucht“ mit 5 t/ha/a und „nass“ mit -1 t/ha/a angenommen. Tabelle 27 zeigt das Ergebnis der Rechnung.

Tabelle 27: Gesamtemission im Szenario „Potenzielle natürliche Emission“.

Feuchtestufe der PNV	THG-Emission t/ha/a	THG-Emission t/a
„trocken“	20	54.065,59
„feucht“	5	11.388,27
„nass“	-1	-25.901,21
	Summe	39.552,65

3.6.2.3 Potenzialrechnung „Kulturlandschaftsentwicklung“

Ziel dieser Rechnung ist es abzuschätzen, welche maximalen Einsparungsbeträge über eine Kulturlandschaftsentwicklung (1) durch konsequente Extensivierung, (2) durch Wiedervernässung dort wo dies möglich ist und (3) durch Moorentwicklung, dort wo die biotischen Potenziale dies erlauben. Die Betrachtungen zu den *mittelfristig* möglichen Vegetationsentwicklungen (Zeithorizont ca. 50 Jahre) in 2.4 sowie die in 3.6.2.1 untersuchten Restriktionen für die Wiedervernässung kommen dabei zum Tragen. Übereinstimmend mit Röhl (2005) sind dabei zwei der drei notwendigen Säulen einer Bewertung des Restitutionspotenzials berücksichtigt. In Kap 4.5 hingegen wird dann auf Gemeindebasis zusätzlich das Umsetzungspotenzial in die Analyse miteinbezogen.

Die Rechnung betrachtet auch nicht weitergehende Maßnahmen zur Entwicklung von Brachestadien. Die Anlage von Blänken in Auen, die Abschürfung von degradiertem Torf oder andere, die Torf- und andere positive Entwicklungen fördernde Naturschutzmaßnahmen stellen zwar notwendige lokale Maßnahmen dar, sie können aber nicht in – wie hier zur Aufgabe gestellt – regionalen Bilanzen abgebildet werden. Auch stellt eine Nutzungsaufgabe hin zu Brachestadien nicht unbedingt ein naturschutzfachlich sinnvoll-

les Ziel dar. Die Tabelle in Anhang 14 stellt die Richtung der Sukzession von den Hauptnutzungen der Moore bei Beendigung jeglicher Nutzung in einem Zeithorizont von ca. 50 Jahren dar. Auch wenn es sich nur um eine Entwicklungstendenz handelt wird deutlich, dass sich in der Hauptsache lange stabile artenarme und ruderalisierte Brachen mit geringer naturschutzfachlicher Bedeutung entwickeln würden.

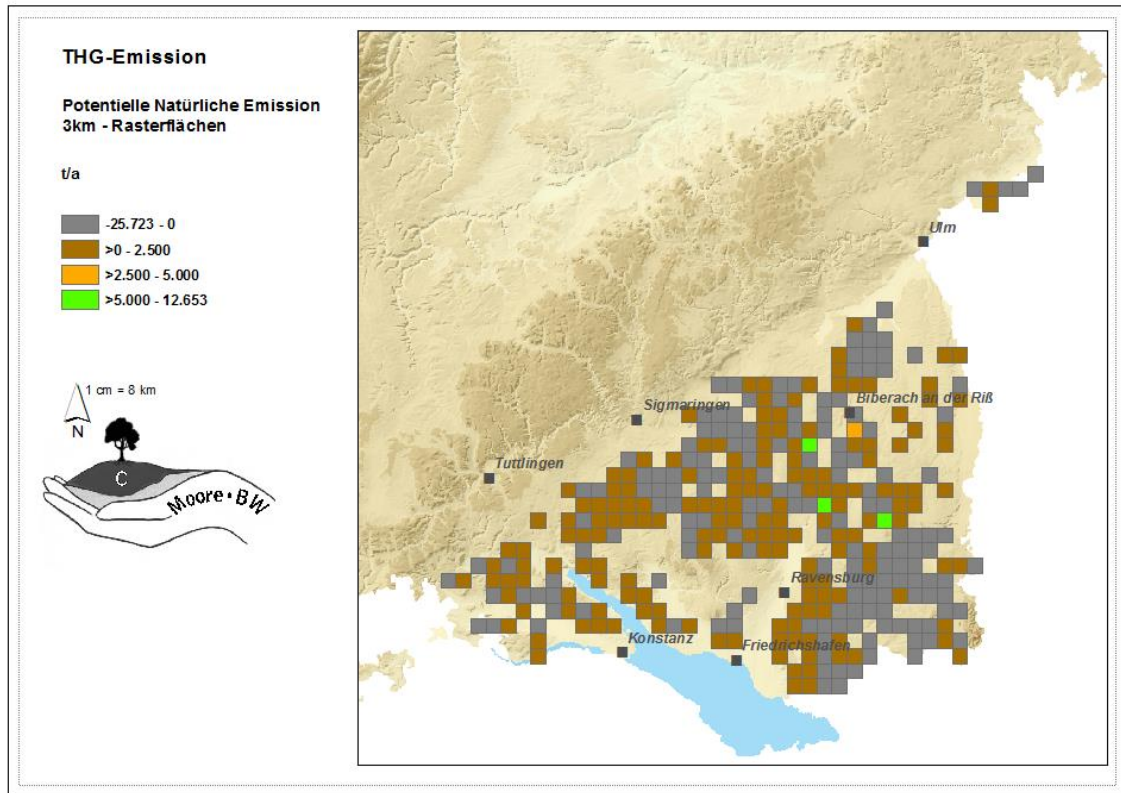


Abbildung 39: Räumliche Verteilung der Emissionen aus Moorkörpern im Szenario „Potenzielle natürliche Emission“

Die Potenzialrechnung „Kulturlandschaftsentwicklung“ geht hingegen davon aus, dass mit Wiedervernässung und Extensivierung sich unter günstigsten Voraussetzungen Nasswiesen und Seggenwiesen entwickeln können, Biotoptypen deren Vorkommen im zurückliegenden halben Jahrhundert extrem zurückgegangen ist. Zur Weiterentwicklung der Kulturlandschaft zählt aber auch die Regenerierung von Mooren.

Die in Tabelle 28 dargestellten Regelentwicklungen mit Maßnahmen können nicht ohne Betrachtungen zu Moortyp und Degradationsstadium in die Rechnung Eingang finden. So hängt die tatsächliche Entwicklung sehr stark vom typspezifischen Abbaugrad der Torfe und der Wiederherstellbarkeit eines natürlichen Wasserregimes ab.

Das einzige hier berücksichtigte **Verlandungsmoor**, der Federsee liegt in einem NSG mit bereits durchgeführten Maßnahmen, es kann also als status quo in die Berechnung einfließen

In den entwässerten **Durchströmungsmooren** sind die Torfe so stark vererdet dass ein lateraler Durchfluss nicht mehr gewährleistet wird, auch wenn die ggf. vorhandene Trinkwassergewinnung aufgegeben werden würde. Bei sehr starker Vererdung müsste als lokale Maßnahme die oberste Torfschicht abgeschoben werden. Im Szenario werden daher die Durchströmungsmoore unter 1200 mmN/a nur extensiviert, über 1200 mm N/a zum Teil so vernässt, daß Nasswiesen entwickelt werden können. Dies ist im Wesentlichen nur im Westallgäuer Hügelland der Fall.

In den **Auen-Überflutungsmooren** sind regelmäßige Überflutungen nur in Sonderfällen wiederherstellbar. Die seltenen Überflutungen in Überflutungsgebieten bei Extremhochwässer reichen zur Regenerierung artenreicher nasser Auwiesen nicht aus. Oft ist das Gewässer auch so stark eingetieft, dass nur sehr umfangreiche Maßnahmen eine echte Regeneration der Aue ermöglichen würde. Im Szenario werden die Auen-Überflutungsmoore unter 1200 mm N/a nur extensiviert. Hier steht die Wassergewinnung meist im Vordergrund. Über 1200 mm N/a hingegen wird angenommen, dass man zumindest im wiedervernässbaren Anteil (siehe 3.6.2.1). sich echte Auenwiesen etablieren können.

Versumpfungsmoore mit Intensivgrünland auf Niedermoor könnten bei Wiederherstellung eines mehrmals im Jahr bis zur Bodenoberfläche und darüber aufsteigenden Grundwasserspiegels regenerieren. Dort, wo allerdings die Trinkwassergewinnung einen dauerhaft abgesenkten Grundwasserspiegel bewirkt, sind Nass- und Seggenwiesen kaum wieder regenerierbar. Extensivierung ist jedoch generell möglich und angeraten um die Trinkwasserqualität zu sichern. Auch hier werden im Szenario alle Äcker und Intensivwiesen in extensives Grünland umgewandelt und die wiedervernässbare Fläche entsprechend 3.6.2.1 als nass angenommen.

In den **Versumpfungsmooren mit Hochmoor oder/und Niedermoorwäldern** sind die Voraussetzungen für eine Renaturierung generell sehr viel günstiger als in den intensiv landwirtschaftlich genutzten Becken. Hier sind fast immer noch alte Torfstichstrukturen vorhanden in denen bereits eine Regeneration eingesetzt hat. Grabenschließungen sind im Wald leicht möglich. Oft sind selbst bei Niederschlägen unter 1000 mm/a randlich noch extensive Wiesen und Flachmoorwiesen vorhanden (vergl. Moorkomplex bei Sattelöse). Diese Beckenmoore mit und ohne Hochmoorkomplexe werden daher generell als vernässt und regeneriert angenommen mit einer leicht negativen Klimagasbilanz.

Abbildung 40 zeigt die räumliche Verteilung der aus den Umnutzungen entsprechend Tabelle 28 resultierenden THG-Emissionsreduzierung. Die Gesamtsumme der Reduzierung gegenüber dem in Kapitel 3.6.1 beschriebenen und auf die 10ha-Kulisse bezogenen Ist-Zustand beträgt 351.685 t/a. Dies lässt den Schluss zu, dass unter Berücksichtigung der natürlichen und infrastrukturellen Restriktionen und unter Einbezug von Zielvorstellungen zur Landschaftsentwicklung eine Reduktion der THG-Emissionen aus den Moorkörpern in den betrachteten Moorregionen um bestenfalls ca. 53% möglich ist. Dabei sei angemerkt, dass in die Betrachtung keine lokalen Wasserentnahmestellen einbezogen wurden. Lediglich Brunnen, die in der topographischen Karte oder im Digitalen Landschaftsmodell erkennbar sind wurden berücksichtigt.

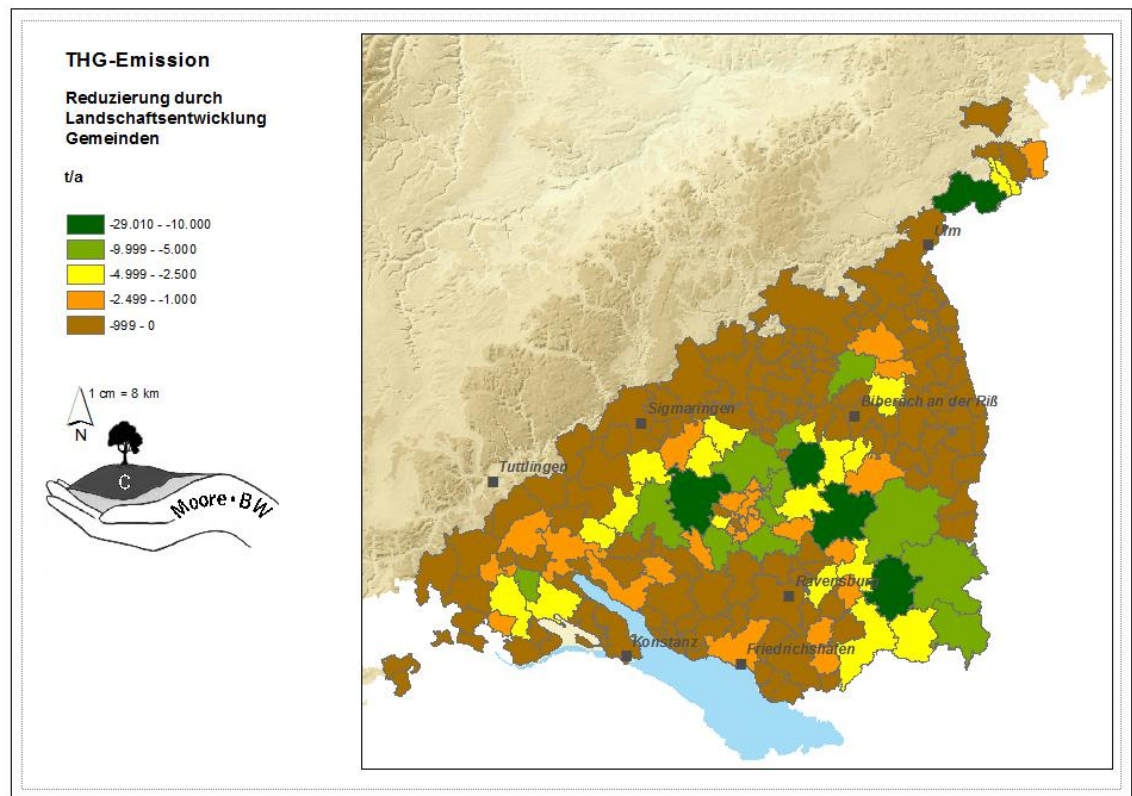
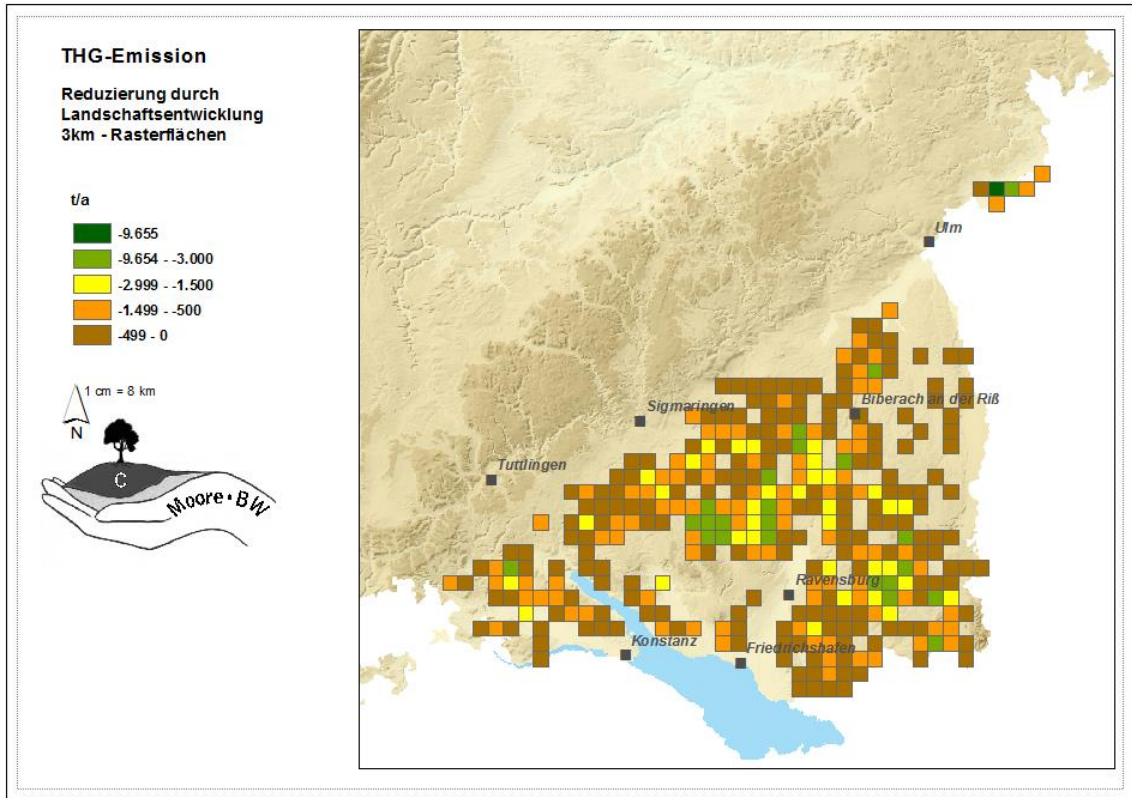


Abbildung 40: Räumliche Verteilung der Reduzierung der Emissionen aus Moorkörpern in der Bilanzrechnung „Kulturlandschaftsentwicklung gegenüber Ist-Zustand in der 10ha-Kulisse

Tabelle 28: Annahmen in der Potenzialrechnung „Kulturlandschaftsentwicklung
(WVNpot = potenziell wiedervernässbare Fläche entspr. Kapitel 3.6.2.1)

Moortyp	Unter 1200 mm Jahresniederschlag	Über 1200 Jahresniederschlag
Verlandung	entfällt	
Durchströmung	Acker und Intensivwiesen zu Extensivwiesen Brache und Wald unverändert	Acker und Intensivwiesen zu Extensivwiesen, im Umfang WVNpot Nasswiesen Brache und Wald unverändert
Auen	Acker und Intensivwiesen zu Extensivwiesen Brache und Wald unverändert	Acker und Intensivwiesen zu Extensivwiesen, im Umfang WVNpot Nasswiesen Brache und Wald unverändert
Vesumpfung überwiegend Landwirtschaft	Acker und Intensivwiesen zu Extensivwiesen, im Umfang WVNpot Nasswiesen Brache und Wald unverändert	Acker und Intensivwiesen zu Extensivwiesen, im Umfang WVNpot Nasswiesen Brache und Wald unverändert
Vesumpfung überwiegend Wald	Vernässung komplett, THG-Emission = -1 t/ha/a	

4 Planungsaspekte

4.1 Moor- und Klimaschutz in Landschafts- und Landschaftsrahmenplänen (Marggraff)

„Die Raum- und Landschaftsplanung beeinflusst entscheidend den Zustand der Degradierung und Entwässerung von Mooren sowie ihre Wiedervernässbarkeit.“ (Schopp-Guth, 1999, S. 179) Auch für Baden-Württemberg sind aus diesem Grund für extensiv genutzte Moore großräumige Schutzgebiete und für degradierte Moore, intensiv genutzte Moore - neben der konsequenten Dokumentation - Entwicklungskonzepte zu fordern. Dies drängt die Frage auf, welcher Stellenwert wird dem Moorschutz und der Moorentwicklung in der Ausgestaltung der Instrumente der Landschaftsplanung zugestanden.

Um die aktuelle Bedeutung der Landschaftsplanung hinsichtlich der Moore mit ggf. ihrer klimawirksamen Senkenfunktion einschätzen zu können, wurden Befragungen der aktuellen Planungspraxis durchgeführt. Dafür wurde ein standardisierter Fragenkatalog konzipiert, der an ausgewählte Gemeinden, die Landkreise (Naturschutzbehörden) und die Regionalverbände innerhalb der Moorregionen verschickt wurde. Für die Informationsgewinnung auf kommunaler Ebene wurden insgesamt 35 Gemeinden angeschrieben, die kumulativ 70% der Moorflächen ohne Naturschutzstatus abdecken. Der Landkreis Ravensburg verwies zusätzlich auf Pro Regio Oberschwaben⁶ (Gesellschaft für Landschaftsentwicklung), die im Landkreis intensiv Maßnahmen des Naturschutzes umsetzt und aus Vertretern des Landkreises, von Gemeinden und Naturschutzverbänden besteht. Um ein möglichst breites Spektrum an Erkenntnissen zu gewinnen, wurden ergänzend zu den eingegangenen Fragebögen Telefoninterviews durchgeführt und ausgewertet. Die Auswertung erfolgte qualitativ. Das heißt die Ergebnisse werden in Kapitel 4.1.2 als Synopse dargestellt.

4.1.1 Struktur der Befragung

Zunächst wurde der allgemeine Stellenwert des Moorschutzes auf den unterschiedlichen Planungsebenen sowie die (finanzielle) Basis bisher durchgeführter Moorschutzstrategien (z.B. Förderprogramme, Naturschutzgroßprojekte oder Vertragsnaturschutz) abgefragt. Anschließend wurde der Einfluss der Landschaftsplanung erörtert. Hier war es wichtig, zum einen zu erfahren, ob und in welcher Form Moore einfließen (z.B. in Zielsetzungen, Funktionen, Maßnahmen) und zum anderen, inwieweit sie unabhängig von dem Schutzgut „Arten und Biotop“ und ihren spezifischen Funktionen Berücksichtigung finden (bspw., ob explizit die „Klimaschutzfunktion“ herausgestellt wird). Des Weiteren war von Interesse, welche Hindernisse bestehen, den Moorschutz gezielt in die Planungsinstrumente einzubinden und welche Vorteile und Möglichkeiten eine gezielte Einbindung bieten könnte. Fragebogen, Adressatenliste und eine Auswahl an beantworteten Fragebögen ist im Anhang 21 zu finden.

⁶ Pro Regio Oberschwaben GmbH: <http://www.proregio-oberschwaben.de/>

4.1.2 Ergebnis

Die Befragungen haben aufgezeigt, dass der Moorschutz an sich in den Moorregionen eine große Rolle spielt, mit den Instrumenten der Landschaftsplanung allerdings bisher nur die groben Ziele abgedeckt werden (können). Mooregebiete sind in der Regel Bestandteil des kommunalen Flächenpools für Kompensationsmaßnahmen im Rahmen der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung. In die Darstellungen sowohl von Landschaftsrahmenplan als auch kommunalem Landschaftsplan fließen Moore vor allem dann ein, wenn sie bereits Naturschutz- oder Landschaftsschutzgebiet sind, also als Bestand.

Insbesondere in den kommunalen Landschaftsplänen liegen bisher kaum konkrete Maßnahmenvorschläge zum Moorschutz vor. Hier werden vor allem Eigentumsverhältnisse als Hinderungsgrund genannt, Moorkommen gezielt in die Pläne einzubinden. Beispielsweise würden Maßnahmenvorschläge wie die Wiedervernässung bestimmter Moorstandorte „Diskussionen mit den Landwirten entfachen“. In diesem Zusammenhang erwähnte ein Landschaftsplaner einer Gemeinde, dass ein Mooregebiet zwar als Landschaftsschutzgebiet nach langen Verhandlungen ausgewiesen werden konnte, als Kompromiss mit den Landwirten dann allerdings von Wiedervernässungsmaßnahmen abgesehen wurde.

Defizite werden auch dahingehend gesehen, dass Landschaftspläne oft nicht ausreichend mit den Zielartenkonzeptionen abgestimmt sind. Daher spielen sowohl Landschaftsplan als auch Landschaftsrahmenplan in der praktischen Naturschutzarbeit bisher kaum eine Rolle.

Auf Ebene der Regionalplanung wurden die Regionalverbände Ostwürttemberg, Donau-Iller, Bodensee-Oberschwaben und Hochrhein-Bodensee befragt. Es bestehen aktuell rege Aktivitäten zur Umsetzung von Biotopverbundsystemen. In diesem Zusammenhang fließen auch Moore maßgeblich ein und hier als „feuchte Offenlandtypen“. Änderungen in den Landschaftsrahmenplänen im Bereich Moorschutz sind vorerst mal nicht vorgesehen, es handelt sich hierbei um vorbereitende Maßnahmen. Man erwartet vor allem auch das landesweite Moorschutzkonzept und erhofft sich zielführende Strategien, insbesondere auch in Anbetracht von Umsetzungsmöglichkeiten hinsichtlich der Klimaschutzfunktion von Mooren.

Als wichtig und wünschenswert werden Grundlagendaten zu Eigentumsverhältnissen, aktueller Flächennutzung, vorhandenen Grabensystemen, bestehendem Einstau und die naturschutzfachliche Eignung von Wiedervernässungsmaßnahmen in Form einer dezidierten Bewertung angesehen. Auch wurde von Seiten der Praxis betont, dass ein Monitoring im längerfristigen Vorfeld von Renaturierungsprojekten sehr wichtig ist, um geeignete Pflegemaßnahmen an die lokalen Gegebenheiten anzupassen (v.a. Monitoring der Fauna). Auf diesen Datengrundlagen kann die Realisierung von Naturschutzmaßnahmen festgestellt und in der Gemeinde diskutiert werden. Ein weiterer Gesichtspunkt ist die Klimaschutzfunktion von Mooren (CO₂-Senke), die ebenfalls in den Fachplänen als Erweiterung bestehender Ökosystemdienstleistungen (bzw. Funktionen des Naturhaushalts) hervorgehoben werden sollte. Der kommunale Landschaftsplan eignet sich hier als Instrument, diese Informationen für das Gemeindegebiet als vorbereitende Planung zusammenfassend darzustellen und kann damit auch Moorschutzkonzepte auf eine soli-

de Basis stellen. Auch eine Kombination aus formellen Instrumenten (Landschaftsrahmenplan/Landschaftsplan) und informellen Instrumenten (z.B. „Kommunales Moor-schutzkonzept“) ist zielführend und gute Diskussionsgrundlage in Beteiligungsverfahren.

4.2 Zielarten (Trautner et al.)

Wie Kapitel 2.4.4 zu entnehmen ist, ist - jedenfalls unter Gesichtspunkten der Fauna - Entwicklungen zugunsten von Arten und Lebensräumen der offenen Übergangs- und Niedermoore eine klare Priorität einzuräumen. Dem gegenüber treten sowohl Hochmoore im engeren Sinne bzw. als alleinige oder zentrale Entwicklungsziele, wie auch Moorwälder klar in den Hintergrund. Das bedeutet nicht, dass Hochmoore und Moorwälder bei entsprechendem Potenzial nicht auch entwickelt werden können. In keinem Falle sollte dies aber auf Kosten von prioritären Entwicklungen erfolgen.

Als vorrangige Zielarten können jedenfalls die entsprechend gruppierten Zielarten des landesweiten Informationssystems Zielartenkonzept mit Bindung an oder besonders relevanten Vorkommen in Moorlebensräumen herangezogen werden. Zu diesen sind überwiegend auch weiter gehende Detailinformationen verfügbar (z. B. zur späteren Detailplanung von Maßnahmen). Eine Übersicht zu den moorrelevanten Zielarten dieser Gruppen geben Tabellen im Anhang 15.

Unter der Artengruppe der Laufkäfer, die bislang nicht vollständig (d. h. mit Habitat- und Verbreitungsinformationen sowie geeigneten Maßnahmentypen) im Informationssystem Zielartenkonzept berücksichtigt ist, findet sich eine Reihe weiterer vorrangiger Moorarten mit hoher Schutz- und Maßnahmenpriorität. Kurzfristig werden hier im Rahmen der derzeitigen Erarbeitung des Grundlagenwerks für Baden-Württemberg weitergehende Informationen bereitgestellt.

Auch weitere Artengruppen könnten wichtige Zielarten für Moore aufweisen (vgl. auch Kapitel 4.3 zu charakteristischen Arten der Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie). Allerdings ist davon auszugehen, dass die bisher getroffenen grundsätzlichen Aussagen und Prioritäten auch bei Hinzunahme weiterer Artengruppen - bei entsprechend gutem faunistischen und ökologischen Kenntnisstand und vergleichbarer Bewertung - im Wesentlichen Bestand haben werden. Mit hoffentlich weiter wachsendem faunistisch-ökologischen Kenntnisstand können gleichwohl speziell hinsichtlich der räumlichen Priorisierung noch interessante Informationen erwartet werden.

Wichtig ist gebietsbezogen immer die Klärung der entsprechenden Bestandssituation wichtiger Zielarten sowie die Beantwortung der Frage, mittels welcher Maßnahmen am besten an diese angeknüpft werden kann. Dies betrifft sowohl den inhaltlichen wie auch den räumlichen Aspekt (s. a. Folgekapitel), z. B. im Hinblick auf den räumlich-funktionalen Verbund. Im letztgenannten Zusammenhang kann auch auf die Auswertung zum landesweiten Biotopverbund im Offenland hingewiesen werden (vgl. LUBW 2013⁷). Eine kleine Auswertung hierzu ergab, dass 39 % der Fläche des Moorkatasters in der landesweiten Biotopverbundkulisse zum Anspruchstyp „Offenland feucht / 500m“ liegt.

⁷ <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/223230/>

4.3 Anmerkungen zu Natura 2000, Artenschutz und Umwelthaftung (Trautner et al.)

Sowohl bestimmte Moorlebensräume als auch bestimmte Moorarten sind aufgrund der europarechtlichen Rahmenvorgaben aus FFH-Richtlinie (92/43/EWG) und Vogelschutzrichtlinie (2009/147/EG) in bestimmten Schutzgebieten des Netzes Natura 2000 oder insgesamt (also ohne Beschränkung auf bestimmte, ausgewiesene Schutzgebiete) spezifischen Bestimmungen zu ihrem Schutz und ihrer Entwicklung unterworfen. Zudem unterliegen sie dem Umwelthaftungsrecht.

Ergänzend wurde daher, wie eingangs erläutert, auch berücksichtigt, ob und wenn ja welche ggf. zusätzlichen Arten der Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) für Moore relevant sind⁸ und welche Vogelarten im Natura 2000-Kontext bezüglich Moorlebensräumen unmittelbar Bedeutung erlangen. Für den letztgenannten Aspekt wurde auf diejenigen Vogelarten zurückgegriffen, die in der aktuellen Version des Handbuchs zur Erstellung von Management-Plänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg, Version 1.3 (LUBW 2013⁹) gelistet sind¹⁰.

Alle moorrelevanten Arten dieser Gruppen sind in der Tab. A4 und A5 in Anhang 15 aufgeführt.

Es handelt sich hierbei jeweils um 16 Arten des Anhangs II und IV der FFH-Richtlinie (mit teilweiser, aber nicht vollständiger Überschneidung) sowie um insgesamt 36 Vogelarten. Die Arten der Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie sind über die Auswertung des Informationssystems Zielartenkonzept bereits vollständig abgedeckt und auch die meisten der Vogelarten sind als landesweite Zielarten eingestuft und insoweit bereits berücksichtigt. Lediglich 5 zusätzliche Vogelarten (Kleines Sumpfhuhn, Beutelmeise, Schlagswirl, Schwarzkehlchen und Wachtel) sind in den vorstehenden Auswertungen zu Zielarten nicht berücksichtigt, weil sie zum Erstellungs- und Fortschreibungszeitpunkt des Informationssystems nicht als solche eingestuft waren. Sie sind als moorrelevant im weiteren Sinne eingeordnet.

Die relativ hohe Zahl an Moorarten unter den Natura 2000-relevanten Arten unterstreicht nochmals die Bedeutung der Moore in Baden-Württemberg für den Erhalt der Biodiversität, was ein zentrales Ziel der FFH-Richtlinie darstellt.

Auch unter den artenschutzrechtlich streng geschützten Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie befindet sich mit 16 Arten ein relativ hoher Anteil mit Moorrelevanz, darunter die Hälfte stenotop oder mit Schwerpunktorkommen in Mooren. Auf die ebenfalls artenschutzrechtlich geschützten Vogelarten - hierunter fallen entsprechend der Bestimmungen des § 44 BNatSchG alle einheimischen Arten - soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

⁸ Diese Arten sind vollständig im IS-ZAK implementiert

⁹ <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/13930/?shop=true&shopView=11169>

¹⁰ Auch diese Arten sind überwiegend als Zielarten eingestuft und im IS_ZAK implementiert

Im Kontext des Gebietsschutzes Natura 2000 ist anzumerken, dass die Artenausstattung der in FFH-Gebieten geschützten Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie, und hier auch der Fauna, wesentlich für die Frage des Erhaltungszustandes dieser Lebensraumtypen im jeweiligen Gebiet und insgesamt ist, wenngleich dies bisher jedenfalls in den Managementplänen nur unzureichend berücksichtigt wird. Denn der Erhaltungszustand eines Lebensraums ist nur dann als günstig einzustufen, wenn zugleich der Erhaltungszustand der für ihn charakteristischen Arten nach Art. 1 Buchst. e der FFH-Richtlinie günstig ist. Dies betrifft auch die charakteristischen Arten der Fauna.¹¹ Veränderungen bzw. Beeinträchtigungen, die zwar (noch nicht) zu einer Veränderung des Lebensraumtyps als solchem führen, aber zum Ausfall oder Rückgang charakteristischer Arten, sind demnach als wesentliche Verschlechterungen zu bewerten und stehen den Schutzziele innerhalb der FFH-Gebiete für die betreffenden Lebensraumtypen entgegen. Dies ist sowohl beim Gebietsmanagement wie auch bei spezifischen Maßnahmen z. B. zum Klimaschutz im Gebiet oder dessen funktional damit zusammenhängenden Umfeld zu berücksichtigen.

Für die artenschutzrechtlich relevanten Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie ist zudem zu berücksichtigen, dass die entsprechenden Verpflichtungen zum Schutz dieser Arten nicht nur den direkten Schutz vor Eingriffen umfassen, sondern auch die Verpflichtung zu aktiven Maßnahmen zur Erreichung eines günstigen Erhaltungszustands z. B. im Bereich der landwirtschaftlichen oder forstwirtschaftliche Bodennutzung, was durch das Urteil des Europäischen Gerichtshofs vom 9.6.2011, EuGH C 383/09, bekräftigt wurde (vgl. Trautner 2011). Gerade bei Maßnahmen, die dem Klimaschutz und dem Schutz der Biodiversität dienen können, wäre in besonderem Maße auf Wirksamkeit als erforderliche Entwicklungsmaßnahmen für diejenigen der moortypischen Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie zu achten, die sich nicht in einem günstigen Erhaltungszustand befinden.

Bleibt abschließend der Hinweis auf die erforderliche Vermeidung sowie die ggf. notwendige Schadensregulierung von Umweltschäden betreffend geschützte Arten und Lebensräume (§ 19 BNatSchG), die auch im Kontext potenziell klimawirksamer Maßnahmen ein Thema werden kann, insbesondere bei nicht ausreichender Ermittlung des Ausgangszustands und Fehlen darauf abgestimmter Maßnahmen. Hierzu wird an dieser Stelle nur auf nähere Ausführungen z. B. bei Peters et al. (2008) verwiesen.

4.4 Renaturierungsökologie und Landschaftspflege (Trautner et al.)

Die Erhaltung von Natur und Landschaft mit bestimmten Funktionen ist zentrales und in § 1 des BNatSchG verankertes gesetzliches Ziel. Neben dem in § 1 Abs. 1 Nr. 3 genannten mittelbaren Ziel der Erhaltung unter Aspekten der Landschaftsästhetik und des Erholungswertes (für den Menschen) sind dabei die biologische Vielfalt (§ 1 Abs. 1 Nr. 1) sowie die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes (§ 1 Abs. 1 Nr. 1) benannt.

¹¹ s. zu dieser Thematik u. a. TRAUTNER (2010), SCHUMACHER & SCHUMACHER in SCHUMACHER & FISCHER-HÜFTLE (2011, S. 668, Rdnr. 63 ff.) sowie das Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 17.1.2007 (BVerwG 9 A 20.05).

Zur biologischen Vielfalt - obwohl mehrere Aspekte umfassend - zählen als zentrale Elemente die Ausstattung mit Lebensräumen und Arten sowie deren langfristige Sicherung. Dass dies unter heutigen Bedingungen keineswegs ausschließlich über die natürliche Entwicklung bzw. eigendynamische Prozesse erfolgen kann, ist ausreichend und seit langem dokumentiert. Die Pflege der Landschaft und ihrer Lebensraum- wie auch Artenausstattung ist daher sowohl gesetzlich verankert (z. B. in § 1 BNatSchG: „der Schutz umfasst auch die Pflege ...“) wie auch fachlich zum Erhalt der Biodiversität unabdingbar.

„Pflege bedeutet, dass über die Abwehr störender Einflüsse hinaus in die natürliche Dynamik eingegriffen wird, um einen gewünschten Zustand von Natur und Landschaft zu erhalten und eine nachteilige Veränderung natürlicher Faktoren zu verhindern. Die Pflege erfordert somit ein aktives Tun am Naturgut selbst; neben Erhaltungsmaßnahmen kommen hierbei auch Verbesserungsmaßnahmen in Betracht, womit [...] der Übergang vom Pflegen hin zum Entwickeln erfolgt.“ [SCHUMACHER & SCHUMACHER in SCHUMACHER & FISCHER-HÜFTLE (2011: 91, Rn. 23)].

Sowohl in naturschutzfachlichen wie auch in juristischen Publikationen wird in diesem Zusammenhang klar darauf hingewiesen, dass bei Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen Zielkonflikte auftreten können, für die es einer ausreichenden Abarbeitung und Abwägung bedarf.

Eine solche kann in der Regel dann nicht sachgerecht erfolgen, wenn keine ausreichenden Bestandsdaten und -bewertungen für betroffene Landschaftsausschnitte und deren Inventar (insbesondere ihre Artenausstattung) vorliegen, um auf dieser Basis einerseits spezifische Maßnahmen und flächen- sowie maßnahmenbezogene Prioritäten ableiten zu können, und andererseits besonders sensitive Bestände zu erkennen, für die ggf. auch negative Auswirkungen von Maßnahmen zu prognostizieren sein können.

So wichtig die Identifikation von Umnutzungspotenzialen und die Ableitung bestimmter Ziele auf übergeordneter räumlicher Ebene einerseits sein mag, so zentral ist andererseits die konkrete Prüfung, ob und ggf. mit welchen Modifikationen bestimmte Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen in den jeweiligen Gebieten konkret durchgeführt werden können und sollen. Auch die Priorisierung von Maßnahmen im Vergleich zwischen Maßnahmentypen und -gebieten unter zentral naturschutzfachlichen Kriterien bedarf ausreichender Daten.

Daher ist es zwingend erforderlich, vor Ansätzen einer Maßnahmenrealisierung entsprechende Daten für betroffene Gebiete bereitzustellen und konsequent zu prüfen, welche Maßnahmen mit den vorrangigen Zielen von Naturschutz und Landschaftspflege hier konform gehen (s. hierzu auch Kap. 3.2).

Dies ist umso bedeutender, als alleine auf Typusebene (z. B. standörtlich, Biotopzuordnung oder Vegetationstyp) unter den heutigen Bedingungen kaum noch ausreichende naturschutzfachliche Bewertungen für Moorlebensräume getroffen werden können. So können auch bei relativ enger räumlicher Benachbarung bestimmter Biotoptypen starke Unterschiede in der konkreten Besiedlung durch sensible Arten vorliegen, die einen unterschiedlichen Ansatz des Umgangs mit diesen Flächen und ihrem Umfeld erfordern.

Es darf nicht vergessen werden, dass eine sehr hohe Zahl an Arten mit stärkerer Bindung an Moorlebensräume heute keinesfalls mehr flächig in entsprechenden Standorten in Baden-Württemberg vertreten ist. In starkem Maße geht dies auf bereits stattgefundenen negative standörtliche oder strukturelle Veränderungen in ihren (ehemaligen) Lebensräumen (z. B. durch Sukzession nach Nutzungsaufgabe im Niedermoor, Melioration) zurück, teils auch auf Veränderungen im Umfeld mit erhöhter Barrierewirkung und Verschlechterung von Austauschprozessen.

Nach fachlicher Beurteilung haben in den vergangenen Jahrzehnten (teils anhaltend oder sich sogar verstärkend) mehrere Faktoren zum erheblichen Biodiversitätsschwund in Mooren geführt. Diesen gilt es massiv entgegen zu treten.

Die Bestandssituation zahlreicher Landesarten ist zudem inzwischen so ungünstig, dass in vielen Fällen die alleinige Sicherung der Vorkommen nur noch eine geringe Prognosesicherheit bereits für das mittelfristige Überleben der Arten bewirkt; im Regelfall ist für diese Arten eine deutliche Wiederausdehnung der Vorkommen erforderlich. Ein Beispiel für die entsprechende lokale Situation geben die Ergebnisse des Biodiversitäts-Checks unter Anwendung des Informationssystems Zielartenkonzept für den Verwaltungsverbund Tettang/Neukirch im Bodenseeraum (Schuckert et al. 2009, 2010). Auch dies muss in Planungsprozessen frühzeitig mit berücksichtigt werden.

Insgesamt muss darauf hingewirkt werden, dass gerade auch bei Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen des Naturschutzes nicht das „Zurückhaltende“, sondern das den prioritären Zielen am besten entsprechende und effizienteste als Maßnahmenansatz verfolgt wird. Dies muss selbstverständlich über eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden.

Warum z. B. soll der Naturschutz Jahrzehnte darauf warten, bis ein Baumbestand - ggf. nach Wiedervernässung - natürlicherweise abstirbt und sich dort offene Standorte bilden (könnten), wenn das Gleiche in kurzer Zeit und unter Fällung der betreffenden Bäume erreicht werden kann? Insbesondere ist eine Zurückhaltung dann nicht angebracht, wenn sich die Notwendigkeit zeitnahen Handelns durch die prekäre Bestandssituation von Arten offener Feucht- und Nassstandorte, wie der Bekassine oder des Kiebitzes, zwingend ergibt

Unabhängig von grundsätzlichen standörtlichen Potenzialen für klimagünstige Maßnahmen der Wiedervernässung und Moorrenaturierung sind solche unter naturschutzfachlichen Aspekten nur dann vertretbar, wenn sie bestimmten Kriterien genügen. Hierzu zählen jedenfalls:

- Maßnahmen sollen keine Begünstigung oder Förderung einer zusätzlichen Gehölzentwicklung in offenen oder halboffenen Lebensräumen und Lebensraumkomplexen beinhalten.

Der Verlust charakteristischer Arten offener Moore und der entsprechenden Lebensräume ist in starkem Maße auf aktuell laufende und in den letzten Jahrzehnten bereits erfolgte Gehölzsukzession in Feucht- und Nasslebensräumen zurückzuführen, in vielen Fällen ausgelöst durch Nutzungsaufgabe. Dieser Entwicklung muss entgegen gewirkt werden, gerade auch vor dem Hintergrund der sehr hohen Anteile an gefährdeten Zielar-

ten offener Moorlebensräume (s. das entsprechende Kapitel). Vorhaben bedürfen einer entsprechenden Prüfung und einer Sicherstellung, dass negative Entwicklungen ausgeschlossen sind.¹²

Maßnahmen sollen vorrangig auf die Wiederentwicklung fokussieren von offenen gehölzarmen Moorlebensräumen

- in derzeit intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen (Äcker oder Intensivgrünland) oder
- in vollständig bewaldeten Forsten auf ehemaligen Moorstandorten oder
- in durch Nutzungsaufgabe und/oder durch andere Faktoren bedingt gehölzdominierten Flächen ehemaliger offener Moore (mit dem neuen Ziel einer Wiederöffnung dieser Bestände).

Zur Begründung siehe einerseits den Abschnitt zum vorstehenden Aufzählungspunkt. Andererseits ist darauf abzuheben, dass bei den o. g. Flächenkategorien wesentliche Zielkonflikte am ehesten ausgeschlossen und zudem tatsächlich zusätzliche naturschutzrelevante Flächen in einer Gesamtflächenbilanz neu generiert werden können.

Es ist darauf hinzuweisen, dass sonstige unter Klimaschutzaspekten diskutierte Maßnahmen teils unter Artenschutzaspekten irrelevant oder konfliktträchtig sein können. Dies ist z. B. bei der Umwandlung von Äckern in Grünland der Fall, wo Prüfbedarf zur Betroffenheit insbesondere von gefährdeten Feldvogelarten besteht, denen Äcker z. T. noch Lebensraum bieten, während sie im mittleren Grünland – selbst bei eingeschränkter Nutzungsintensität – in vielen Fällen keine geeigneten Lebensräume (mehr) vorfinden. Problematisch kann auch der Anbau von KUP sein (u. a. Kulissenwirkung, auch für angrenzende Flächen).

- Maßnahmen sollen aktive Veränderungen der Geländeoberfläche als Initialmaßnahme insbesondere im standörtlich bzw. natur- oder kulturhistorisch begründbaren Rahmen auch in größerem Umfang mit in den Blick nehmen

Anthropogene Veränderungen, die in der früheren Natur -und späteren Kulturlandschaft eingetreten sind, haben neben z. B. der Veränderung des Wasserhaushalts auch in starkem Maße auf das Relief eingewirkt, so über die kleinmaßstäbliche Nivellierung des Geländes durch die Verfüllung von Senken und Flutmulden oder den Abtrag bzw. die Abflachung von Böschungen, welche die landwirtschaftliche Nutzung behindert haben – v.a. im Rahmen von Flurneuordnungen. Zur Erhöhung der standörtlichen Vielfalt mit Begünstigung späterer diverser Entwicklungen auch der biotischen Elemente sowie zur Initiierung bestimmter, in der heutigen Kulturlandschaft in besonderem Mangel befindlicher Strukturen (z. B. Flutmulden) sollen entsprechende Maßnahmentypen nach Möglichkeit in größerem Flächenumfang auf geeigneten Standorten mit vorgesehen werden.

¹² Es sollte im Rahmen eines landesweiten Ansatzes versucht werden, den tatsächlichen Gehölz-Deckungsgrad automatisiert parzellenbezogen anhand von Luftbildern oder Satellitenaufnahmen (ggf. auch Laserscan) zu ermitteln und im 5- oder 10jährigen Turnus diese Ermittlung zu wiederholen (Bestandteil eines Monitoring-Programms) sowie mit einem differenzierten, festzulegenden „tolerablen“ Gehölzdeckungsgrad abzugleichen. Bei bereits vorliegender Überschreitung oder späterem Erreichen des oberen (kritischen) Wertes sollten für die betreffenden Flächen jeweils umgehend Maßnahmen ergriffen werden, die den Gehölz-Deckungsgrad auf den unteren Wert der jeweiligen Spanne zurücksetzen.

4.5 Priorisierung der Gemeinden (Schwarz-v.Raumer¹³)

Wie erwähnt sind nach Röhl (2005) für die Restitution von Mooren (1) das Wiedervernässungspotenzial, (2) das biotische Entwicklungspotenzial und (3) die Umsetzungsbedingungen grundlegenden Faktoren zu betrachten. Zur Priorisierung der Gemeinden in den Moorregionen 1 und 2 hinsichtlich der Fragestellung, ob Moorschutzmaßnahmen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen dort sinnvoll und machbar erscheinen wurde deshalb eine mehrkriterielle Bewertung für diese Gemeinden angesetzt hinsichtlich der Grunddimensionen

- (A) Agrarstrukturelle Bedeutung der landwirtschaftlich genutzten Fläche als Umsetzungshemmnis und
- (B) Mögliches THG-Einsparpotenzial in t/Jahr unter Berücksichtigung von Wiedervernässungs- und biotischen Entwicklungsrestriktionen

Die Bewertungsdimension (A) wird dabei über Umsetzungshemmnisse erschlossen. Hierzu werden 4 Indikatoren verwendet. Die ersten beiden Indikatoren indizieren dabei, ob in der Gemeinde ein dezidiertes konkurrierendes Flächenbedarfe zur Futtermittel- oder Energieproduktion besteht. Die beiden weiteren Indikatoren sollen das Vorhandensein schon existierender Schutzwidmungen und den Umfang „frei“ zur Verfügung stehender Landwirtschaftsfläche in Betracht ziehen. Tabelle 29 benennt die Indikatoren, die Karten in Abbildung 44 zeigen die Zuordnung zu den Gemeinden.

Tabelle 29: Indikatoren zur Bewertung von Umnutzungshemmnissen

Indikator	Nr.	Messgröße
Flächenbedarf	1	Anzahl Rinder je ha Silomais- und Grünlandfläche
	2	Leistung Biogasanlagen je ha Acker- und Grünlandfläche
Flächenverfügbarkeit	3	Acker- und Intensivgrünland auf Moor je ha Acker- und Grünlandfläche insgesamt
	4	Widmung NSG, LSG und FFH auf Landwirtschaftsfläche [ha]

Quellen: 1, 3: Landwirtschaftshaupterhebung 2011 (Stala 2011); 2: ILB, Uni-Hohenheim; 4: RIPS Ausgabe 2011, LUBW), Landnutzungsdaten entspr. Kapitel 3.3

Die vier Indikatoren waren in einem zweiten Schritt so zusammenzuführen, dass eine Verknüpfung mit (B) möglich ist. Dies erfolgte in den folgenden Schritten:

- (1) Standardisierung der vier Indikatoren durchgeführt (Z-Transformation; jeder Indikator wird in eine Skala mit Mittelwert 0 und Standardabweichung 1 transformiert).
- (2) Die standardisierten Werte werden schließlich ohne Gewichtung gemittelt.
- (3) Zuordnung einer Wertstufe zu Intervallen der gemittelten Z-Werte:
[Min.,0) = „gering“, [0,1) = „mittel“ und [1,Max.] = „hoch“

Abbildung 43 zeigt das Ergebnis.

¹³ Unter Mitarbeit von Tatjana Krimly und Elisabeth Angenendt, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Universität Hohenheim

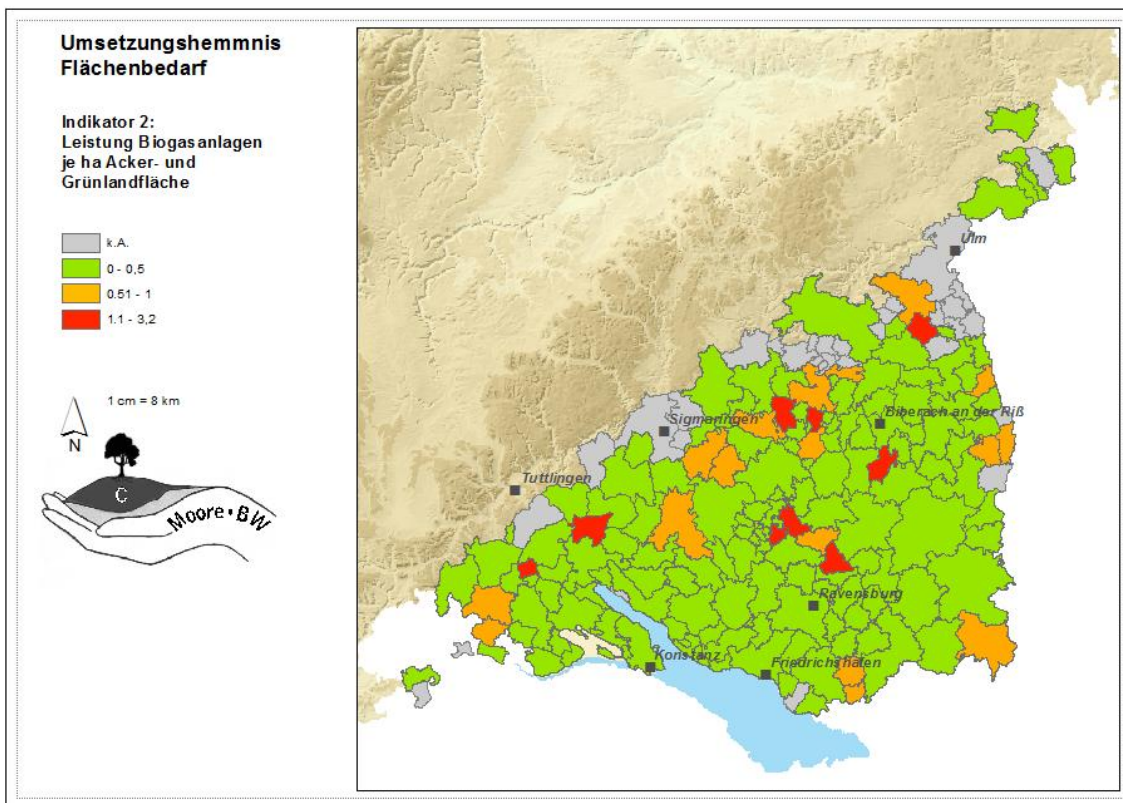
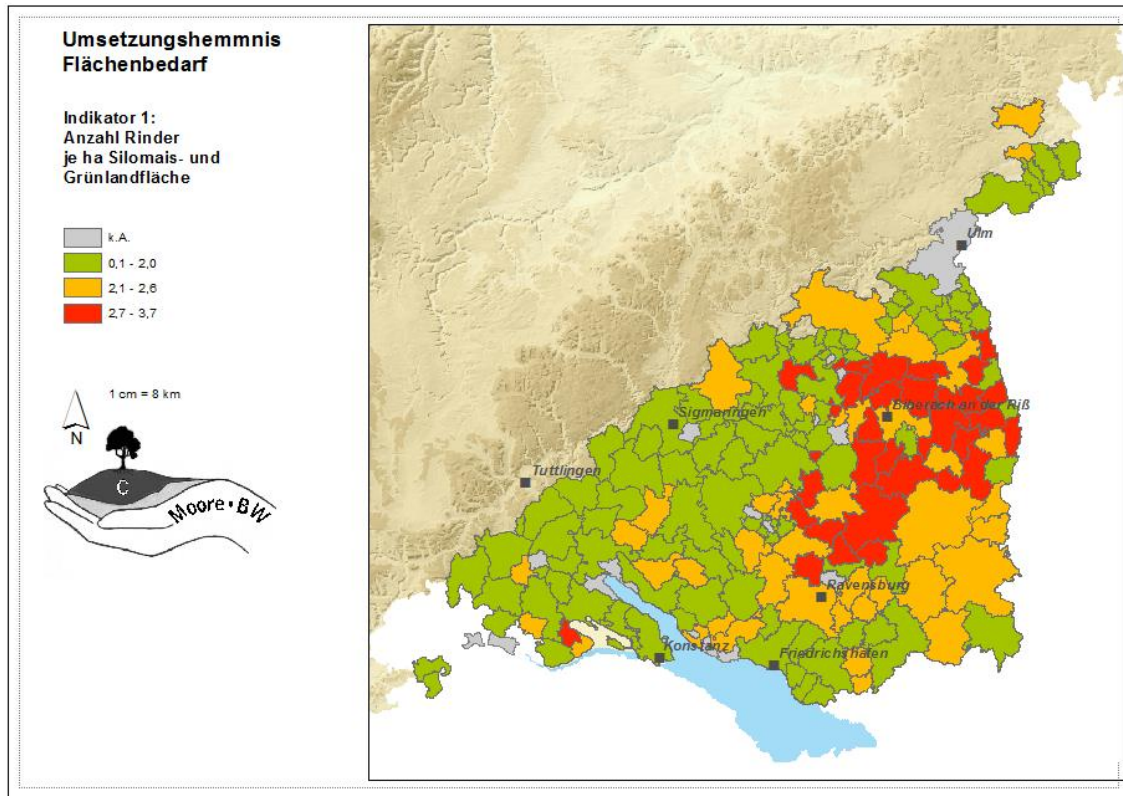


Abbildung 41: Räumliche Verteilung der Indikatorwerte

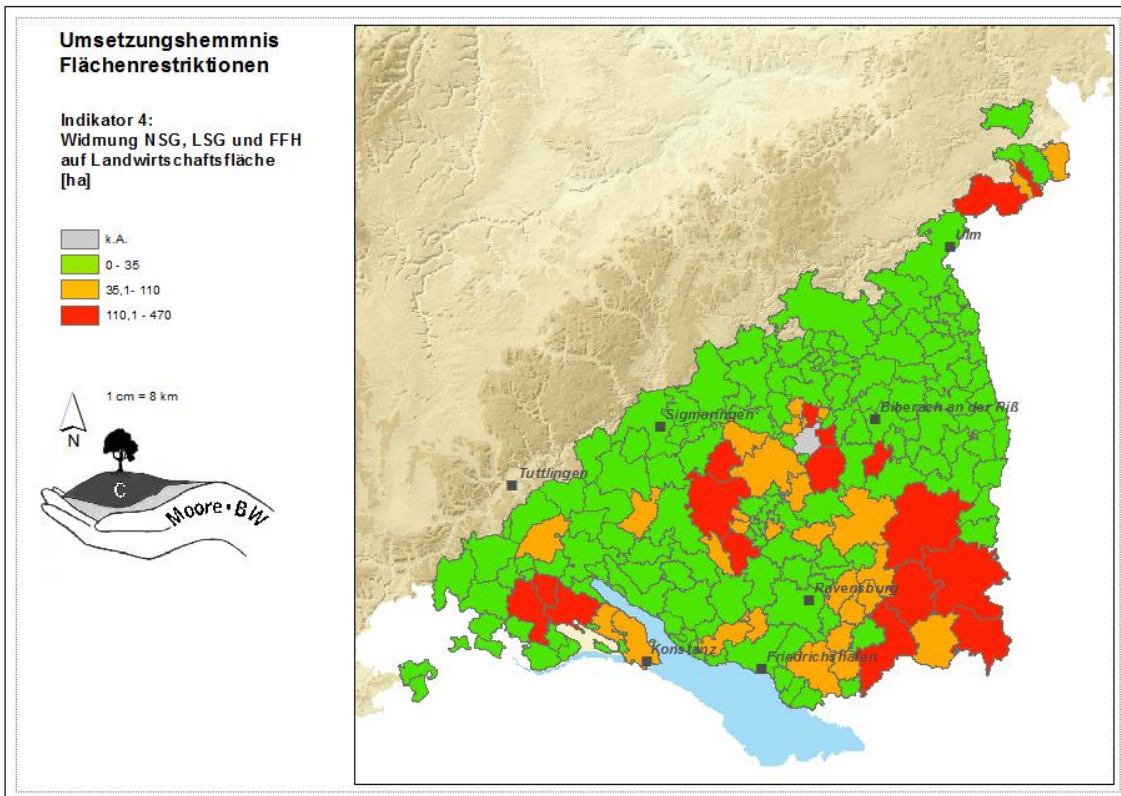
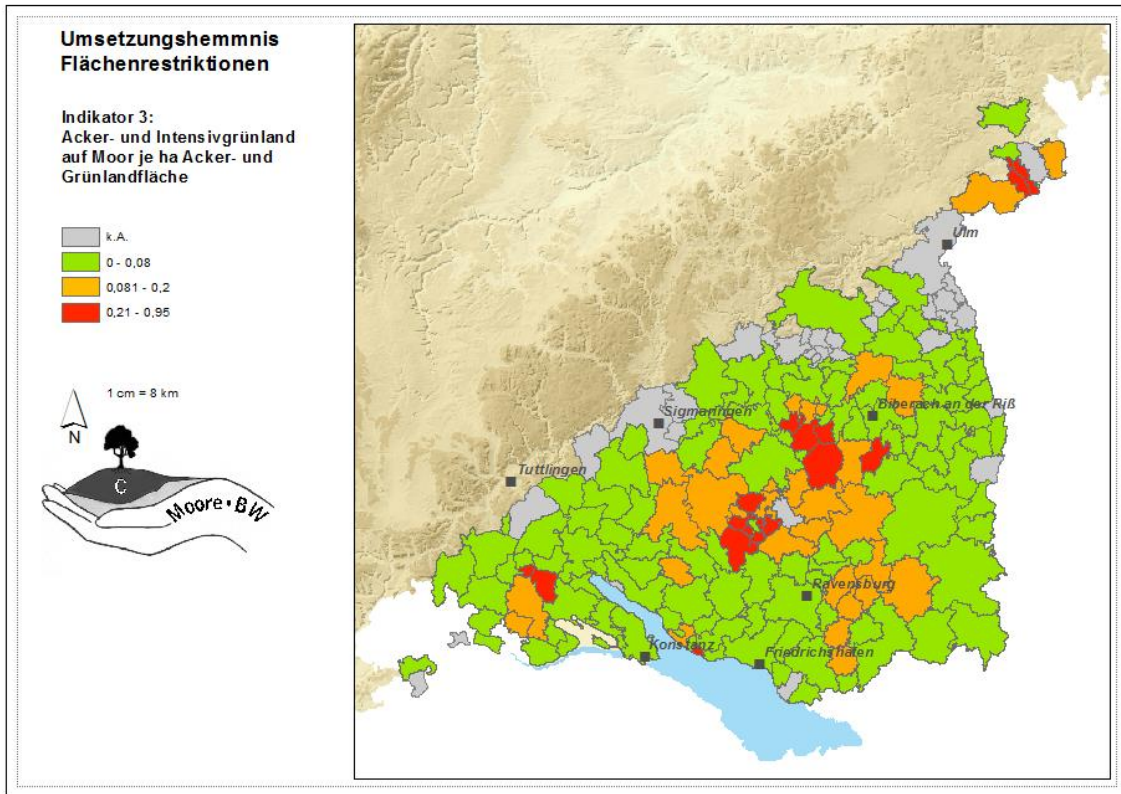


Abbildung 42: Räumliche Verteilung der Indikatorwerte

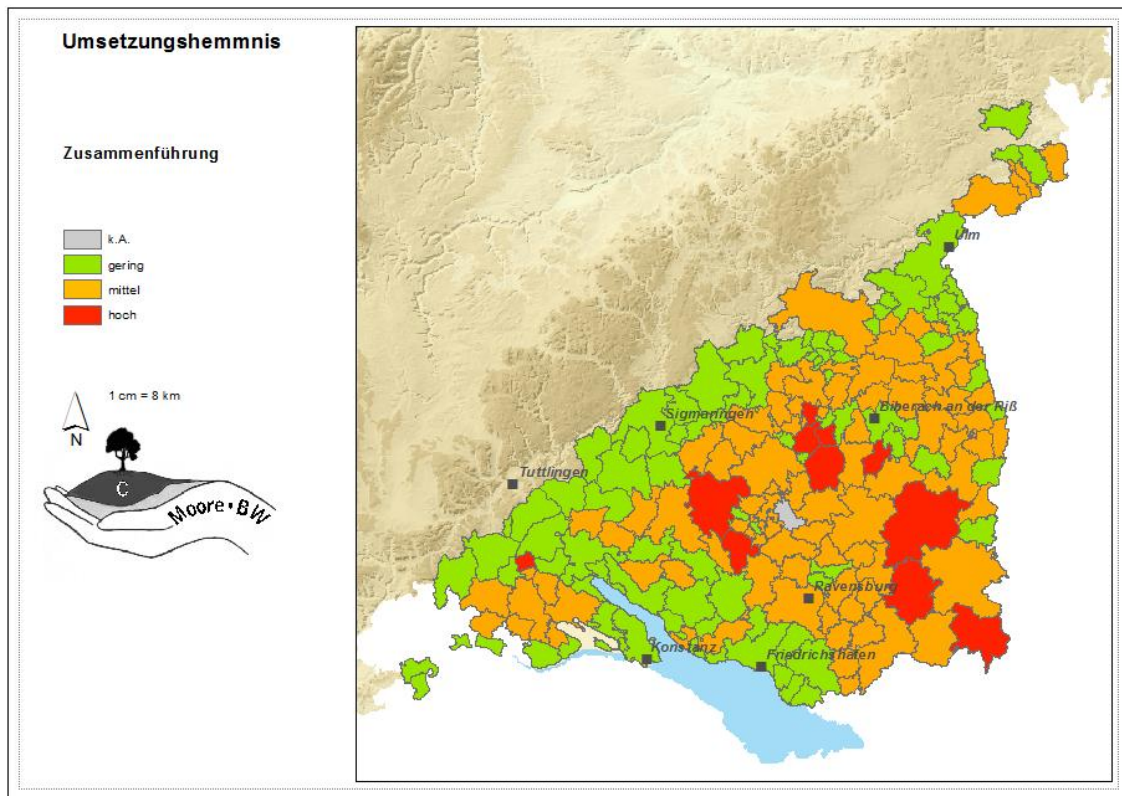


Abbildung 43: Standardisierte und gemittelte Indikatorwerte als Bewertungsgröße für die Dimension (A); Klassifikation nach Standardintervall der Z-Transformation wie S. 99 beschrieben.

Die Bewertungsdimension (B) kann über die Flächenpotenziale entsprechend der in Kapitel 0 abgeleiteten Landschaftsentwicklung erfasst werden. Das heißt basierend auf dem tatsächlich vorhandenen Wiedervernässungspotenzial sowie unter Berücksichtigung der standörtlichen und ökologischen Eignung der Moorfläche zur Moorregeneration wird der Gemeinde die aufsummierte THG-Einsparbilanz zugeordnet. Dabei werden aber nur Einsparpotenziale auf landwirtschaftlich genutzten Flächen berücksichtigt (Abbildung 44). Auch hier werden die Einsparpotenziale in den Gemeinden über Mittelwert und Standardabweichung in die Wertstufen „hoch“ ($> \text{Mittelwert} + \text{Standardabw.}$), „mittel“ ($[\text{Mittelwert}, < \text{Mittelwert} + \text{Standardabweicung}]$) und „gering“ ($< \text{Mittelwert}$) klassifiziert.

Die Zusammenführung der beiden Bewertungsdimensionen (A) und (B) wird über eine Priorisierungsmatrix erreicht (Tabelle 30). Die Anwendung dieser Matrix ordnet jeder Gemeinde eine Prioritätsstufe zu, die deren Eignung für Moorschutzmaßnahmen widerspiegelt.

Zunächst ist festzustellen, dass die zur ersten Priorität führende Kombination der Bewertungsstufen keiner Gemeinde zugeordnet werden kann. Die 7 mit zweithöchster Priorität sind in Tabelle 31 aufgeführt. Die Liste besteht aus 6 Gemeinden, die bekanntermaßen als Gemeinden mit hoher Bedeutung für den Moorschutz anzusprechen sind. Die Analyse zeigt für diese Gemeinden, dass hinsichtlich der Umsetzung von Moorschutzprogrammen hier zumindest keine hohen Hemmnisse im Wege stehen. Die hier hohen Ein-

sparpotenziale stellen aber einer klimaschutzorientierten Moorlandschaftsentwicklung eine hohe Effizienz in Aussicht. Der Einbezug von Krauchenwies hingegen bietet sich wegen geringer Hemmnisse an obgleich nur ein mittleres Einsparpotenzial zu erwarten ist.

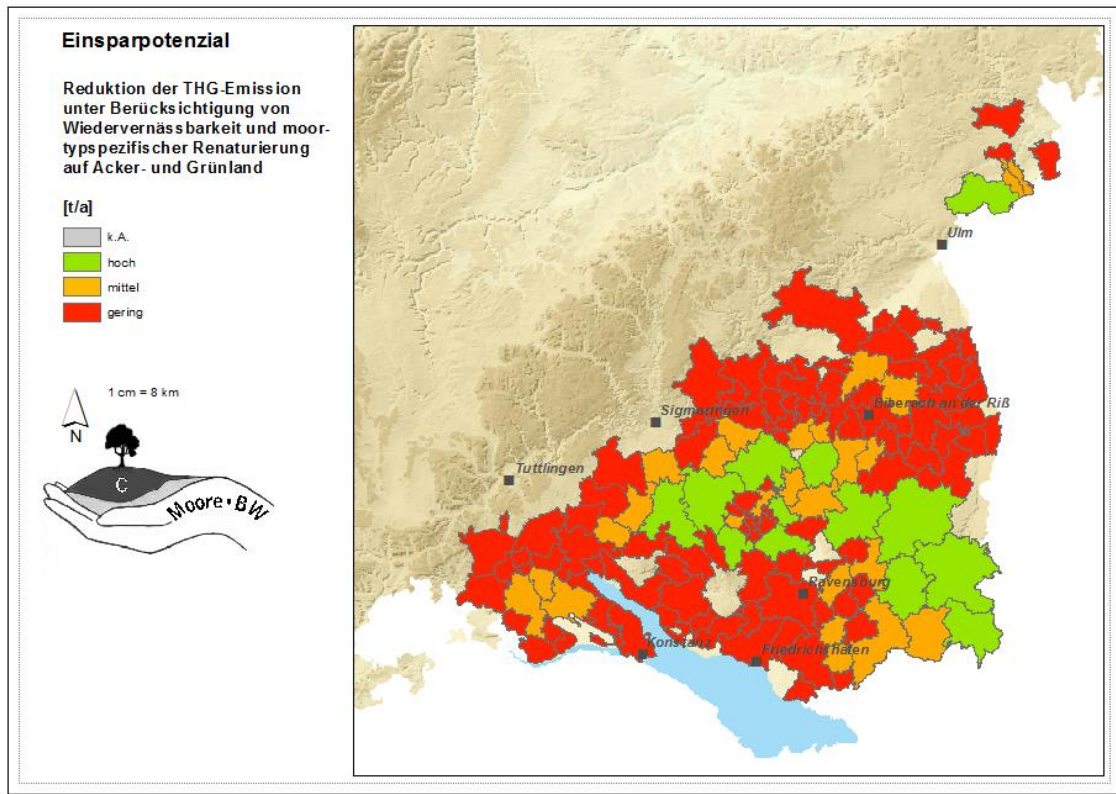


Abbildung 44: THG-Einsparpotenzial als Indikator für Bewertungsdimension (B)

Tabelle 30: Priorisierungsmatrix zur Zuordnung einer Priorität zu den Gemeinden hinsichtlich deren Eignung für Moorschutzmaßnahmen

Priorität 1= hoch, ... , 5 = gering		Einsparpotenzial		
		Gering	Mittel	Hoch
Hemmnis	Hoch	5	4	3
	Mittel	4	3	2
	Gering	3	2	1

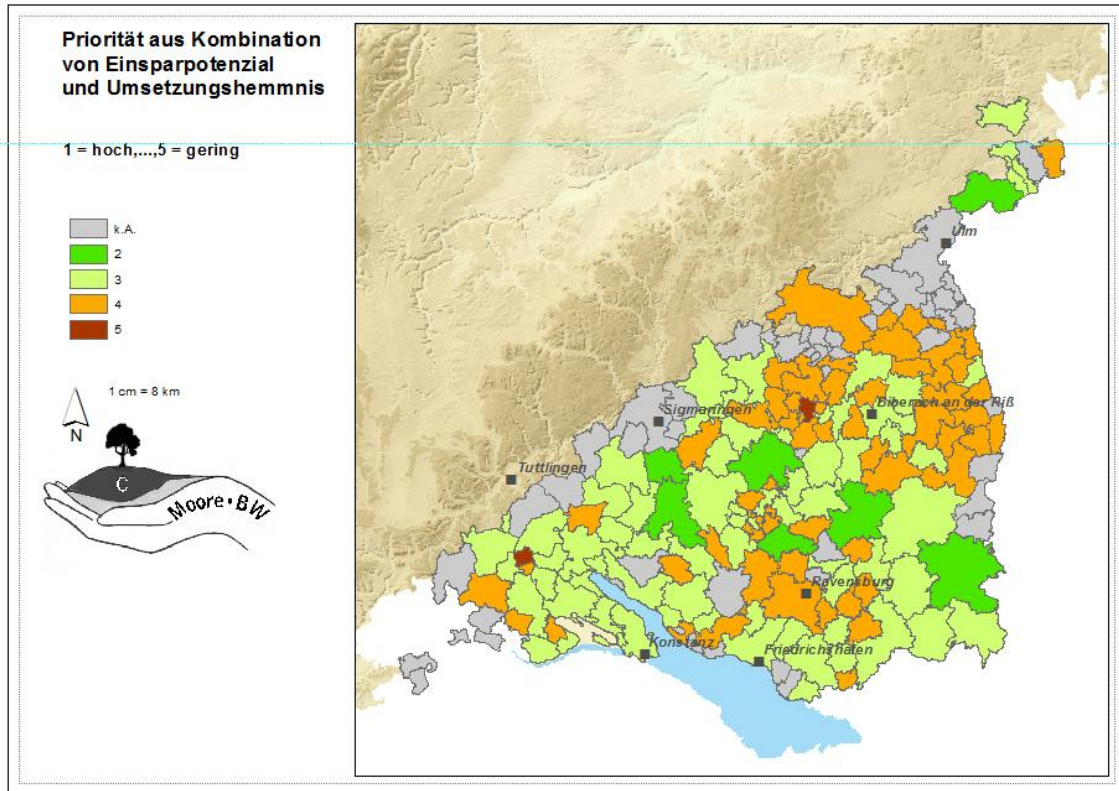


Abbildung 45: Ergebnis der Zusammenführung der Bewertungsdimensionen (A) und (B)

Tabelle 31: Gemeinden, die als Ergebnis der Bewertung mit höchster Priorität für Moorschutzmaßnahmen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen geeignet sind

Gemeinde	Landkreis	Bewertung Umsetzungshemmnis (A)	Bewertung Einsparpotenzial (B)
Langenau	Alb-Donau-Kreis	mittel	Hoch
Bad Waldsee	Ravensburg	mittel	Hoch
Leutkirch i.Allg.	Ravensburg	mittel	Hoch
Fronreute	Ravensburg	mittel	Hoch
Krauchenwies	Sigmaringen	gering	Mittel
Pfullendorf	Sigmaringen	mittel	Hoch
Bad Saulgau	Sigmaringen	mittel	Hoch

5 Fazit

Die durchgeführten exemplarischen Untersuchungen zum Torfverlust überwiegend landwirtschaftlich genutzter südwestdeutscher Moore ergaben einen Torfverlust von durchschnittlich 0,5 cm/a, was die bisherigen Kenntnisse bestätigt, und korrelieren positiv mit derzeit bekannten Treibhausgasemissionen aus intensiv genutztem Moorgrünland. Die Kartografie der Landnutzung und Nutzungsintensität von Flurstücken in Mooren in den beiden Hauptmoorregionen „Voralpines Hügel- und Moorland“ und „Donau-Iller-Lech Platte“ wurde mittels administrativer Landnutzungsdaten durchgeführt. Ein alternatives Verfahren zur Klassifikation der Nutzungsintensität des Moorgrünlands wurde mittels Fernerkundung in einem Pilotgebiet erfolgreich angewandt. Bei der Klassifikation von vier Grünlandnutzungsintensitäten bzw. -nutzungstypen wurde eine Gesamtgenauigkeit von 79 % erreicht. Zur Erfassung des Wasserdargebots, das in Mooren den wesentlichen steuernden Faktor für die Treibhausgasemissionen darstellt, wurde eine qualitative Klassifikationsregel auf Basis der amtlichen Bodenschätzung entwickelt. Der Landnutzungsdatensatz wurde mit den Informationen zum Wasserdargebot und den THG-Emissionen als Geographisches Informationssystem verknüpft. Dies ist die Basis eines räumlichen Emissionskatasters für die Moore im südwestdeutschen Alpenvoland und ist für die Planung von Moorschutzmaßnahmen verfügbar.

Sowohl über die transdisziplinäre Fachdiskussion als auch über die Lösung von methodisch-technischen Problemen wurde mit dem Projekt eine vielseitige methodische Grundlage für weitere Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit weiteren Fragestellungen zum Moorschutz erarbeitet¹⁴. Zudem kann die Zusammenstellung der naturräumlichen Entwicklungsoptionen für die Moore im baden-württembergischen Voralpenland für den Klima- und Naturschutz im Rahmen einer Moorschutzstrategie als Beurteilungsinstrument verwendet werden.

Vielfältige Expertenrunden und -befragungen, die abschließende Integration in ein Moorschutzsymposium sowie die Projektpräsentation im Internet haben den Ergebnistransfer zu interessierten Fachkreisen sowie administrativen und politischen Entscheidungsträgern gewährleistet. Ein fortschreitender Wissenstransfer in Arbeitskreise etc. durch Projektmitarbeiter ist möglich.

Hauptziel des Projekts MooreBW war die Abschätzung der Klimawirkung von Mooren in Baden-Württemberg bei aktueller Landnutzung und zukünftigen Nutzungsszenarien unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte. Daraus resultierende Teilziele waren (1) die Bestandsaufnahme der Moornutzung und Zustandsqualifizierung ausgewählter Moore in Baden-Württemberg, (2) die ökonomisch-ökologische Modellierung und Bewertung unterschiedlicher Maßnahmenszenarien zur Senkung der Klimawirksamkeit und (3) die Darstellung eines raumplanerischen Handlungsrahmens für politische Entscheidungsprozesse. MooreBW wurde deshalb durch die drei Arbeitsgruppen Ökonomie, Bodenkunde und Moorökologie bearbeitet. Die zusammengeführten und bewerteten Ergebnisse der Berichtsteile 1 und 2 enthält Kap. 6.

¹⁴ Wie z.B. die Verknüpfung mit den BWPlus-Projekten BWM 10004 (LGRB) oder BWM 11001, 11003, 11005 (EmMo)

6 Zusammenfassung Berichtsteil 1 und 2

6.1 Kurzbeschreibung der Ergebnisse

Ziel des Projekts MooreBW war die Abschätzung der Klimawirkung von Mooren in Baden-Württemberg bei aktueller Landnutzung und zukünftigen Nutzungsszenarien unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte. Die durchgeführten exemplarischen Untersuchungen zum Torfverlust überwiegend landwirtschaftlich genutzter südwestdeutscher Moore ergaben einen Torfverlust von durchschnittlich 0,5 cm/a, was die bisherigen Kenntnisse bestätigt, und korrelieren positiv mit derzeit bekannten Treibhausgasemissionen aus intensiv genutztem Moorgrünland. Die Kartografie der Landnutzung und Nutzungsintensität von Flurstücken in Mooren in den beiden Hauptmoorregionen „Voralpines Hügel- und Moorland“ und „Donau-Iller-Lech Platte“ wurde mittels administrativer Landnutzungsdaten durchgeführt. Ein alternatives Verfahren zur Klassifikation der Nutzungsintensität des Moorgrünlands wurde mittels Fernerkundung in einem Pilotgebiet erfolgreich angewandt. Bei der Klassifikation von vier Grünlandnutzungsintensitäten bzw. -nutzungstypen wurde eine Gesamtgenauigkeit von 79 % erreicht. Zur Erfassung des Wasserdargebots, das in Mooren den wesentlichen steuernden Faktor für die Treibhausgasemissionen darstellt, wurde eine qualitative Klassifikationsregel auf Basis der amtlichen Bodenschätzung entwickelt, da andere Informationen oder Algorithmen zum Grundwasserstand nur unzureichend verfügbar waren. Der Landnutzungsdatensatz wurde mit den Informationen zum Wasserdargebot und den entsprechenden Emissionen an Treibhausgasen (THG) mittels eines Geographischen Informationssystems verknüpft. Das Ergebnis bildet die Grundlage eines räumlichen Emissionskatasters für die Moorkörper im baden-württembergischen Alpenvorland und steht für die Planung und Kontrolle von Moorschutzmaßnahmen zur Verfügung. Zudem kann die Zusammenstellung der naturräumlichen Entwicklungsoptionen für die Moore im baden-württembergischen Alpenvorland für den Klima- und Naturschutz im Rahmen einer Moorschutzstrategie als Beurteilungsinstrument verwendet werden. Die Befragung landwirtschaftlicher Betriebsleiter, die Moorflächen bewirtschaften, ergab, dass das Moorgrünland im baden-württembergischen Alpenvorland intensiv zur Futterproduktion, insbesondere in der Milchviehhaltung, in den landwirtschaftlichen Betrieben beiträgt. Die Bereitschaft diese Flächen bei entsprechender Anhebung des Wasserstandes zu extensivieren ist dementsprechend gering, da dies nicht nur quantitative Ertragsverluste sondern aufgrund der Änderungen in der Vegetation auch Einbußen bei der Futterqualität zur Folge hat. Noch größer ist die Ablehnung gegenüber einer ganzjährigen oberflächennahen Vernässung und Nutzungsaufgabe von Moorflächen. Aus den in der Befragung ermittelten Betriebsdaten wurden typische, Moore bewirtschaftende Betriebe für die ökonomisch-ökologische Modellierung abgeleitet. Mit einzelbetrieblichen Modellrechnungen zu unterschiedlichen Moorschutzszenarien wurden die Auswirkungen auf das Einkommen und die THG-Bilanz der Betriebsmodelle analysiert. Die betrieblichen Deckungsbeitragsverluste durch Moorschutzmaßnahmen hängen entscheidend vom Mooranteil an der LF eines Betriebes sowie der Intensität der aktuellen Nutzung der Moore ab. Die ermittelten Deckungsbeitragsverluste je Hektar umgenutzte Moorfläche reichen bei einer Wiedervernässung und Nutzungsaufgabe des Moorgrünlands von 150 €/ha bei dem untersuchten extensiven Mutterkuh haltenden Verbundbetrieb mit geringem Viehbesatz und hoher

Flächenausstattung bis zu 658 €/ha bei dem untersuchten intensiv wirtschaftenden Futterbaubetrieb mit Milchviehhaltung und hohem Viehbesatz. Bei einer Umwandlung des Grünlands in extensiv genutztes Feuchtgrünland reichen die Deckungsbeitragsverluste je Hektar umgenutzte Fläche von 28 bis 471 €/ha. Bei einer vollständigen Vernässung der Moorflächen der Betriebsmodelle lässt sich die THG-Bilanz um 34-60 % verringern. Die aus den betrieblichen Deckungsbeitragsverlusten abgeleiteten Treibhausgasvermeidungskosten sind mit bis zu 100 €/tCO₂-eq bei der Umwandlung von Mooracker in Grünland am höchsten, da diese Maßnahme die THG nur sehr wenig mindert. Infolge vergleichsweise hoher Deckungsbeitragsverluste bei der Wiedervernässung von Moorackerflächen entstehen auch hier, trotz des hohen THG-Minderungseffekts, vergleichsweise hohe Vermeidungskosten von ca. 31 bis fast 57 €/tCO₂-eq. Die Vermeidungskosten aller anderen Szenarien liegen in einem Bereich von 5 – 28 €/tCO₂-eq. Im Vergleich zu anderen landwirtschaftlichen Minderungsmaßnahmen sind die ermittelten Vermeidungskosten im Bereich des Moorschutzes vergleichsweise gering. Insgesamt zeigen die Szenariorechnungen, dass Moorschutzmaßnahmen in hohem Masse zur Reduktion landwirtschaftlicher Treibhausgasemissionen beitragen können.

6.2 Fortschritte für die Wissenschaft

Das Projekt untersucht gleichermaßen ökonomische, klimaschutzfachliche, naturschutzfachliche und raumplanerische Aspekte der landwirtschaftlichen Moornutzung und des Moorschutzes. Derzeit ist dieses Forschungsprojekt der einzige methodische Ansatz, der aus interdisziplinärer Sicht ökologische wie auch ökonomische Faktoren der Moore in Baden-Württemberg untersucht hat. Der wissenschaftliche Fortschritt geht dabei über die bisher vorliegenden Erkenntnisse speziell für Baden-Württemberg hinaus. Sowohl über die transdisziplinäre Fachdiskussion als auch über die Lösung von methodisch-technischen Problemen wurde mit dem Projekt eine vielseitige methodische Grundlage für weitere Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit weiteren Fragestellungen zum Moorschutz erarbeitet. Dies beinhaltet besonders die Zusammenführung der Ergebnisse mit denen der BWPlus-Projekte BWM 10004 (LGRB) oder BWM 11001, 11003, 11005 (EmMo), wodurch sich ein hoher Synergieeffekt ergeben würde.

6.3 Ergebnis- und Forschungstransfer

Im Kontext verschiedener Moorschutzszenarien und unter Berücksichtigung landwirtschaftlicher Interessen sowie planerischer Potenziale zeigen die Ergebnisse verschiedene Optionen für aktuelle und künftige Strategien und Konzepte zum Moorschutz durch Umweltpolitik und –beratung auf.

Vielfältige Expertenrunden und –befragungen, die abschließende Integration in ein Moorschutzsymposium, die Präsentation auf der großen Dienstbesprechung Boden des UVM sowie die Projektpräsentation im Internet haben den Ergebnistransfer zu interessierten Fachkreisen sowie administrativen und politischen Entscheidungsträgern gewährleistet. Ein fortschreitender Wissenstransfer in Arbeitskreise etc. durch Projektmitarbeiter ist möglich. Veröffentlichungen in Form von Vorträgen, einem Artikel und Postern wurden getätigt und sind für Fachjournale in Vorbereitung.

6.4 Übergreifendes Fazit

Aus dem Hauptuntersuchungsziel des MooreBW-Projektes, eine Abschätzung der Klimawirkung von Mooren in Baden-Württemberg bei gegenwärtiger Landnutzung und zukünftigen Nutzungsszenarien unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte vorzunehmen, resultieren folgende Erkenntnisse:

- Die exemplarischen Untersuchungen zum Torfverlust südwestdeutscher Moore haben die bisherigen Kenntnisse bestätigt und korrelieren positiv mit derzeit bekannten Treibhausgasemissionen. Die dabei getesteten Methoden zerstörungsfreier Moorbodenanalysen weisen positive Potenziale auf, bedürfen aber weiterer Validierung.
- Die Kartografie der Landnutzung und Nutzungsintensität von Flurstücken in Mooren konnte mittels administrativer Daten und erhöhtem Arbeitsaufwand erfolgreich durchgeführt werden. Ein alternatives Verfahren zur Klassifikation der Nutzungsintensität mittels Fernerkundung wurde in einem Pilotgebiet erfolgreich angewandt.
- Zur Erfassung des treibhausgassteuernden Wasserdargebots in Mooren wurde eine Klassifikationsregel auf Basis der Amtlichen Bodenschätzung entwickelt, da andere Informationen oder Algorithmen zum Grundwasserstand nur unzureichend verfügbar waren. Es handelt sich um eine qualitative Klassifikation mit relativierender Prämisse.
- Der Landnutzungsdatensatz wurde mit den Informationen zum Wasserdargebot und THG-Emissionen verknüpft. Er ist somit Grundlage eines räumlichen Emissionskatasters für die Moorkörper im baden-württembergischen Alpenvorland und ist verfügbar für die Planung und Kontrolle von Moorschutzmaßnahmen und –programmen.
- Das Emissionskataster zeigt, dass der Beitrag der Moore zum Klimaschutz begrenzt ist, dieser aber in einer integrativen Moorschutzstrategie neben naturschutz-, hochwasserschutz- und bodenschutzfachlichen Belangen berücksichtigt werden sollte.
- Eine Zusammenstellung naturräumlicher Entwicklungsoptionen für die Moore im baden-württembergischen Voralpenland kann für den Klima- und Naturschutz im Rahmen einer Moorschutzstrategie als Beurteilungsinstrument verwendet werden.
- Das Moorgrünland trägt in betrachteten Moorregionen intensiv zur Futterproduktion der landwirtschaftlichen Betriebe bei. Die Bereitschaft diese Flächen aus der Nutzung zu nehmen oder zu extensivieren ist dementsprechend gering.
- Die Szenarien haben gezeigt, dass Moorschutzmaßnahmen in hohem Masse zur Reduktion landwirtschaftlicher Treibhausgasemissionen beitragen können.
- Die betrieblichen Deckungsbeitragsverluste durch Moorschutzmaßnahmen hängen entscheidend vom Mooranteil an der Landwirtschaftsfläche eines Betriebes sowie der Intensität der aktuellen Nutzung der Moore ab und würden im Extremfall zur Betriebsaufgabe führen.

- Die aus den betrieblichen Deckungsbeitragsverlusten abgeleiteten Treibhausgasvermeidungskosten sind im Vergleich zu anderen landwirtschaftlichen Minderungsmaßnahmen vergleichsweise gering, sofern damit keine höheren betrieblichen Fixkosten (je Produktionseinheit) induziert werden, die jedoch bei starken Einschränkungen der Produktion anzunehmen sind. Die höchsten THG-Vermeidungskosten würden bei einer Umwandlung von Moorackerflächen in Moorgrünland entstehen.

7 Literaturverzeichnis

- Adam-Schumm, K. (2011): Bericht THG aus Mooren - Literaturstudie im Rahmen von Moore-BW des Instituts für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim, 21 Seiten (unveröffentlicht)
- Beamish, D. (2013): Gamma ray attenuation in the soils of Northern Ireland, with special reference to peat. *J Environ Radioact.* 115 (2013), 13 – 27, doi: 10.1016/j.jenvrad.2012.05.031, Epub 2012 Aug 2.
- Bechtold, M., Tiemeyer, B., Belting, S., Laggner, A., Leppelt, T., Frahm, E. und Freibauer, A. (2013): Upscaling of annual mean and dynamics of water table depth in German organic soils. – Präsentation zum Vortrag bei der EGU-Tagung am 11.4.2013, Wien (unveröffentlicht)
- Behr, S. (2013): Experteninterviews mit Mitarbeiterin der Stiftung Naturschutz Pfrunger-Burgweiler Ried, Wilhelmsdorf (mündliche Mitteilung)
- BGR - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [Hrsg.]. (2005). *Bodenkundliche Kartieranleitung* (5., verb. und erw. Aufl.). Stuttgart: Schweizerbart [i. Komm.].
- Blaschke, T. (2010): Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1) 2-16.
- Breuning, T. (1995): Die Biotoperhebungen in den naturräumlichen Großlandschaften Baden-Württembergs – Ergebnisse der Biotopkartierung 1981 – 1989.- In: Höll, N. und Breuning, T. (1995): *Biotopkartierung Baden-Württemberg – Ergebnisse der landesweiten Erhebungen 1981-1989*. Beiheft zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg. Karlsruhe, 81: 1-544.
- Bruzzone, L., Prieto, D. F. (1999): A Bayesian Approach to Automatic Change Detection. *Proc. IEEE 1999. International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. Hamburg.
- Bussell, J.; Pullin, A.S.; Healey, J.R.; Jones, D.L. (2010): How do draining and re-wetting affect carbon stores and greenhouse gas fluxes in peatland soils? *Systematic Review CEE 08-012 (SR 49)*. 74 S. http://www.environmentalevidence.org/Documents/Completed_Reviews/SR49.pdf
- Byrne KA, Chojnicki B, Christensen TR, Drösler M, Freibauer A, Friborg T, Frohking S, Lindroth A, Mailhammer J, Malmer N, Selin P, Turunen J, Valentini R, Zetterberg L (2004): EU peatlands: Current carbon stocks and trace gas fluxes. *CarboEurope-GHG Concerted Action – Synthesis of the European Greenhouse Gas Budget*. Report 4/2004. Specific Study. Tipo-Lito Recchioni. Viterbo. October 2004. ISSN 1723-2236
- Carroll, T.R. (1981): Airborne soil moisture measurement using natural terrestrial gamma radiation. *Soil Science* 132 (5), 358-366.

- Cohen, J. (1960): A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement* 20: 37-64.
- Congalton, R.G. (1991): A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Journal of remote sensing and environment* 37: 35-46.
- Couwenberg, J. (2009) Methane emissions from peat soils (organic soils, histosols). Facts, MRV-ability, emission factors. *Wetlands International*. Ede. The Netherlands, 14 S.
http://www.imcg.net/media/download_gallery/climate/couwenberg_2009b.pdf
- Couwenberg, J., Augustin, J., Michaelis D., Wichtmann, W., Joosten, H. (2008): Entwicklung von Grundsätzen für eine Bewertung von Niedermooren hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. Endbericht. Institut für Botanik und Landschaftsökologie. Greifswald. 32 S. <http://paludiculture.botanik.unigreifswald.de/documents/gest.pdf>
- DESTATIS – Statistisches Bundesamt (2012): Landwirtschaftszählung 2010. Die unteren Erfassungsgrenzen der Agrarstrukturerhebung 2007 und 2010.
In: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/Landwirtschaftszaehlung2010/ErfassungsgrenzenLWZ2010.html> (Abrufdatum: 04.10.2012)
- Dickson, B.L., Scott, K.M. (1997): Interpretation of aerial gamma-ray survey – adding the geochemical factors. *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics* 17, 187 – 200.
- Drösler, M. (2005) Trace gas exchange of bog ecosystems. Southern Germany: Dissertation; Lehrstuhl für Vegetationsökologie; TU-München. 179 S.
- Drösler, M. (2012): Tabellarische Zusammenstellung von Treibhausgasemissionen und mittleren Grundwasserständen von Moorböden in Süddeutschland auf Basis aktueller Emissionsmessungen (siehe Drösler et al. 2013), pers. Mitt. vom 20.09.2012
- Drösler, M., Adelman, W., Augustin, J., Bergman, L., Beyer, C., Chojnicki, B., Förster, C., Freibauer, A., Giebels, M., Görlitz, S., Höper, H., Kantelhardt, J., Liebersbach, H., Hahn-Schöfl, M., Minke, M., Petschow, U., Pfadenhauer, J., Schaller, L., Schägner, P., Sommer, M., Thuille, A., und Wehrhan, M. (2013): Klimaschutz durch Moorschutz – Schlussbericht des Vorhabens „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ 2006-2010 für den BMBF- Förderschwerpunkt klimazwei, 191 S.
- Drösler, M., Freibauer, A., Adelman, W., Augustin, J., Bergman, L., Beyer, C., Chojnicki, B., Förster, C., Giebels, M., Görlitz, S., Höper, H., Kantelhardt, J., Liebersbach, H., Hahn-Schöfl, M., Minke, M., Petschow, U., Pfadenhauer, J., Schaller, L., Schägner, P., Sommer, M., Thuille, A., und Wehrhan, M. (2011): Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis - Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ 2006-2010. - Arbeitsberichte aus dem vTI-Institut für Agrarrelevante Klimaforschung 04/2011, Braunschweig, 15 S.
- Flessa, H., Wild, U., Klemisch, M., Pfadenhauer, J. (1997): C- und N-Stoffflüsse auf Torfstichsimulationsflächen im Donaumoos. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung*. 38:11–17.

- Franke, J., Keuck, V., Siegert, F. (2012): Assessment of grassland use intensity by remote sensing to support conservation schemes. *Journal for Nature Conservation*, S. 1–10.
- Giltrap, D.L., Li, C. & Saggarr, S., 2010. DNDC: A process-based model of greenhouse gas fluxes from agricultural soils Elsevier B.V. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 136(3-4), S.292–300. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880909001996> [Zugriff 20.10.2013].
- Göttlich, K. (1960): Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Moore in Oberschwaben. Teil I: Moore im Bereich der Altmoräne und der äußeren Jungmoräne.- Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, 115: 93-174, Stuttgart.
- Göttlich, K. (1973): Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Moore in Oberschwaben. Teil II: Moore im Bereich des württembergischen Allgäu.- Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg. Stuttgart, 128: 127-141.
- Göttlich, K. (1973): Das Naturschutzgebiet Weingartner Moor im Kreis Karlsruhe – Aufbau und Entwicklungsgeschichte.- Veröff. Landesst. N. u. L. Bd.-Wttb. 41: 166-179.
- Göttlich, K. (1965 - 1980): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50000 mit Erläuterungen, Hrsg. vom Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und dem Regierungspräsidium Südwürttemberg-Hohenzollern (später Regierungspräsidium Tübingen), Abt. Wasserwirtschaft, Stuttgart: Landesvermessungsamt.
- Grasty, R.L. (1997): Radon emanation and soil moisture effects on airborne gamma ray measurements. *Geophysics* 62 (5), 1379-1385.
- Grüttner, A. (1990): Die Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe der Moore des westlichen Bodenseegebietes.- *Dissertationes Botanicae* 157, J. Cramer, Berlin – Stuttgart, 323 S., inklusive Anhang.
- Holz, I. (2011): Ergebnisse der Vegetationskartierung Pfrunger-Burgweiler Ried im Rahmen von Moore-BW (Unveröffentlicht)
- Höper, H. (2007) Freisetzung klimarelevanter Gase aus deutschen Mooren. *Telma* 37: 85-116.
- Höper, H., Augustin, J., Cagampan, J.P., Drösler, M., Ludin, L. Moor, E., Vasander, H., Waddington, J.M., Wilson, D. (2008): Restoration of peatlands and greenhouse gas balances. In: *Peatlands and climate change*. Strack, M. (ed.): 182-210. http://www.peatsociety.org/user_files/files/PeatlandsandClimateChangeBookIPS2008.pdf
- IAEA - International Atomic Energy Agency (2003): Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. Wien: IAEA.
- ILPÖ – Institut für Landschaftsplanung und Ökologie der Universität Stuttgart (1996): Räumlich differenzierte Schutzprioritäten für den Arten und Biotopschutz in Baden-Württemberg – Zielartenkonzept. 1691 S.

- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (1995): Climate Change 1995, The Science of Climate Change: Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report (GWP gemäß Kyoto Protokoll), p. 22
- Joosten, H., Augustin, J. (2006): Peatland restoration and climate: on possible fluxes of gases and money. In: Bambalov, N.N. (ed.): Peat in solution of energy, agriculture and ecology problems. Proceedings of the International Conference Minsk. May 29 – June 2. Tonpik, Minsk: 412 - 417.
- Kapfer (1996): Pflege- und Entwicklungsplan Naturschutzgroßprojekt Pfrunger-Burgweiler Ried. Ingenieurbüro für Landschaftsplanung und Landentwicklung Dr. Kapfer. Tuttlingen.
- Käufler, K. (2011): Veränderungen von Moor- und Anmoorflächen in der Nutzungsart und –intensität im Pfrunger Ried. – Bachelorarbeit am Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim, 71 S. (unveröffentlicht)
- Kaule, G. (1974): Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. Landschaftsökologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Ziele der Raumordnung und des Naturschutzes.- (= Disserationes Botanicae 27), Verlag J. Cramer, Lehre, 345 S.
- Kaule, G. & Peringer, A., 2011: Die Übergangs- und Hochmoore des Chiemgaus Vergleichende Untersuchung zur Entwicklung zwischen den Jahren 1969-72 und 2010. Ber. Bayer. Bot. Ges. 81, 109-142.
- Kazenwadt, G. (1999): Ökonomisch/ökologische Beurteilung von regionalen Agrar- und Umweltprogrammen in der Europäischen Union. Agrarwirtschaft Sonderheft 162, Agrimedia Verlag, Bergen/Dumme.
- Kern, S. (2012): Eignung gammaspektrometrischer Erkundung zur Abschätzung von Kohlenstoffvorräten in Mooren am Beispiel des Pfrunger Rieds. – Bachelorarbeit am Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim, 93 S. (unveröffentlicht)
- Kuhfeld, H.S. (2013): Das Potential von Gammaspektrometrie zur Kartierung der Torfmächtigkeit in Baden-Württemberg . – Bachelorarbeit am Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim, 53 S. (unveröffentlicht)
- Lang, G. (1990): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebiets. – Pflanzensoziologie 17. Fischer Verlag, Stuttgart/New York, 2. Auflage 462: S. 1., Auflage, 1973: 451 S.
- Lee, J. S. (2009): Improved sigma filter for speckle filtering of SAR imagery. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 47(1), S. 202-213
- LEL/MLR (2012): Landwirtschaftliche Betriebsverhältnisse und Buchführungsergebnisse Baden-Württemberg. Wirtschaftsjahr 2010/2011, Heft 60.
- LfU, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2002) (Hrsg.): Moore in Baden-Württemberg - Eigenschaften, Inventur und Funktionen. Karlsruhe, Materialien zum Bodenschutz 11, 14 S.

- LGL - Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (2013): Kartengrundlagen © für Moore-BW, Az. 2851.9-1/19. - Digitale Orthofotos DOP, Digitales Geländemodell DGM5, Digitale Topographische Karte DTK25
- Li, C., Frolking, S. & Frolking, T.A., 1992. A Model of Nitrous Oxide Evolution From Soil Driven by Rainfall Events: 1. Model Structure and Sensitivity. *Journal of Geophysical Research* 97, 9759–9776.
- Li, J., and Chen, W. (2005): A rule-based method for mapping Canada's wetlands using optical, radar and DEM data. *International Journal of Remote Sensing*, 26 (22) 5051-5069
- Lowry, C.S., Fratta, D. and Anderson, M.P. (2009): Ground penetrating radar and spring formation in a groundwater dominated peat wetland. – *J. Hydr.* 373, 68–79.
- LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2012): Moorkataster BW im UDO (Umwelt-Daten und -Karten Online), internet (10.12.2012): http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brsweb/show.xhtml?repositoryId=.Boden%20und%20Geologie.Moorkataster.moore.layer&pid=.Boden%20und%20Geologie.Moorkataster&AUTO_ANONYMOUS_LOGIN (Anwendung Moorkataster); <http://ripsdienste.lubw.baden-wuerttemberg.de/rips/ripservices/apps/uis/metadaten/beschreibung.aspx?typ=0&uuid=a193e6a9-6125-4c9d-9fea-30631d9270e0> (Metadateninformation)
- Meyer, K. (1999) Die Flüsse der klimarelevanten Gase CO₂, CH₄, N₂O eines nordwestdeutschen Niedermoors unter dem Einfluss der Wiedervernässung. *Göttinger Bodenkundliche Berichte*. 111: 134 S.
- Meyer, K.; Höper, H.; Blankenburg, J. (2001): Spurengashaushalt und Klimabilanz bei Vernässung. In: *Ökosystemmanagement für Niedermoore. Strategien und Verfahren zur Renaturierung*. Kratz, R.; Pfadenhauer, J. (eds.). Stuttgart: 104-111.
- Meynen, E. & J. Schmithüsen (1953-1962): *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands*. - Selbstverlag der Bundesanstalt für Landeskunde, Remagen, 1339 S.
- MLUV-MV - Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (2009): Konzept zum Schutz und zur Nutzung von Mooren. Fortschreibung des Konzeptes zur Bestandssicherung und zur Entwicklung der Moore In Mecklenburg-Vorpommern. Hrsg. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, 84. S. - internet (2.5.2012): http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/moorschutzkonzept_mv.pdf
- Mundel G (1976): Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooren.- *Archiv Acker- Pflanzenbau und Bodenkunde*. H. 10. 20: 669-679.
- Neal, A. (2004): Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress, *Earth Sci. Rev.* 66: 261– 330.

- Oberdorfer, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I: Fels- und Mauergesellschaften, alpine Fluren, Wasser-, Verlandungs- und Moorgesellschaften.- Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 314 S.
- Pinar, A. and Curran, P.J. (1996): Grass chlorophyll and the reflectance red edge. *International Journal of Remote Sensing*, 17, 351-357.
- Peters, W., Bruns, E., Lambrecht, H., Trautner, J., Wolf, R., Klaphake, A., Hartje, V., Köppel, J. (2008): Erfassung, Bewertung und Sanierung von Biodiversitätsschäden nach der EG-Umwelthaftungs-Richtlinie. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 52: 309 S.
- Pitz, W. and Miller, D. (2010): The TerraSAR-X satellite. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, Vol. 48, No. 2, S. 615–622.
- Raab, K. (1997): Moore und Anmoore in der Oberrheinebene.- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): *Materialien zum Bodenschutz 6*, Karlsruhe, 114 Seiten, Ill., graph. Darst., Kt.
- RapidEye Inc. (2013): White Paper: The rapideye red edge band. http://blackbridge.com/rapideye/upload/Red_Edge_White_Paper.pdf (Zugriff 1.11.2013)
- Reidl, K. , Suck, R., Bushart, M., Herter, W., Koltzenburg, M., Michiels, H.-G., Wolf, T. (2013): Potentielle Natürliche vegetation von Baden-Württemberg. Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, *Naturschutz-Spectrum Themen 100*, Karlsruhe, S. 13.
- Renger, M., Wessolek, G., Schwärzel, K., Sauerbrey, R., Siewert, C. (2002): Aspects of peat conservation and water management. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 165: 487-493.
- Richter, R. (1996): A spatially adaptive fast atmospheric correction algorithm. *Int. J. Remote Sensing*, Vol. 17, 1201-1214.
- Richter, R. (1997): Correction of atmospheric and topographic effects for high spatial resolution satellite imagery. *Int. J. Remote Sensing* 18, 1099-1111.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., and Deering, D.W. (1974): Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: Fraden, S.C., Marcanti, E.P. and Becker, M.A. (eds.), *Third ERTS-1 Symposium*, 10–14 Dec. 1973, NASA SP-351, Washington D.C. NASA, pp. 309–317.
- Röhl, M. (2005): Ableitung von Restitutionspotenzialen als Entscheidungshilfe bei der Umsetzung von Moorschutzprogrammen.- Institut für Landschafts-und Pflanzenökologie, Universität Hohenheim, Dissertation, Stuttgart, 334 S.
- Schlager, P., Krismann, A., Wiedmann, K., Hiltcher, H., Hochschild, V. und Schmieder, K. (2013): Multisensorale, objektbasierte und GIS gestützte Klassifizierung von Grünlandbiotoptypen im Biosphärengebiet Schwäbische Alb. *Photogrammetrie – Fernerkundung – Geoinformation*. 2013 (3), pp. 163-172. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.

- Schuckert, U., Hermann, G., Buchweitz, M. (2009): Stadt Tettnang. Modellprojekt „Biodiversitäts-Check für Gemeinden“ in Baden-Württemberg. Schmelzer und Friedemann, Planungsgruppe LandschaftsArchitektur und Ökologie, Ostfildern und Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung, Filderstadt. Kurzbericht Phase 1, im Auftrag der Stadt Tettnang: 44 S. (unveröff.)
- Schuckert, U., Hermann, G., Buchweitz, M. (2010): Stadt Tettnang Landkreis Bodenseekreis. Modellprojekt „Biodiversitäts-Check für Gemeinden“ in Baden-Württemberg. Abschlussbericht. Schmelzer und Friedemann, Planungsgruppe LandschaftsArchitektur und Ökologie, Ostfildern und Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung, Filderstadt. Im Auftrag der Stadt Tettnang: 63 S. (unveröff.)
- Schumacher, J., Fischer-Hüftle, P. (2011): Bundesnaturschutzgesetz. Kommentar. Kohlhammer – Rechtswissenschaften und Verwaltung – Kommentare. 2. Auflage. – 1043 S.
- Schuster, C.; Förster, M. and Kleinschmit, B. (2012): Testing the red edge channel for improving land-use classifications based on high-resolution multi-spectral satellite data. *International Journal of Remote Sensing* 33, 17, 5583-5599
- Smith, D.G. and Jol, H.M. (1995): Ground penetrating radar: antenna frequencies and maximum probable depths of penetration in Quaternary sediments. – *J. Appl. Geophysics* 33, 93-100.
- Sommer, M., Wehrhan, M. und Ngueyen, Q.D. (2012): Zwischenberichte zu den RESA Projektanträgen 277/407/457 des BMBF Verbundprojektes „Organische Böden“, Teilprojekt AP6 – Unsicherheitsanalyse Landnutzung / Vegetation, RESA Web Portal. Unveröffentlicht.
- Stala (2011): Landwirtschaftszählung 2010 in Baden-Württemberg. CD, Stand Nov. 2011, Hrsg. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart.
- Streck, T., Lamers, M., Kazda, M., Werth, M., und Fiedler, S. (2013): Repräsentative Erfassung der Emissionen klimarelevanter Gase aus Mooren Baden-Württembergs (EmMo). - Zwischenbericht zu den BW-Plus Vorhaben BWM 11001, BWM 11003, BWM 11005, 16 S.
- Streck, T., Lamers, M., Kazda, M., Werth, M., und Fiedler, S. (2014): Repräsentative Erfassung der Emissionen klimarelevanter Gase aus Mooren Baden-Württembergs (EmMo). - Zwischenbericht zu den BW-Plus Vorhaben BWM 11001, BWM 11003, BWM 11005, 18 S.
- Szyska, B.M., 2009. Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalysen des prozessorientierten Modells DNDC zur Schätzung klimarelevanter Treibhausgasemissionen aus der Pflanzenproduktion Dissertation. Justus-Liebig-Universität Gießen

- Tiemeyer, B., Freibauer, A., Drösler, M., Albiac-Borraz, E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Belting, S., Bernrieder, M., Beyer, C., Eberl, J., Eickenscheidt, T., Fell, H., Fiedler, S., Förster, C., Frahm, E., Frank, S., Giebels, M., Glatzel, S., Grünwald, T., Heinichen, J., Hoffmann, M., Hommeltenberg, J., Höper, H., Laggner, A., Leiber-Sauheitl, K., Leppelt, T., Metzger, C., Peichl-Brak, M., Röhling, S., Rosskopf, N., Rötzer, T., Sommer, M., Wehrhan, M., Werle, P. und Zeitz, J. (2013): Klimarelevanz von Mooren und Anmooren in Deutschland: Ergebnisse aus dem Verbundprojekt „Organische Böden in der Emissionsberichterstattung“. Thünen Working Paper 15, Braunschweig.
- Trautner, J. (2010): Die Krux der charakteristischen Arten. Zu notwendigen und zugleich praktikablen Prüfungsanforderungen im Rahmen der FFH-Verträglichkeitsprüfung. – *Natur und Recht*, 32 (2): 90-98.
- Trautner, J. (2011): Artenschutz und Landnutzung. Europäischer Gerichtshof urteilt zum Schutz des Feldhamsters in Frankreich. – In: *Aktuell - Recht und Gesetz*: 313-314; *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 43 (10).
- Tyc, G., Tulip, J., Schulten, D., Kruschke, M. and Oxford, M. (2005): The RapidEye mission design. *Acta Astronautica* 56, S. 213 – 219.
- UM-BW – Umweltministerium BW (2004, 2007): WaBoA Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg. Atlanten und CD-ROM. Hrsg: Umweltministerium Baden-Württemberg, Stuttgart.
- Van Beek, C.L., Pleijter, M., Kuikman, P.J. (2010): Nitrous oxide emissions from fertilized and unfertilized grasslands on peat soil. *Nutr. Cycl Agroecosyst*. DOI 10.1007/s10705-010-9408-y
- Wagner, A. und Wagner, I. (1996): Pfrunger-Burgweiler Ried-, Pflege- und Entwicklungsplan: Ökologische Grundlagen und Konzeption zum Schutz einer ober-schwäbischen Moorlandschaft. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.
- Wagner, A. & I. Wagner (2006): Ökohydrologisches Gesamtkonzept NSG Taufach-Fetzachmoos.- Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidium Tübingen (Referat 56), 235 S.
- Wagner, A. & I. Wagner (2011): Managementplan für das FFH-Gebiet 8226-341 „Feuchtgebietskomplexe nördlich Isny“- Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidium Tübingen (Referat 56), 150 S.
- Weinzierl, W. (2013): Persönliche Mitteilung zu Differentiellen GPS Messungen im Rahmen des BWPLUS-Projektes BWM 10004 (Weinzierl et al. 2013, 2014)
- Weinzierl, W. und Waldmann, F. (2014): Ermittlung langjähriger CO₂-Emissionen und Beurteilung der Moore Oberschwabens auf Basis historischer und aktueller Höhengennivellements. – Zwischenbericht des BWPLUS-Projektes BWM10004 zum Statuskolloquium am KIT Karlsruhe, 27 S.

- Weinzierl, W., Waldmann, F. und Heß, A. (2013): Ermittlung langjähriger CO₂-Emissionen und Beurteilung der Moore Oberschwabens auf Basis historischer und aktueller Höhennivellements. – Zwischenbericht des BWPLUS-Projektes BWM10004 zum Sta-tuskolloquium am KIT Karlsruhe, 8 S.
- Wright, C. and Gallant, A. (2007): Improved wetland remote sensing in Yellowstone National Park using classification trees to combine TM imagery and ancillary environmental data. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 107(4), 582-605.
- Wuchter, K., Offenwanger, H., Röhl, M. & K. Reidl (2011): ReMoKo - Regionales Moo-
rentwicklungskonzept – Abschlussbericht.- Hochschule für Wirtschaft und Umwelt
Nürtingen-Geislingen, Institut für Landschaft und Umwelt, Nürtingen, 157 S.

8 Anhang

8.1 Anhang - Verzeichnis

Anhang 1: Organische Bodensubstanz und Landnutzungszuordnung in amtlichen Kartenwerken von 12 repräsentativen Prüfpunkten im Pfrunger-Burgweiler Ried.....	121
Anhang 2: Ergebnisse zum Vergleich aktueller (2012) und früherer (nach Göttlich 1965-1980 in LUBW 2012) Torfmächtigkeiten auf Basis von Bohrlochbeschrieben	121
Anhang 3: Ergebnisse der einmaligen Wasserstandsmessungen in Moorböden im Sommerhalbjahr 2012 und Gegenüberstellung der amtl. Bodenschätzung	122
Anhang 4: Protokoll zum ersten Experten-Workshop am 18.11.2012.....	124
Anhang 5: Erläuterungen zur Methodik bei der fernerkundungsbasierten Analyse der Grünlandnutzungsintensität (von A. Kalia).....	128
Anhang 6: Vorgehaltene Aufnahmen des RapidEye Satellitensystems für die Analyse der Grünlandnutzungsintensität	132
Anhang 7: Umfang der Kalibrierung und Validierung von fernerkundungsbasierter Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität	132
Anhang 8: Screenshot des Regelwerks zur Bildklassifikation in der Software eCognition.....	133
Anhang 9: Primärdaten zu Treibhausgasemissionen und Grundwasserständen von süddeutschen Moorböden nach Drösler (2012, pers. Mitt.) basierend auf Ergebnissen der BMBF/vTI-Untersuchungen (z.B. Drösler et al. 2011, 2013) k.A. = keine Angabe, k.D. = keine Daten vorhanden	134
Anhang 10: Zusammenfassung der Inputdaten im DNDC-Modell (n. Käufler 2013).....	136
Anhang 11: Messwerte der DWD-Klimastation Pfullendorf bis August 2013 mit Niederschlag (cm), tägliche maximal/ minimal Temperatur(°C) (n. Käufler 2013).	137
Anhang 12: Datenstruktur Moorkataster	138
Anhang 13: Materialien zu „Moortypspezifische Regenerationspotenziale und Entwicklungsziele“	139
Anhang 14: Naturschutzfachliche Einschätzung von Sukzessionsstadien mit und ohne Maßnahmen auf Moorköpern.....	174
Anhang 15: Materialien zu „Naturschutzaspekte hinsichtlich Fauna“	177

Anhang 16:	Details zur Erstellung eines landnutzungslayers für die Moorkörper in den Moorregionen 1 und 2.....	209
Anhang 17:	Bilanztabellen zu Landnutzung und Emission.....	221
Anhang 18:	Zuordnung einer Feuchtstufe zu den Kartiereinheiten der PNV223	
Anhang 19:	Emission nach Landkreisen und Gemeinden.....	225
Anhang 20:	Beschreibung der Schwerpunktgebiete	233
Anhang 21:	Fragenkatalog zur Bedeutung der Moore in der Landschaftsplanung.....	272

8.2 Anhang - Dokumente und Tabellen

Die Dokumente und Tabellen befinden sich nicht in der Druckfassung, sondern nur im digitalen pdf-Dokument

Anhang 1: Organische Bodensubstanz und Landnutzungszuordnung in amtlichen Kartenwerken von 12 repräsentativen Prüfpunkten im Pfrunger-Burgweiler Ried

Prüf-punkt	Org. Subst. [%]	Oberboden substrat [0-30 cm]	Nutzung 2011	Klassenzei-chen ABS	Moorkarte	ATKIS
10	62,2	Torf	Grünland (Weide)	Mo3b2	Hochmoor	Moor/Moos
11	53,2	Torf	Grünland (Weide)	Mo3b2	Hochmoor	Moor/Moos
12	94,0	Torf	Grünland (Weide)	Mo3b2	Hochmoor	Moor/Moos
13	94,6	Torf	Wald (Laub)	-	Hochmoor	Wald/Forst
14	93,2	Torf	Wald (Nadel)	-	Hochmoor	Wald/Forst
21	31,4	Torf	Grünland (Wiese)	Mo3b2	Niedermoor	Grünland
22	11,9	Mineralisch	Grünland (Wiese)	TMob3	Niedermoor	Grünland
31	6,2	Mineralisch	Grünland (Wiese)	sL4D	Niedermoor	Grünland
32	8,3	Mineralisch	Grünland (Wiese)	L2b3	Niedermoor	Grünland
33	30,6	Torf	Grünland (Wiese)	Mo2b2	Niedermoor	Grünland
34	21,0	Anmoor	Grünland (Wiese)	Mo2b3	Niedermoor	Grünland
35	82,2	Torf	Wald (Nadel)	-	Niedermoor	Wald/Forst

Anhang 2: Ergebnisse zum Vergleich aktueller (2012) und früherer (nach Göttlich 1965-1980 in LUBW 2012) Torfmächtigkeiten auf Basis von Bohrlochbeschreibungen

Moor	Kartier-Nr.	Nr. in LUBW 2012	R-Wert	H-Wert	Nutzung	Torf in cm / aktuell in 2012	Torf in cm / früher n. LUBW 2012
Äpfinger-Ried	AR01	1020004138	3562328	5337795	Grünland	40	40
Äpfinger-Ried	AR02	1020004170	3562620	5337158	Wald (Fichte)	70	80
Äpfinger-Ried	AR03	1020004167	3562403	5336958	Wald (Fichte)	65	90
Äpfinger-Ried	AR04	1020004168	3562481	5337028	Wald (Bruch)	>100	80
Harprechtser Moos	HM009	1020022358	3573258	5283711	Grünland	0	0
Harprechtser Moos	HM077	1020022426	3573371	5283622	Grünland	35	0
Harprechtser Moos	HM087	1020022436	3573421	5283170	NSG (Pflege)	>100	110
Harprechtser Moos	HM153	1020022502	3573512	5283179	Grünland	50	100
Klingler Weiher	KW252	1020021445	3568631	5286934	Grünland	90	110
Klingler Weiher	KW277	1020021460	3568711	5286807	Grünland	37	100
Klingler Weiher	KW287	1020021470	3568780	5286791	Grünland	80	150
Leimbacher Ried	LM065	1020022015	3532722	5284572	Grünland (Brache)	>100	160
Leimbacher Ried	LM069	1020022019	3532922	5284498	Grünland	0	0
Leimbacher Ried	LM090	1020022040	3532866	5284352	Grünland	>100	170
Leimbacher Ried	LM191	1020020772	3532315	5285370	NSG (Pflege)	>100	170
Ölkofen-Herbertinger Ried	OH01	1020005188	3529574	5323676	Grünland	0	40
Ölkofen-Herbertinger Ried	OH02	1020005214	3529648	5323695	Grünland	40	70
Ölkofen-Herbertinger Ried	OH03	1020005231	3529851	5323780	Grünland (Brache)	35	70
Pfrunger Ried	PR01/SK04d	1020017961	3532103	5305614	Grünland (intensiv)	0	40
Pfrunger Ried	PR02/SK05e	1020017961	3532090	5305594	Grünland (intensiv)	25	40
Pfrunger Ried	PR05/SK08h	1020017964	3532032	5305503	Grünland (intensiv)	67	70
Pfrunger Ried	PR11/SK02b	1020017962	3532155	5305668	Acker (Gerste)	0	30
Taubenried	TR01	1020010415	3522987	5310101	Grünland	60	80
Taubenried	TR02	1020010339	3522932	5310247	Grünland (extensiv)	50	70
Taubenried	TR03	1020010295	3522930	5310340	Grünland (Brache)	45	35
Taubenried	TR04	1020010278	3522871	5310351	Wald (Fichte)	75	90
Taubenried	TR05	1020010699	3520888	5308426	Acker (Weizen)	70	60
Waldburger Moose	WM129	1020021093	3554924	5291064	Grünland (extensiv)	90	90
Waldburger Moose	WM136	1020021100	3554952	5290865	NSG (Pflege)	>100	270
Waldburger Moose	WM141	1020021105	3554973	5290773	NSG (Pflege)	20	0

Anhang 3: Ergebnisse der einmaligen Wasserstandsmessungen in Moorböden im Sommerhalbjahr 2012 und Gegenüberstellung der amtl. Bodenschätzung

Moor	Kartier-Nr.	R_Wert	H_Wert	Nutzung	GW unt.Flur [cm]	Klassen- zeichen ABS	Zustand- stufe ABS	Wasser- stufe ABS	Acker-/ Grünland- zahl ABS
Altshäuser Ried	80231148	3541639,75	5311897,00	Acker	74	LMO##b#2	0	2	41 - 60
Altweihermoor	82220026	3536286,50	5288028,00	Grünland-ext	7	L#3#a#5	3	5	
Altweihermoor	82220079	3536907,25	5287221,50	Grünland-int	45	L#2#a#3	2	3	28 - 40
Andelsbachtal-Moor	80210771	3519683,75	5313196,50	Acker	59	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Andelsbachtal-Moor	80211109	3520662,75	5311161,50	Acker	63	LMO##b#2	0	2	41 - 60
Andelsbachtal-Moor	80210810	3519752,25	5313010,00	Grünland-int	85	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Äpfinger-Ried	78240772	3561734,75	5336756,00	Acker	55	LMO##b#2	0	2	41 - 60
Äpfinger-Ried	AR04	3562480,50	5337028,00	Wald (Bruch)	25	Mo#2#b#3	2	3	28 - 40
Äpfinger-Ried	AR02	3562620,00	5337158,00	Wald (Fichte)	40	Mo##b#2	0	2	28 - 40
Äpfinger-Ried	AR03	3562402,50	5336957,50	Wald (Fichte)	30	Mo#2#b#3	2	3	28 - 40
Äpfinger-Ried	78250225	3562402,50	5336957,50	Wald (Nadel)	51	Mo#2#b#3	2	3	28 - 40
Badhausried	80231958	3542628,25	5317496,50	Grünland-int	60	LMO##b#2	0	2	41 - 60
Beizkofer Ried	79220760	3527003,00	5322395,50	Grünland-int	48	Mo/S##b#3	0	3	28 - 40
Bohlweilermoor	82230003	3549779,00	5292312,00	Grünland	50	MoL##b#3	0	3	28 - 40
Bohlweilermoor	82230063	3549662,50	5291909,50	Grünland-int	43	Mo#3#b#4	3	4	20 - 27
Brunnenholzried	80240403	3553692,75	5313573,00	Grünland-int	78	Mo#2#b#2	2	2	41 - 60
Ebenweiler Moor	81230008	3537857,00	5306684,50	Grünland-int	49	L#2#b#2	2	2	41 - 60
Ebersbacher Moor	80231410	3544353,75	5313304,50	Grünland-int	50	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Eisenhammer-, Gruendels- u. Harprechtser Moos	83250087	3573421,00	5283170,00	Grünland-int	2	Mo#2#b#5	2	5	<20
Eisenhammer-, Gruendels- u. Harprechtser Moos	83250153	3573511,75	5283178,50	Grünland-int	40	LMO##b#2	0	2	28 - 40
Federseemoor	78230405	3547326,50	5331013,50	Grünland-ext	49	Mo#2#b#4	2	4	20 - 27
Federseemoor	78230491	3546752,00	5329996,50	Grünland-ext	54	Mo#2#b#4	2	4	20 - 27
Federseemoor	78230299	3548006,50	5332368,00	Grünland-int	72	Mo#1#b#2	1	2	41 - 60
Federseemoor	79230067	3544926,25	5328043,50	Grünland-int	60	Mo#2#b#3	2	3	28 - 40
Federseemoor	79230190	3543918,00	5327392,00	Grünland-int	39	Mo#1#b#3	1	3	28 - 40
Federseemoor	79230315	3543975,00	5326177,50	Grünland-int	60	MoT##b#3	0	3	28 - 40
Federseemoor	79230758	3545909,75	5323928,00	Grünland-int	65	Mo#1#b#3	1	3	28 - 40
Federseemoor	78230352	3547783,00	5331443,00	Ödland	51	Mo#2#b#3	2	3	28 - 40
Federseemoor	78230430	3547899,50	5330795,50	Ödland	52	Mo#2#b#3	2	3	28 - 40
Federseemoor	79230203	3543553,00	5326996,00	Wald (Nadel)	41	Mo#1#b#3	1	3	28 - 40
Fetzach-Taufach-Moor	82260138	3576613,50	5291721,00	Grünland-ext	39	Mo#2#b#4	2	4	28 - 40
Fetzach-Taufach-Moor	82260106	3577346,00	5292125,00	Grünland-int	48	L#2#b#2	2	2	41 - 60
Fetzach-Taufach-Moor	82260011	3577129,00	5291398,50	Wald (Nadel)	48	Mo#3#b#5	3	5	
Friedberger Moor	79220215	3530179,00	5319891,50	Grünland-int	79	LMO##b#2	0	2	41 - 60
Füramoos	80250032	3566664,75	5317458,00	Grünland-int	37	LMO##b#2	0	2	41 - 60
Gierensberger Weiher-Moor	82250008	3563013,25	5288542,00	Grünland-int	35	Mo#3#b#2	3	2	28 - 40
Grabenried u. Egeelseemoor	80240287	3553744,00	5315414,50	Grünland-ext	37	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Grabenried u. Egeelseemoor	80240267	3553448,00	5315014,50	Grünland-int	72	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Grabenried u. Egeelseemoor	80240353	3553186,50	5314117,50	Grünland-int	87	L#2#b#2	2	2	41 - 60
Harprechtser Moos	HM077	3573371,25	5283622,00	Grünland	70	MoT##b#2	0	2	28 - 40
Harprechtser Moos	HM153	3573511,75	5283178,50	Grünland	50	LMO##b#2	0	2	28 - 40
Harprechtser Moos	HM087	3573421,00	5283170,00	NSG (Pflge)	5	Mo#2#b#5	2	5	<20
Hermannsberger Weiher Moor	83240122	3552639,55	5276138,08	Ödland	4	Mo#3#a#4	3	4	
Herrgottsried	81250068	3569474,00	5305918,50	Grünland-int	18	L#2#b#2	2	2	28 - 40
Herrgottsried	81250241	3569516,00	5304947,00	Grünland-int	14	LMO##b#2	0	2	28 - 40
Herrgottsried	81250356	3569132,75	5304119,00	Grünland-int	42	Mo#3#b#2	3	2	28 - 40
Hopfenweiler Weiher-Moor	80240080	3557395,25	5311192,00	Ödland	52	Mo#2#b#4	2	4	28 - 40
Hosskircher Moore	80220341	3532619,25	5311063,00	Acker	92	Mo#1#b#2	1	2	41 - 60
Hosskircher Moore	80220475	3534088,25	5311097,50	Grünland-int	45	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Hosskircher Moore	80220836	3535115,00	5311443,00	Grünland-int	36	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Hosskircher Moore	80220960	3536066,00	5310379,00	Grünland-int	19	LMO##b#4	0	4	28 - 40
Kahrmoor b. Burgweiher u. Riedle b. Michelw.	80240476	3554589,75	5313556,00	Grünland-int	73	L/MO##b#3	0	3	28 - 40
Klingler Weiher	KW252	3568630,50	5286933,50	Grünland	30	LMO##b#3	0	3	28 - 40
Klingler Weiher	KW277	3568711,00	5286806,50	Grünland	55	LMO##b#3	0	3	28 - 40
Klingler Weiher	KW287	3568780,00	5286791,00	Grünland	60	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Klingler Weiher	82250252	3568630,50	5286933,50	Grünland-int	33	LMO##b#3	0	3	28 - 40
Leimbacher Ried	LM090	3532865,75	5284351,50	Grünland	45	Mo#2#a#2	2	2	28 - 40
Leimbacher Ried	LM065	3532722,00	5284572,00	Grünland-brach	0	Mo#3#a#5	3	5	28 - 40
Leimbacher Ried	LM191	3532314,50	5285370,00	NSG (Pflge)	27	Mo#1#a#5	1	5	<20
Moore b. Wolfertsreute u. Rappenmoos	80230029	3537503,75	5312350,50	Acker	53	MoL##b#3	0	3	28 - 40
Moore im Risstal b. Appendorf	79240246	3557993,00	5321733,00	Grünland-int	75	LMO##b#2	0	2	41 - 60
Moore im Risstal b. Appendorf	79240456	3557210,00	5320779,00	Grünland-int	61	Mo#1#b#2	1	2	41 - 60
Moore im Risstal b. Appendorf	79240620	3557362,00	5319642,00	Grünland-int	78	LMO##b#3	0	3	28 - 40
Moorkomplex Leimbacher Ried	82220191	3532314,50	5285370,00	Grünland-ext	13	Mo#1#a#5	1	5	<20
Moorkomplex Leimbacher Ried	83220090	3532865,75	5284351,50	Grünland-int	49	Mo#2#a#2	2	2	28 - 40

Anhang 3 (Fortsetzung)

Moor	Kartier-Nr.	R_Wert	H_Wert	Nutzung	Klassen- zeichen ABS	Zustand- stufe ABS	Wasser- stufe ABS	Acker-/ Grünland- zahl ABS	
Mühlhauserried	81180265	3486132,75	5297344,00	Acker	90	ISMo##a#2	0	2	41 - 60
Mühlhauserried	81180287	3486245,75	5297371,50	Acker	46	ISMo##a#2	0	2	41 - 60
Mühlhauserried	81180200	3485743,75	5297700,50	Grünland	44	Mo#3#a#4	3	4	28 - 40
Mühlhauserried	81180307	3486431,00	5297155,50	Grünland-int	58	LMo##a#2	0	2	28 - 40
Musbach-Boos-Hochberger Moor	80231673	3540945,00	5316475,00	Grünland-int	54	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Musbach-Boos-Hochberger Moor	80231865	3542671,25	5314924,50	Grünland-int	44	Mo#1#b#2	1	2	41 - 60
Nasseemoor-Unterer Bruehl	81230195	3539571,00	5306640,50	Grünland-ext	57	LMo##b#3	0	3	28 - 40
Noerdliches Kronried	79221500	3535950,50	5321957,50	Grünland-int	68	LMo##b#3	0	3	28 - 40
Noerdliches Kronried	79231751	3538251,25	5320526,50	Grünland-int	60	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Ölkofen-Herbertinger Ried	OH01	3529574,00	5323675,50	Grünland	70	L#2#b#3	2	3	41 - 60
Ölkofen-Herbertinger Ried	OH02	3529648,00	5323695,00	Grünland	40	Mo#1#b#3	1	3	28 - 40
Ölkofen-Herbertinger Ried	OH03	3529851,00	5323779,50	Grünland-brach	50	Mo#2#b#3	2	3	
Ölkofen-Herbertinger Ried	79220470	3529645,25	5323734,50	Grünland-int	56	Mo#1#b#3	1	3	28 - 40
Ostrachmoor (Bremer Ried / Rosnaer Ried)	79220846	3525224,75	5320185,00	Grünland-int	77	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Ostrachmoor (Bremer Ried / Rosnaer Ried)	79221015	3526995,25	5320469,50	Grünland-int	56	Mo#1#b#2	1	2	41 - 60
Ostrachmoor (Bremer Ried / Rosnaer Ried)	79221044	3527475,00	5320895,00	Grünland-int	68	LMo##b#3	0	3	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	81220333	3532170,25	5304426,50	Acker	55	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	PR11/SK02b	3532154,73	5305668,38	Acker	65	IS#2#b#2	2	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	80222429	3530896,25	5307855,50	Grünland	30	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	81220384	3531579,25	5304532,50	Grünland	50	Mo#3#b#2	3	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	PR07/SK10j	3532002,69	5305456,30	Grünland	45	Mo#3#b#2	3	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	PR08/SK11k	3531967,92	5305417,19	Grünland	40	Mo#3#b#2	3	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	80220081	3527802,25	5309831,50	Grünland-int	70	Mo#2#b#2	2	2	41 - 60
Pfrunger-Burgweiler Ried	80221635	3528596,25	5310276,50	Grünland-int	80	Mo#2#b#2	2	2	41 - 60
Pfrunger-Burgweiler Ried	80222267	3529686,00	5308917,00	Grünland-int	90	Mo#2#b#2	2	2	41 - 60
Pfrunger-Burgweiler Ried	80222441	3530914,25	5307580,00	Grünland-int	80	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	81220136	3529530,00	5304874,50	Grünland-int	60	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	81220169	3529814,00	5304613,00	Grünland-int	55	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	81220312	3532127,25	5304610,00	Grünland-int	70	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	81220382	3531775,25	5304496,00	Grünland-int	45	Mo#3#b#2	3	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	81220552	3533038,25	5306345,50	Grünland-int	10	Mo#2#b#2	2	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	81220759	3534215,25	5305634,00	Grünland-int	45	LMo##b#2	0	2	41 - 60
Pfrunger-Burgweiler Ried	PR01/SK04d	3532102,68	5305614,35	Grünland-int	70	Mo#S#b#2	0	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	PR02/SK05e	3532090,33	5305593,90	Grünland-int	67	Mo#S#b#2	0	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	PR04/SK07g	3532063,18	5305545,57	Grünland-int	91	Mo#3#b#2	3	2	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	PR05/SK08h	3532032,26	5305502,78	Grünland-int	84		0	0	
Pfrunger-Burgweiler Ried	PR06/SK09i	3532018,66	5305482,33	NSG (Seggen)	55	Mo#3#b#3	3	3	28 - 40
Pfrunger-Burgweiler Ried	PR09/SK12i	3531891,95	5305405,65	Wald (Birke)	30	Mo#3#b#2	3	2	28 - 40
Rimpacher Moor	82260392	3579736,75	5289270,00	Grünland-int	57	Mo#3#b#4	3	4	<20
Rimpacher Moor	82260334	3579847,25	5289763,50	Wald (Nadel)	42	Mo#3#b#5	3	5	
Ruhestetter-Herdwanger Moor	81200387	3512063,00	5303577,50	Grünland-int	28	Mo#1#b#2	1	2	41 - 60
Ruhestetter-Herdwanger Moor	81200424	3512197,00	5303421,50	Grünland-int	21	Mo#1#b#2	1	2	41 - 60
Ruhestetter-Herdwanger Moor	81200510	3512139,25	5305761,00	Grünland-int	37	Mo#1#b#2	1	2	41 - 60
Ruhestetter-Herdwanger Moor	81200540	3512202,50	5305515,50	Grünland-int	14	Mo#2#b#3	2	3	28 - 40
Ruhestetter-Herdwanger Moor	81200495	3512343,50	5306031,50	Ödland	44	Mo#2#b#3	2	3	28 - 40
Ruhestetter-Herdwanger Moor	81200503	3512362,50	5305931,00	Ödland	14	Mo#2#b#3	2	3	28 - 40
Schwarzenbach-Moor	78150015	3439768,25	5331629,00	Grünland-ext	2	Mo#2#d#4	2	4	<20
Schwarzenbach-Moor	78150043	3439894,00	5331595,50	n.b.	1	Mo#2#d#4	2	4	<20
Schwarzenbach-Moor	78150005	3439701,25	5331850,50	Ödland	0	Mo#2#d#4	2	4	<20
Schwarzenbach-Moor	78150011	3439738,50	5331727,50	Ödland	27	Mo#2#d#4	2	4	<20
Schwarzenbach-Moor	78150030	3439883,00	5331829,00	Ödland	7	Mo#2#d#4	2	4	<20
Schwarzenbach-Moor	78150057	3439947,75	5331784,50	Ödland	14	Mo#2#d#4	2	4	<20
Schwarzenbach-Moor	78150008	3439723,50	5331776,00	Wald (Nadel)	5	Mo#2#d#4	2	4	<20
Schwarzenbach-Moor	78150037	3439881,50	5331647,50	Wald (Nadel)	17	Mo#2#d#4	2	4	<20
Schwarzenbach-Moor	78150047	3439881,00	5331545,00	Wald (Nadel)	41	Mo#2#d#4	2	4	<20
Schwenninger Moor mit dem Kugelmoos	79170249	3464123,00	5322576,00	Grünland-ext	34	Mo#3#c#4	3	4	<20
Seedener Weiher-Moor u. Anmoore	81240014	3555817,75	5306482,50	Grünland-int	84	Mo#1#b#3	1	3	28 - 40
Steinacher Ried	80240868	3553288,50	5308782,00	Grünland-int	70	Mo#2#b#2	2	2	41 - 60
Stubener Moor	80231070	3542358,00	5308596,00	Acker	68	L#2#b#2	2	2	41 - 60
Taubenried	TR01	3522986,75	5310100,50	Grünland	70	LMo##b#2	0	2	41 - 60
Taubenried	TR03	3522929,50	5310340,00	Grünland-brach	45	Mo#2#b#4	2	4	20 - 27
Taubenried	80211851	3522941,50	5310344,00	Grünland-ext	44	Mo#2#b#4	2	4	20 - 27
Taubenried	TR02	3522932,00	5310247,00	Grünland-ext	75	Mo#2#b#4	2	4	20 - 27
Taubenried	80211971	3522986,75	5310100,50	Grünland-int	76	LMo##b#2	0	2	41 - 60
Taubenried	TR04	3522871,00	5310350,50	Wald (Fichte)	35	Mo#1#b#2	1	2	28 - 40
Waldburger Moose	WM129	3554924,00	5291064,00	Grünland-ext	40	L#2#c#3	2	3	28 - 40
Waldburger Moose	82240129	3554924,00	5291064,00	Grünland-int	21	L#2#c#3	2	3	28 - 40
Waldburger Moose	WM136	3554952,00	5290864,50	NSG (Pflanze)	5	Mo#3#c#5	3	5	<20
Waldburger Moose	WM141	3554973,25	5290772,50	NSG (Pflanze)	70	Mo#3#c#5	3	5	<20

Anhang 4: Protokoll zum ersten Experten-Workshop am 18.11.2012

Zusammenfassung der Ergebnisse des Expertenworkshops vom 18.11.2011 an der Universität Hohenheim

Im Rahmen des Projekts wurde ein Workshop organisiert, bei dem sich am 18.11.2011 an der Universität Hohenheim rund 30 Experten aus unterschiedlichen Fachdisziplinen und Institutionen wie z.B. Forschungseinrichtungen, Interessensverbänden, Landesverwaltung sowie Praxis trafen, um die derzeitige und die zukünftige Moornutzung zu diskutieren. Dies geschah überwiegend im Rahmen von Arbeitsgruppen, die die unterschiedlichen fachlichen Schwerpunkte des Projektes beleuchteten (Boden/Klima, Naturschutz und Land-/Forstwirtschaft). Das Ergebnis der Gruppenarbeit ergab eine Spontaneinschätzung der Wertigkeit unterschiedlicher Nutzungsformen auf Moorstandorten hinsichtlich ihrer Klimawirkung bzw. unterschiedlicher möglicher Nutzungsumwandlungen, die auf den ersten Blick sehr heterogen wirkte. Auf den zweiten Blick wurden jedoch häufig gleichgerichtete Bewertungstendenzen erkennbar, die sich jeweils im Bewertungsansatz unterschieden.

Bewertung unterschiedlicher Nutzungsformen auf Moorstandorten

- Die verschiedenen Bewertungsansätze ergaben sich aus einem unterschiedlichen beruflichen Erfahrungshintergrund zu den einzelnen Bewertungsaspekten und aus den unterschiedlichen Nutzungsinteressen.
- Die Einordnung der Wertigkeit unterschiedlicher Nutzungsformen auf Mooren durch die Arbeitsgruppen ist sehr unterschiedlich. Für die Arbeitsgruppe Land-/Forstwirtschaft sinkt die Wertigkeit der Moore mit abnehmender Nutzungsmöglichkeit. Bei der Arbeitsgruppe Naturschutz ist die Wertigkeit der Moore umso höher, je geringer die Nutzung und je feuchter der Standort ist. Die Arbeitsgruppe Boden/Klima ordnet denjenigen Nutzungen ein hohes Maß an Klimawirksamkeit zu, die einen vergleichsweise hohen Torfschwund aufweisen.
- Ganz offensichtlich wurde, dass bei der Bewertung der Klimarelevanz die Systemgrenzen und Länge der Betrachtungszeiträume genau zu definieren sind. Die Betrachtungen sollten letztendlich auf ein Jahr umgerechnet werden.
- Bei der Klassifizierung von Nutzungstypen sollten die Grundwasserstände im Vordergrund stehen. Die Gruppe „Boden-/Klimaschutz“ machte hierzu einige Vorschläge, die es im Projekt weiter auszuarbeiten gilt.
- Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere beim Grünland, das einen großen Anteil der bewirtschafteten Moorfläche einnimmt, die Einschätzungen der Experten am diversesten sind. Daher wird in der weiteren Projektzeit eine besonders intensive Analyse der Nutzungsformen auf Moorgrünland erfolgen.

Im Ergebnis ergaben sich die in der folgenden Tabelle aufgeführten Nutzungsformen von Moorstandorten, die im Projekt berücksichtigt werden sollen und insbesondere im Bereich der Grünlandnutzung noch genauer spezifiziert werden sollen.

Übersicht zu „Relevante Nutzungsformen von Moorstandorten...“ siehe 3.1.2

Anhang 4 (Fortsetzung)

Die AG Boden/Klima hat darüber hinaus Orientierungswerte zum Grundwasserstand der einzelnen Nutzungsformen zur Diskussion vorgeschlagen

Landwirtschaft

- Acker (mit Pflug): >60-80 cm
- Acker (pfluglos): >60-80 cm
- intensives Grünland (trocken, ohne Umbruch zur Neueinsaat): >60-80 cm,
- extensives Grünland (trocken): >60-80 cm
- extensives Grünland (feucht): 30-40 cm
- extensives Grünland (nass): 10-20 cm

Agroforst

- Kurzumtriebsplantagen (trocken): >60-80 cm
- Kurzumtriebsplantagen (feucht): 30-40 cm

Forstwirtschaftliche Nutzung

- Wirtschaftsförste (trocken): >80 cm
- Wirtschaftsförste (feucht): 30-80 cm
- Bruch-/Moorwälder (nass/feucht): 10-30 cm

Sukzessionsflächen

- ehemals landwirtschaftlich genutzte Flächen (trocken): >60-80 cm
- ehemals landwirtschaftlich genutzte Flächen (feucht): 30-40 cm
- ehemals landwirtschaftlich genutzte Flächen (nass): 10-20 cm
- ehemalige Torfabbauflächen (trocken): >60-80 cm
- ehemalige Torfabbauflächen (feucht/nass): 30-40 cm

Bewertung möglicher Nutzungsumwandlungen auf Moorstandorten

Bei der Bewertung von möglichen Nutzungsumwandlungen auf Moorstandorten standen bei der Arbeitsgruppe „Land- und Forstwirtschaft“ die technische Machbarkeit und die Option einer weiteren wirtschaftlichen Nutzung im Vordergrund, bei den Gruppen „Boden/Klima“ und „interdisziplinäre Wissenschaft“ die Klimawirksamkeit und bei der Gruppe „Naturschutz“ die Klimawirksamkeit und die Naturschutzinteressen. Bei der Bewertung haben die einzelnen Arbeitsgruppen, neben der Klimarelevanz auch ihre eigenes Fachwissen bzw. wirtschaftliches Interesse oder aber auch die Frage der Realisierbarkeit ins Kalkül gezogen.

So war bei der *AG Land-/Forstwirtschaft* auch die Tatsache, ob eine wirtschaftliche Nutzung des Standortes weiterhin gegeben ist, ein wichtiges Bewertungskriterium. Eine extensivere Nutzung von Ackerfläche z.B. durch Verzicht von wendender Bodenbearbeitung oder deren Umwandlung in Grünland wurde überwiegend als wichtig oder sehr wichtig angesehen. Demgegenüber wird die Umnutzung von intensivem Grünland in extensivere Nutzungsformen als nicht praktikabel eingeschätzt. Für alle derzeitigen landwirtschaftlichen Ausgangsnutzungen wird in einem gewissen Umfang der Anbau von Kurzumtriebsplantagen (KUP) auf drainierten Standorten als sehr wichtig bzw. wichtig angesehen.

Anhang 4 (Fortsetzung)

Demgegenüber stand bei der Bewertung der *AG Boden/Klima* die Reduzierung der Treibhausgasemissionen als einziges Entscheidungskriterium im Vordergrund. Sie orientierten sich dabei am Grundwasserstand, d.h. alle derzeitig drainierten genutzten und auch nicht genutzten Ausgangsformen, sollten in wiedervernässte Nutzungsoptionen wie KUP, Moor-/Bruchwälder oder Brachen umgewandelt werden.

Die Vorgehensweise der anderen AGs folgen im Wesentlichen dem Ziel der Treibhausgasreduktion und deckt sich i. d. R. mit der Einschätzung der AG Boden- und Klimaschutz. So herrschte im Allgemeinen in der *AG Naturschutz* der Trend zur positiven Bewertung von Vernässung und Extensivierung vor. Grünlandextensivierung und Kurzumtriebsplantagen vs. Waldentwicklung wurden kontrovers diskutiert. Die Extensivierung von intensiv genutztem Grünland ohne Anhebung des Grundwasserstands wurde hinsichtlich der Klimawirksamkeit vergleichsweise schlecht bewertet, obwohl sie positive naturschutzfachliche Wirkungen zeigt und häufig die einzig praktikable Lösung sei. Auch Moor-/Bruchwälder haben positive Naturschutzeffekte, allerdings mit geringer Klimawirksamkeit durch Torfbildung.

Bei der Bewertung der nicht genutzten, aber trockenen Moorstandorte stimmt die *AG Land- und Forstwirtschaft* weitestgehend mit der Bewertung der anderen AGs überein. Für diese Standorte schätzt der Großteil der Experten eine Vernässung in Verbindung mit den Nutzungsoptionen KUPs, Moor-Bruchwälder oder Brache als wichtig bzw. sehr wichtig ein. Generell nimmt für die AG Naturschutz das extensiv genutzte Feuchtgrünland aus Sicht des Wiesenbrüterschutzes eine sehr wichtige Stellung ein.

Die Bewertung der möglichen Nutzungsumwandlungen durch die Experten bildet eine wichtige Grundlage für das Projekt zur Ableitung möglicher Nutzungsszenarien in der Zukunft.

Anhang 4 (Fortsetzung)

Tabelle: Zusammenführung der AG-Bewertungen potenzieller Umwandlungsoptionen

Aktuelle Ausgangsnutzung	Acker (pfluglos)			Intensives Grünland (trocken), mit Umbruch			Intensives Grünland (trocken), umbruchlos			Extensives Grünland (trocken)			Extensives Grünland (feucht)			Kurzumtriebsplantagen (trocken)			Kurzumtriebsplantagen (feucht/nass)			Bruch-/Moorewälder (nass/feucht)			Brache (trocken)			Brache (feucht)			Brache (nass)		
	LFW	NAT	BokI	LFW	NAT	BokI	LFW	NAT	BokI	LFW	NAT	BokI	LFW	NAT	BokI	LFW	NAT	BokI	LFW	NAT	BokI	LFW	NAT	BokI	LFW	NAT	BokI	LFW	NAT	BokI			
Acker (mit Pflug)	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Acker (pfluglos)	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Intensives Grünland (trocken), mit Umbruch zur Neuinsaat	x	x	x	o	o	o	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Intensives Grünland (trocken), ohne Umbruch zur Neuinsaat	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Extensives Grünland (trocken)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Extensives Grünland (feucht)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Kurzumtriebsplantage (trocken)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Kurzumtriebsplantage (feucht/nass)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Wirtschaftsforste (trocken)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Brache (trocken)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Ehemals landwirtschaftlich genutzt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Brache (feucht)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Ehemals landwirtschaftlich genutzt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Brache (nass)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Ehemals landwirtschaftlich genutzt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Ehemalige Torfabbauflächen (trocken)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Ehemalige Torfabbauflächen (feucht/nass)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Badefordeponien (trocken)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h

Bewertungsschema: sehr hoch (rot) hoch (gelb) gering (hellgrün) sehr gering (dunkelblau)

X: Überführung wird im Sinne der Klimarelevanz nicht als zielführend erachtet

(LFW = AG Land-/Forstwirtschaft, NAT = AG Naturschutz, BokI = AG Boden/Klima, iWi = AG interdisziplinäre Wissenschaft)

Anhang 5: Erläuterungen zur Methodik bei der fernerkundungsbasierten Analyse der Grünlandnutzungsintensität (von A. Kalia)

Für eine Kartierung im Maßstab 1:25000 werden sehr hoch auflösende Fernerkundungsdaten benötigt. Das RapidEye Fernerkundungssystem erfüllt mit einer Pixelgröße von 6,5 m im Nadir (also dem Zenit gegenüberliegenden Fußpunkt) die geforderte geometrische Auflösung für diesen Fragestellung. Weiterhin wird zur Detektion der Vegetationsdynamik eine möglichst hohe Anzahl von Aufnahmen innerhalb einer Vegetationsperiode benötigt. Mit einer täglichen Wiederkehrzeit im Off-Nadir, bzw. fünf Tagen im Nadir, wird diese Anforderung vom RapidEye Satellitensystem ebenfalls erfüllt. Das RapidEye-Satelliten-System besteht aus fünf baugleichen Satelliten die sich auf demselben sonnensynchronen erdnahen Orbit (630km, \pm 3km) befinden. Jeder Satellit kann bis zu 25° „gedreht“ werden, wodurch eine tägliche Aufnahme jedes Punktes auf der Erde möglich ist (off-nadir). Die geometrische Auflösung des Bildsensors wird vom Datenprovider während der Orthorektifizierung von 6,5m auf 5m resampelt. Die Aufnahmebreite (Schwad) des Sensors beträgt 80 km und wird vom Satellitenbetreiber im L3A Format in 25km x 25km Kacheln abgegeben. Der passive Sensor detektiert die ankommende Strahlung im Pushbroom Verfahren, also zeilenweise. Der multispektrale Bildsensor nimmt fünf Wellenlängenbereiche auf (1. Band: blau / 440-510 nm, 2. Band: grün / 520-590 nm, 3. Band: rot / 630-685 nm, 4. Band: red-edge / 690-730 nm, 5. Band: nahes Infrarot / 760-850 nm).

Die radiometrische Auflösung beträgt 12 bit band-1 und wird durch den Provider auf 16 bit band-1 hochskaliert. Diese Skalierung wird mittels eines konstanten Faktors durchgeführt, welcher die als „digital number“ gespeicherten Werte in absolute Strahlungswerte am Multispektralsensor ($\text{Watt m}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$) transformiert. Der Skalierungsfaktor wurde vor dem Start der Satelliten vom Betreiber ermittelt und wird ständig für jedes Aufnahmeband überwacht und angepasst (Tyc et al. 2005, RapidEye 2013). Das RapidEye-Satelliten-System ist das erste operationelle multispektrale Fernerkundungssystem mit einem red-edge Band. Dieser Wellenlängenbereich charakterisiert den physiologischen Pflanzenzustand gut (Pinar and Curran 1996, Schuster et al. 2012), weil die Position des red-edge stark von Chlorophyllgehalt und Zellstruktur gesteuert ist.

Die RapidEye Daten wurden von dem DLR im Rahmen des RapidEye Science Archive (RESA, Projekt-Nr. 495, Lizenzvereinbarung vom 1.6.2012) kostenfrei für MooreBW zur Verfügung gestellt. Zur Datenrecherche und Bestellung wurde das webbasierte Earth Observation Center Archiv (EOWEB) genutzt. Ziel der Suche war es, möglichst viele wolkenfreie Archivaufnahmen innerhalb einer Vegetationsperiode zu finden, welche das Pfrunger-Burgweiler Ried komplett abdecken. Insgesamt wurden für das Jahr 2011 acht geeignete Aufnahmen aus dem Archiv bestellt (siehe Anhang 6). Bei der Datenrecherche stellte sich heraus, dass das Pfrunger-Burgweiler Ried an einer Bildkachelgrenze liegt, sodass jeweils zwei Bildkacheln zur kompletten Erfassung nötig waren.

Eine möglichst korrekte atmosphärische und geometrische Korrektur der am Sensor gemessenen Strahlung ist entscheidend für eine Optimierung des Signal-Rausch-Verhältnisses. Im Sinne der Änderungsanalyse besteht das Rauschen in Reflektanzänderungen, welche nicht vom Wiesenschnitt stammen, sondern von aufnahmebedingten Fehlerquellen wie z.B. Atmosphäreneigenschaften oder Beleuchtungsgeometrien.

Anhang 5 (Fortsetzung)

Die geometrische Korrektur fand durch den Satellitenbetreiber statt. Anschließend wurde eine manuelle Georeferenzierung mit Hilfe von Flurstücksgeometrien aus dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS) und digitalen Orthophotos (beide von LGL 2013) durchgeführt und auf das Koordinatensystem UTM Zone 32 Nord und das WGS 1984 Datum bezogen. Die Atmosphären-Korrektur wurde mittels Strahlungs-Transfer-Modellen durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde das sogenannte „Atcor“ Modul innerhalb der Software Erdas Imagine genutzt. Die vom Satellitenbetreiber gelieferten Strahlungswerte am Sensor wurden in einem ersten Schritt in Strahlungswerte auf der äußeren Erdatmosphäre transformiert (Breitengrad, Sonnenstand, Aufnahmegeometrie). Anschließend wurden diese Strahlungswerte in Oberflächenreflektanzen umgewandelt (Richter 1996, 1997). Die in Atcor implementierten Algorithmen nutzten dafür dynamisch generierte look up tables, basierend auf dem sogenannten MODTRAN-4 Code. Der Bearbeiter muss in diesem semi-automatischen Prozess neben Orbitparametern aus den Metadaten die horizontale Sichtweite an der Erdoberfläche sowie einige Modellierungsannahmen (städtisch, ländlich, Jahreszeit) definieren. Die Genauigkeit der Oberflächenreflektanz-Werte ist abhängig von der Güte der radiometrischen Kalibrierung am Sensor, dem verwendeten Strahlungs-Transfer-Modell, der manuellen Auswahl der Atmosphären Parameter und der Aufnahmegeometrie.

Um die (spektrale) Dynamik der Vegetation über die Wachstumsperiode zu detektieren, wurden verschiedene Bildderivate basierend auf multitemporalen RapidEye Daten generiert. In einem ersten Schritt wurden für jede Aufnahme zwei Vegetationsindizes berechnet. Diese zielten auf den starken Reflektanzanstieg zwischen „rot“ und „nahem Infrarot“, verursacht durch „grüne“ Vegetation. Der Reflektanzanstieg wird durch starke Absorption im roten Bereich des elektromagnetischen Spektrums durch photosynthetisch aktive Chlorophyllpigmente und starke Reflexion im nahen Infrarot (interne Volumenstreuung der Zellstruktur) verursacht. Zu den Vegetationsindizes (VI) gehören der Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) und der Normalized Red-Edge Vegetation Index (NREVI). Der NDVI berechnet sich aus dem „rot“ und dem „nah-infrarot“ Aufnahmeband (nach Rouse et al. 1974):

$$NDVI = \frac{(nir - rot)}{(nir + rot)}$$

Mit:

NDVI	= Normalized Difference Vegetation Index
nir	= nahes Infrarot (λ : 760 bis 850 nm)
rot	= rot (λ : 630 bis 685 nm)

Anhang 5 (Fortsetzung)

Der Normalized Red-Edge Vegetation Index (NREVI) berechnet sich folgendermaßen:

$$NREVI = \frac{(nir - rededge)}{(nir + rededge)}$$

Mit:

NREVI	= Normalized Red-Edge Vegetation Index
nir	= nahes Infrarot (λ : 760 bis 850 nm)
rededge	= rededge (λ : 690 bis 730 nm)

In einem zweiten Schritt wurde die Änderung des NDVI und des NREVI über die Vegetationsperiode analysiert. Dazu wurden mittlere absolute Bilddifferenzen des NDVI und NREVI wie folgt berechnet:

$$NDVI_CP = \frac{1}{m-1} \sum_{t=1}^{m-1} |NDVI^t - NDVI^{t+1}|$$

Mit:

NDVI_CP	= NDVI Change Parameter
m	= Zahl der Aufnahmetermine
t	= Aufnahmezeitpunkt

Prinzipiell dienen die Vegetationsindizes (VI) zur besseren Klassifikation der Vegetation, so dass auch geprüft wurde, ob die Veränderungen der Vegetation mittels der Veränderung der VI detektiert werden kann. Es zeigte sich jedoch keine deutlicher Mehrwert gegenüber dem sogenannten Mean Absolute Spectral Dynamic (MASD) nach Franke et al. (2012), der die Änderung der Reflektanz aller Aufnahmebänder erfasst. Er gibt die mittlere absolute Differenz über alle Aufnahmebänder an und ist dynamisch, weil die Anzahl der Aufnahmebänder und -zeitpunkte an die Berechnung angepasst wird. Der MASD berechnet sich wie folgt:

$$MASD = \frac{1}{m-1} \sum_{t=1}^{m-1} \left(\frac{1}{n} \sum_{1=b}^n |\rho_1^t - \rho_1^{t+1}| \right)$$

Mit:

MASD	= Mean Absolute Spectral Dynamic
m	= Zahl der Aufnahmetermine
n	= Anzahl der Aufnahmebänder
t	= Aufnahmezeitpunkt
p	= Pixel Reflektanz
b	= Aufnahmeband

Anhang 5 (Fortsetzung)

Neben den oben genannten Änderungsdetektionsprodukten wurden weitere implementiert und auf die Klassifikationsgenauigkeit getestet. Einer der implementierten Änderungsdetektions-Indizes war der sogenannte MASD_SD. Er beschreibt die Variabilität der Reflektanz-Änderungen und nutzt als Argumente jeweils zwei aufeinanderfolgenden RapidEye Aufnahmen. Der MASD_SD berechnet sich wie folgt:

$$MASD_SD = SD[MASD^{t1-t2}, MASD^{t2-t3}, \dots, MASD^{tx-t(x+1)}]$$

Mit:

MASD_SD = Standard Abweichung des Mean Absolute Spectral Dynamic

SD = Standard Abweichung

t1 = Erster Aufnahmezeitpunkt

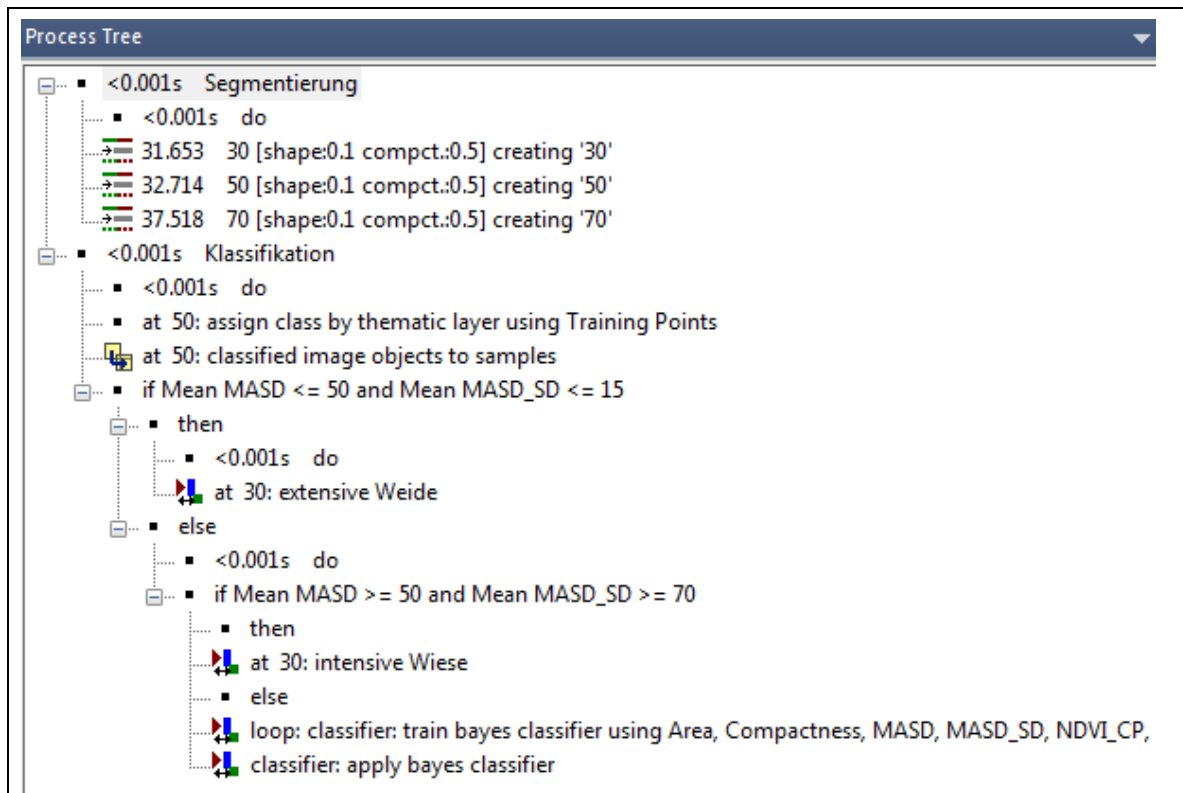
Anhang 6: Vorgehaltene Aufnahmen des RapidEye Satellitensystems für die Analyse der Grünlandnutzungsintensität

Moorgebiet	Aufnahmedatum	Blickwinkel (in ° Abweichung v. Nadir)	Qualität
Pfrunger-Burgweiler Ried u. Ölkofen-Herbertinger Ried	20.03.2011	9,14	mittel: bewölkt
	02.04.2011	10,56	mittel: starker Dunst
	08.05.2011	8,56	hoch: wolkenfrei
	19.05.2011	10,21	hoch: wolkenfrei
	28.06.2011	9,32	mittel: bewölkt
	07.07.2011	1,94	hoch: wolkenfrei
	22.08.2011	11,19	hoch: wolkenfrei
	27.09.2011	8,61	gering: bewölkt
Degermoos	16.04.2011	6,72	gering: bewölkt
	08.05.2011	6,99	hoch: wolkenfrei
	19.05.2011	3,01	mittel: bewölkt
	16.06.2011	6,73	mittel: bewölkt
	17.08.2011	6,75	hoch: wolkenfrei
	26.08.2011	6,23	hoch: wolkenfrei
	16.09.2011	9,77	hoch: wolkenfrei

Anhang 7: Umfang der Kalibrierung und Validierung von fernerkundungsbasierter Klassifikation der Grünlandnutzungsintensität

Moorgebiet	Verwendung	Auswertung	Anz. Referenzflächen	Anzahl Bildpunkte	Anzahl Bildobjekte	Anzahl Flurstücke
Pfrunger-Burgweiler Ried	Kalibrierung	Bayes-Klassifikation	18	200	n.b.	n.b.
	Validierung	Bildinterpretation+ Konfusions-Matrix	19	600	339	193
Ölkofen-Herbertiger Ried	Validierung	Bildinterpretation	9	keine	keine	3
Degermoos	Validierung	Bildinterpretation	13	keine	keine	6

Anhang 8: Screenshot des Regelwerks zur Bildklassifikation in der Software eCognition



Anhang 9: Primärdaten zu Treibhausgasemissionen und Grundwasserständen von süd-deutschen Moorböden nach Drösler (2012, pers. Mitt.) basierend auf Ergebnissen der BMBF/vTI-Untersuchungen (z.B. Drösler et al. 2011, 2013)
k.A. = keine Angabe, k.D. = keine Daten vorhanden

Kennwert	Nutzung	Nutzung	Mittelwert	Stabw	Anzahl	
CO ₂ -C [g m ⁻² a ⁻¹]	Landw.	Acker (mit Pflug)	918	284	4	
		Acker (pfluglos) ¹⁾	918	284	4	
		Intensives Grünland	793	192	13	
		Extensives Grünland (trocken)	456	198	20	
		Extensives Grünland (feucht)	115	153	18	
	Agroforst	Kurzumtriebsplantagen (trocken)	k.A.	k.A.	k.A.	
		Kurzumtriebsplantagen	k.D.	k.D.	k.D.	
	Forstw.	Wirtschaftsforste (trocken)	151	-	1	
		Wirtschaftsforste (feucht)	k.D.	k.D.	k.D.	
		Bruch-/Moorwälder (nass/feucht)	k.A.	k.A.	k.A.	
	Sukzession	Brache (trocken) ehemals landw. genutzt ²⁾	456	198	20	
		Brache (feucht) ehemals landw. Genutzt	k.A.	k.A.	k.A.	
		Brache (nass) ehemals landw. Genutzt	-50	212	32	
		Ehemalige Torfabbauf Flächen (trocken)	275	138	10	
		Ehemalige Torfabbauf Flächen (feucht/nass) ³⁾	-50	212	32	
		Vordrainierte Hochmoore	235	-	2	
		Niedermoore, renaturiert mit Überstau	-46	59	4	
		Hochmoore, renaturiert mit Überstau	-109	209	4	
	CH ₄ -C [g m ⁻² a ⁻¹]	Landw.	Acker (mit Pflug)	-0,2	0,3	4
			Acker (pfluglos) ¹⁾	-0,2	0,3	4
Intensives Grünland			1,1	3,9	13	
Extensives Grünland (trocken)			0,5	1,0	20	
Extensives Grünland (feucht)			7,6	9,3	18	
Agroforst		Kurzumtriebsplantagen (trocken)	k.A.	k.A.	k.A.	
		Kurzumtriebsplantagen	k.D.	k.D.	k.D.	
Forstw.		Wirtschaftsforste (trocken)	-0,2	-	2	
		Wirtschaftsforste (feucht)	k.D.	k.D.	k.D.	
		Bruch-/Moorwälder (nass/feucht)	k.A.	k.A.	k.A.	
Sukzession		Brache (trocken) ehemals landw. genutzt ²⁾	0,5	1,0	20	
		Brache (feucht) ehemals landw. Genutzt	k.A.	k.A.	k.A.	
		Brache (nass) ehemals landw. Genutzt	9,3	6,4	32	
		Ehemalige Torfabbauf Flächen (trocken)	0,9	1,4	10	
		Ehemalige Torfabbauf Flächen (feucht/nass) ³⁾	9,3	6,4	32	
		Vordrainierte Hochmoore	1,5	-	2	
		Niedermoore, renaturiert mit Überstau	45,0	34,7	4	
		Hochmoore, renaturiert mit Überstau	32,2	20,8	4	

1) wie Acker (mit Pflug)

2) wie extensives Grünland (trocken)

3) wie Brache (nass)

Anhang 9 (Fortsetzung)

Kennwert	Nutzung	Nutzung	Mittelwert	Stabw	Anzahl
N ₂ O-N [g m ⁻² a ⁻¹]	Landw.	Acker (mit Pflug)	0,97	0,76	4
		Acker (pfluglos) ¹⁾	0,97	0,76	4
		Intensives Grünland	1,02	1,49	13
		Extensives Grünland (trocken)	0,37	0,24	20
		Extensives Grünland (feucht)	0,14	0,16	18
	Agroforst	Kurzumtriebsplantagen (trocken)	k.A.	k.A.	k.A.
		Kurzumtriebsplantagen	k.D.	k.D.	k.D.
	Forstw.	Wirtschaftsforste (trocken)	0,13	-	2
		Wirtschaftsforste (feucht)	k.D.	k.D.	k.D.
		Bruch-/Moorwälder (nass/feucht)	k.A.	k.A.	k.A.
	Sukzession	Brache (trocken) ehemals landw. genutzt ²⁾	0,37	0,24	20
		Brache (feucht) ehemals landw. Genutzt	k.A.	k.A.	k.A.
		Brache (nass) ehemals landw. Genutzt	0,04	0,09	32
		Ehemalige Torfabbauf Flächen (trocken)	0,03	0,06	10
		Ehemalige Torfabbauf Flächen (feucht/nass) ³⁾	0,04	0,09	32
		Vordrainierte Hochmoore	0,01	-	2
		Niedermoore, renaturiert mit Überstau	-0,07	0,25	4
Hochmoore, renaturiert mit Überstau		0,44	0,89	4	
GW u. Flur [cm]	Landw.	Acker (mit Pflug)	-63	24	4
		Acker (pfluglos) ¹⁾	-63	24	4
		Intensives Grünland	-42	20	13
		Extensives Grünland (trocken)	-29	6	20
		Extensives Grünland (feucht)	-10	9	18
	Agroforst	Kurzumtriebsplantagen (trocken)	k.A.	k.A.	k.A.
		Kurzumtriebsplantagen	k.D.	k.D.	k.D.
	Forstw.	Wirtschaftsforste (trocken)	-29	-	2
		Wirtschaftsforste (feucht)	k.D.	k.D.	k.D.
		Bruch-/Moorwälder (nass/feucht)	k.A.	k.A.	k.A.
	Sukzession	Brache (trocken) ehemals landw. genutzt ²⁾	-29	6	20
		Brache (feucht) ehemals landw. Genutzt	k.A.	k.A.	k.A.
		Brache (nass) ehemals landw. Genutzt	-11	5	32
		Ehemalige Torfabbauf Flächen (trocken)	-20	8	10
		Ehemalige Torfabbauf Flächen (feucht/nass) ³⁾	-11	5	32
		Vordrainierte Hochmoore	-14	-	2
		Niedermoore, renaturiert mit Überstau	5	9	4
Hochmoore, renaturiert mit Überstau		21	18	4	

1) wie Acker (mit Pflug)

2) wie extensives Grünland (trocken)

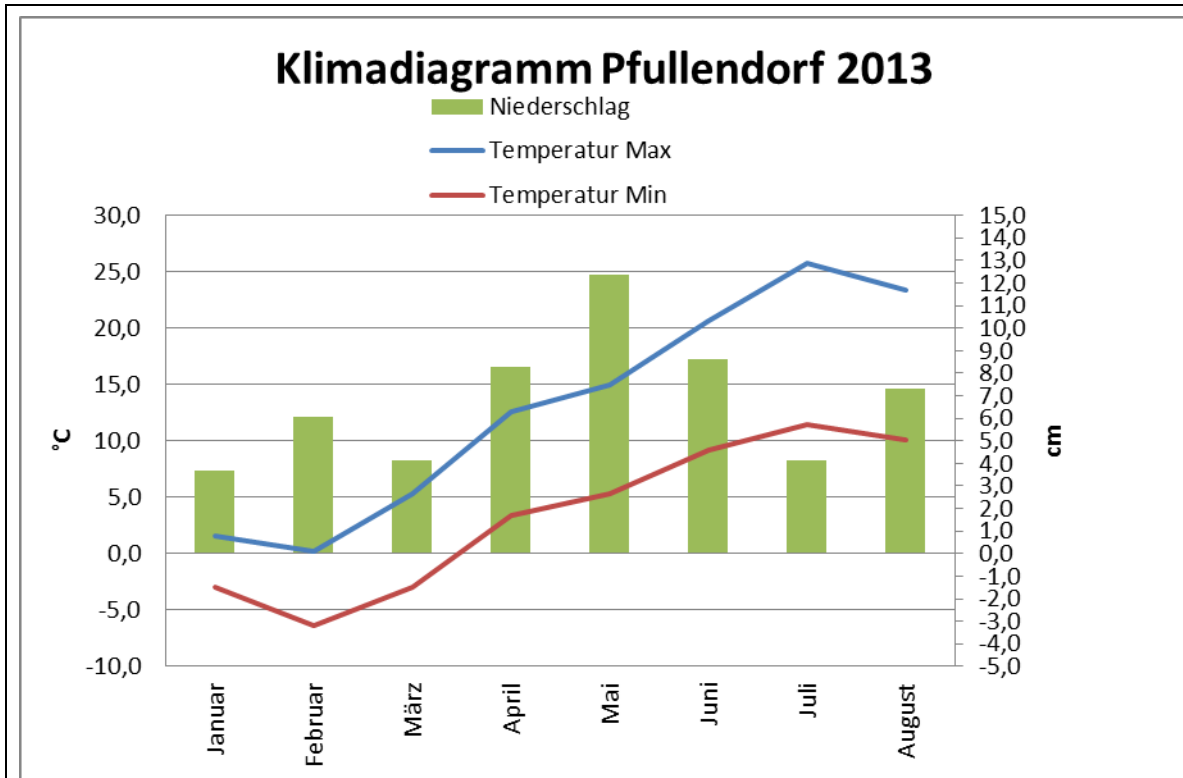
3) wie Brache (nass)

Anhang 10: Zusammenfassung der Inputdaten im DNDC-Modell (n. Käufler 2013)

	intensive Wiese	extensive Wiese/Weide
Standort		
Breitengrad	47°53'0.59" (WGS84)	47°52'58.13" (WGS84)
Längengrad	9°25'8.26" (WGS84)	9°25'8.87"(WGS84)
Höhenlage	613 m ü NN	614 m ü NN
Klima (siehe Anhang 11)	Minimale Tagestemp. in °C Maximale Tagestemp. in °C Tages-Niederschlag in mm	Minimale Tagestemp. in °C Maximale Tagestemp. in °C Tages-Niederschlag in mm
N Konz. im Niederschlag	0.94 mg N l-1	0.94 mg N l-1
CO2 Konz. in Atmosphäre	394 ppm	394 ppm
Grundwasserpegel	Ø -15.5 cm	Ø -6.3 cm
Bodenparameter		
Textur	Organischer Boden	Organischer Boden
Lagerungsdichte	0.3 g cm ⁻³	0.6 g cm ⁻³
pH	6	6.1
SOC (1-10 cm)	0.35 kg C kg-1 Boden	0.2 kg C kg-1 Boden
C/N	12	14
Feldkapazität ¹⁾	0.55	0.55
Welkepunkt ¹⁾	0.26	0.26
Tonfraktion ¹⁾	0.06	0.06
Wasserleitfähigkeit ¹⁾	0.015 m h ⁻¹	0.015 m h ⁻¹
Anfänglicher Stickstoffgehalt ¹⁾	0.5 mg NO ₃ -N kg ⁻¹ 0.05 mg NH ₄ -N kg ⁻¹	0.5 mg NO ₃ -N kg ⁻¹ 0.05 mg NH ₄ -N kg ⁻¹
Bestand und Nutzung		
Vegetation	Mehrjähriges Grasland	Segge
Landnutzung	Feuchtgebiet	Feuchtgebiet
Bewirtschaftung	Mahd: 9. Jul. + 29. Aug. Gemähter Anteil 0.8	Beweidung: 1. Jun. - 1. Nov.
Düngung	Gülle: 10. Jun. + 8. Sep. mit 346 kg C ha ⁻¹ , 43.25 kg N ha ⁻¹ C/N Verhältnis: 8	Dunganfall durch Rinder

1) Voreinstellung im DNDC

Anhang 11: Messwerte der DWD-Klimastation Pfullendorf bis August 2013 mit Niederschlag (cm), tägliche maximal/ minimal Temperatur(°C) (n. Käufler 2013).



Stationsmerkmale: N 47°56', O 9°17', 15 km NW von Messflächen der AG Kazda, 630 m üNN, Ø 7,3°C imJahr, Ø 880 mm von 1981-2000)

Anhang 12: Datenstruktur Moorkataster

Die Datenbank zum Shapefile des Moorkatasters (*.dbf) hat folgende Inhalte:

	0	1
OBJECT_ID	"504939"	"506703"
MOOR_NR	"504939"	"506703"
MOOR_NUMME	"8118_2.14c"	"340"
MOOR_TYP	"Niedermoor"	"Niedermoor"
LENGTH	"0"	"0"
MOD_BY	"GEO"	"GEO"
LAST_MOD	"2012-03-28"	"2012-03-28"
MOOR_TYP_N	"1"	"1"
LANGNAME	"Moore in der Flur Dohlen"	"Neuwies"
AREA	"0"	"0"
LEN	"0"	"0"

Die Bohrprofildatenbank des Moorkatasters enthält folgende Einträge (Jeder Eintrag beschreibt eine Schicht eines Profils):

	1	2
MOOR_NR	"505428"	"505428"
LANGNAME	"Sandtorfer Bruch"	"Sandtorfer Bruch"
MOOR_TYP_NR	"1"	"1"
MOOR_TYP	"Niedermoor"	"Niedermoor"
MOOR_NUMMER	"1"	"1"
BOHRPROFIL_NR	"1010000001"	"1010000001"
PROFIL_ID	"6416.2.1"	"6416.2.1"
RECHTSWERT	"3460640"	"3460640"
HOCHWERT	"5494882"	"5494882"
GEMEINDE_NR	"8222000"	"8222000"
SCHICHTENFOLGE	"Torf"	"kalkreiche Tonmudde"
LAGERUNGSDICHTE	"4"	" "
ZERSETZUNG	" "	" "
TIEFE_VON	" 0"	" 50"
TIEFE_BIS	" 50"	" 110"

Anhang 13: *Materialien zu „Moortypspezifische Regenerationspotenziale und Entwicklungsziele“*

Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit
von Mooren in Baden-Württemberg (*Moore BW*)

Materialien zum Endbericht

**Moortypspezifische Regenerationspotentiale und die
Entwicklungsziele**

Voralpines Hügel- und Moorland

Donau-Iller-Lech-Platte

Prof. Dr. G. Kaule & H.G. Schwarz-v.Raumer

Institut für Landschaftsplanung und Ökologie
Universität Stuttgart

Gefördert durch

BWPLUS
Programm

Karlsruher Institut für Technologie
Projektträger

Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung des Landes Baden-Württemberg

Anhang 13 (Fortsetzung)

1. Moortypisierung und Regenerationsfaktoren

Die Entstehung und Entwicklung sowie die topographische Lage von Mooren ist die Grundlage der Moortypisierung. Während die Vegetationsdecke und Nutzung der Moore durch Eingriffe in den Wasserhaushalt in den vergangenen Jahrhunderten, besonders aber seit ca. 1925 stark verändert wurde, sind Entstehung und Lage nicht manipulierbar. Diese Merkmale sind jedoch auch nach Eingriffen wie Entwässerung Grundlagen einer Renaturierung. So kann nicht erwartet werden, dass ein Auenüberflutungsmoor alleine durch Anhebung des Grundwasserstandes (Rückbau von Drainagen) regeneriert werden kann. Demgegenüber muss bei einem Versumpfungsmoor in erster Linie der Grundwasserstand angehoben werden, dies ist in Wassergewinnungsgebieten kaum zu erreichen.

Moortypen

Um eine Vergleichbarkeit der Moorschutzprogramme innerhalb von Deutschland zu ermöglichen, verwenden wir die Typisierung aus dem Carbstor-Projekt (www.carbstor.de), allerdings mit Anpassung an die Bedingungen im Alpenvorland. Insbesondere müssen, um die Moorpolygone vom Moorkataster (Göttlich) im Planungsmaßstab verwenden zu können Typen zusammengefasst werden. Die Definitionen aus dem Carbstor-Projekt sind unseren Erläuterungen *kursiv* vorangestellt.

Wir unterscheiden:

- Verlandungsmoore an Seen, gespeist vom **Seewasser**
- Versumpfungsmoore in Becken mit **aufsteigendem** Grundwasser
- **Auenüberflutungsmoore**
- Durchströmungsmoore, Wasser aus Quellhorizonten **durchströmt** das Moor
- Hochmoore (gespeist ausschließlich vom **Regenwasser**)

Die Zuordnung zu einem Typ ist nicht immer eindeutig: so fasste Göttlich oft mehrere Moore unter einer Nummer zusammen auch wenn sich verschiedene Typen dabei befanden. Bei sehr großen Mooren (z. B. Federsee umfasst das mehrerer km² große Polygen praktisch alle Moortypen, Verlandungsmoor, weiter vom See sekundäres Versumpfungsmoor, Hochmoor, zum Westrand Durchströmungsmoor). Für die Auswertung wird der flächig dominante Typ kodiert. Die sehr großen Polygone mit mehreren Moortypen liegen in Großschutzgebieten für die bereits umfassende Planungen vorliegen, die sehr grossen Polygone von Göttlich müssen hier also nicht mehr aufgeteilt und detailliert bewertet werden. Abbildung 1 Zeigt die Verbreitungskarte der Moortypen im Baden-Württembergischen Voralpengebiet in den Naturräumen und Niederschlagsklassen.

Die räumliche Verteilung und die Ausprägung der Moore im Voralpengebiet bildet die eiszeitliche Landschaftsgeschichte ab (Karte in Abbildung 2). Das einzige Verlandungsmoor über 10 ha liegt im Naturraum Dona-Ablach-Platten im glazialen Becken des Federsees welches die Grenze zu den Riß-Aitrach-Platten bildet. Die Auen-Überflutungsmoore liegen vorrangig nördlich der Jungendmoränengrenze in „Platten“ da hier das Gefälle geringer, die Auen daher breiter werden und Voraussetzungen zur Vermoorung geben. Hier liegen dann auch die großen Auen-Versumpfungsmoore für die noch breitere Auen Voraussetzung sind. Ein weiterer Schwerpunkt sind die Zweigbecken in dem Oberschwäbischen und Westallgäuer Hügelland.

Anhang 13 (Fortsetzung)

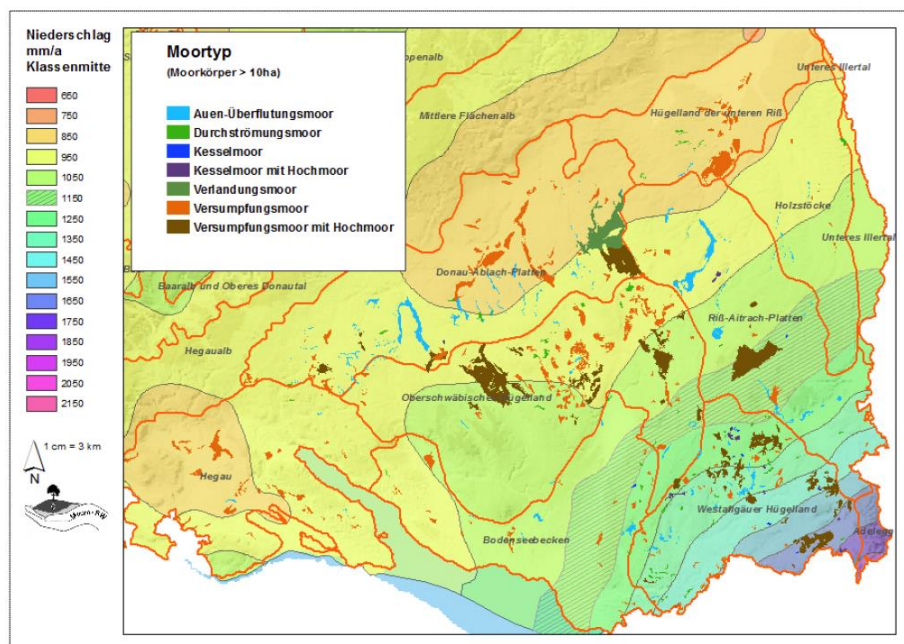


Abbildung 1: Moortypen in den Naturräumen und Niederschlagsklassen mitHM = das Moorareal beinhaltet einen Hochmoorkern

Die Versumpfungsmoore in Auen liegen wie erläutert nördlich der Jungendmoränengrenze. Becken-Versumpfungsmoore haben ihren Schwerpunkt in Zweigbecken und in den Eiszerfallslandschaften des Oberschwäbischen und Westallgauer Hügellandes. Hier gehen die Niedermoores der Becken zunehmend in Hochmoore über. Das Becken vom Wurzacher Ried ist, wie das Federseebecken ein eigenständiger Naturraum. Der Schwerpunkt der Kesselmoore sind die Eiszerfallslandschaften

Durchströmungsmoore haben ihren Schwerpunkt an der stark reliefierten Jungmoränengrenze, dort wo häufig ein Wechsel von Grundwasserleitern und –stauern am Hang auftritt.

Grundwassereintrag, Niederschlag und Verdunstung

Bei einer Renaturierung muss das Wasser noch verfügbar sein, dies ist nicht nur durch Rückstau von Gräben erreichbar- Z. B. darf bei Versumpfungsmooren nicht durch Wassergewinnung das für die Vermoorung benötigte aufsteigende Wasser abgezogen werden, in Auen muß es Möglich sein, eine regelmäßige Überflutung sicher zu stellen. In Durchströmungsmooren darf die Vererdung des Torfes nicht so weit fortgeschritten sein, dass eine Durchrieselung unter Flur blockiert wird. Der aktuelle Zustand muß nach dieser Grobeinschätzung vor Ort untersucht werden

Moore benötigen ganzjährig einen hohen Wasserstand. Die Herkunft des Wassers geht in die Moortypisierung ein: Regenwasser, Seewasser, Grundwasser, Überflutungswasser,

Anhang 13 (Fortsetzung)

Quellwasser, Hangwasser. Der Anteil des zusätzlich zum Niederschlag benötigten Wassers ist bei niedrigen Jahresniederschlägen naturgemäß höher.

Die Niederschläge liegen im Untersuchungsgebiet im langjährigen Jahresmittel zwischen **900** und **1700** mm / a. Bei Mooren sind lange Trockenperioden bei hohen Temperaturen ein weiterer wichtiger Faktor, der die Vegetation beeinflusst. Abbildung 2 zeigt die Fläche der einzelnen Moortypen in Niederschlagsklassen.

Die Verlandungsmoore zeigen aufgrund der 10 ha Grenze der berücksichtigten Polygone ein falsches Bild, denn es wird nur der Federsee abgebildet, die vielen hundert kleinen Verlandungsmoore an den Seen und Weihern im Jungmoränengebiet fehlen. Die Auen-Überflutungsmoore haben ihren Schwerpunkt zwischen 900 und 1000 mm N/a, dies ist jedoch topografiebedingt, da in dieser Zone die Auen breiter werden, aber noch nicht so breit sind, dass Auen-Versumpfungsmoore entstehen. Auch die Durchströmungsmoore und die Kesselmoore sind in ihrer Verteilung topografiebedingt, allerdings sind hier die Kesselmoore mit Hochmoor bei höheren Niederschlägen deutlich häufiger.

Signifikant ist die Niederschlagsabhängigkeit der zwei Typen der Versumpfungsmoore. Auch historische, nur über Hochmoortorfe nachweisbare, (ehemalige) Hochmoore kommen erst ab 900 mm N/a vor. In der Zone bis 1100 mm N/a sind die Anteile an Hochmoor in den Becken verhältnismäßig gering. Das Wurzacher Ried bei 1150 mm N/a ist auch hier ein Sonderfall. Erst ab 1200 mm N/a gehen die Becken großflächig in Hochmoore über. Dies wird in Abbildung 38 und 39 detailliert diskutiert, da es die Bedingungen für die Renaturierung definiert.

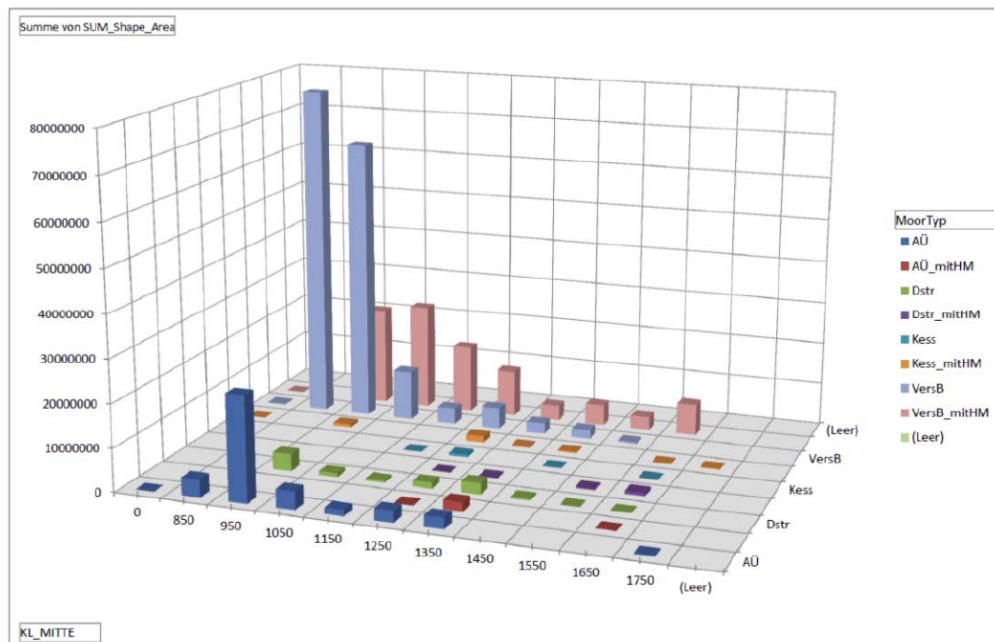


Abbildung 2: Moortypen des Baden-Württemberg Voralpengebietes in Niederschlagsklassen. AÜ = Überschwemmungsmoor, Dstr = Durchströmungsmoor, Kess = Kesselmoor, VersB = Versumpfungsmoor, mitHM = das Moorareal beinhaltet einen Hochmoorkern

Anhang 13 (Fortsetzung)

Die Nutzung bzw. die Vegetationsbedeckung wiederum steuert die Verdunstung, so verdunsten:

- Grünland-mittelfeucht 500-600 mm / a
- Acker 500-600 mm / a
- Grünland nass 900-1400 mm / a
- Hochmoor 500-600 mm / a (jedoch ausschließlich vom Niederschlag)
- Röhricht und Ried 1000-1500 mm / a
- Wälder auf Mineralboden 600 mm / a
- Moorwald Kiefer 600 mm / a abgeleitet vom Hochmoor
- Moorwald Fichte 1000 mm / a ¹
- Bruchwald 1500 mm / a und mehr abgeleitet vom Röhricht

Der Wasserverbrauch muss in die Nutzungs- oder Rekultivierungsziele eingehen da abgeschätzt werden muss, ob das Ziel erfüllbar ist.

Es wird deutlich, dass die Abräumung von großen Fichten die Wasserverfügbarkeit der Bodenvegetation deutlich erhöht. Bei geringen Niederschlägen kann ohne deutliche Anhebung des Grundwasserstandes nicht erwartet werden dass die natürliche Entwicklung auf Brachen zu Seggenrieden führen kann, es entstehen Brennessel-Goldrutenfluren.

Unsere Niedermoorökosysteme sind an hohe Wasserstände im Frühjahr und Frühsommer angepasst, zum Herbst hin können die Wasserstände stark fallen. Bei dem Steifseggenriede können die Schwankungen einen Meter betragen. Die *Scorpidium*-Moosvereine der Kalkflachmoore benötigen ganzjährig oberflächennahen Grundwasserstand (GWS) und in der meisten Zeit des Jahres leichte Überstauungen. Die Kalk-Pfeifengraswiesen haben dagegen einen Durchschnitt von 17cm mit einem Maximum von 3 cm und einem Minimum von 40 cm GWs unter Flur (GÖRS 1951).

Insbesondere die noch intakten Hochmoorwachstumskomplexe sind bei geringer werdenden Sommerniederschlägen und längeren Trockenperioden gefährdet. Dieses Risiko wird auch regional in anderen Ländern gesehen: HARRISON *et al*, 2001 machen für die Britischen Inseln folgende Aussage. „Climate Change - summary predictions for temperature and sea level rise as a result of global warming have been modelled by the ‘MONARCH project’ The prediction of higher summer temperatures and drought in southern and central England may lead to the remaining bogs drying out in that region, possibly extending as far as south east Ireland. This may be counterbalanced by increased rainfall further north.“

THG Emissionen und Pflanzengesellschaften in Abhängigkeit vom Grundwasserstand

Landwirtschaftliche Nutzflächen und Streuwiesen(brachen): Drösler *et al*. (2013) geben für Intensivgrünland und Acker auf Niedermoor ca. 30 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr an, für trockenes Exiensivgrünland ca 20 to. und für nasses ca. 10 to.. Das zeigt wie wichtig es wäre, wo immer möglich, den Grundwasserstand wieder zu erhöhen

¹Der Verdunstungswert wurde aus Werten nach Zimmermann *et al* (2008) für mineralische Standorte und Bruchwald interpoliert. Bestätigung bei Göttlich (1990, S. 298).

Anhang 13 (Fortsetzung)

Hochmoorregeneration: Das Forschungsvorhaben „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ (Drösler et al. 2013) zeigte, dass trockene Hochmoorflächen (Moorheide im Sinne dieser Untersuchung, Jahresmittelwasserstand um 20 cm unter Flur) ca. 9,6 t CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr freisetzen (Mittelwert aus drei Untersuchungsflächen, Minimalwert 5,3 t, Maximalwert 12,1 t), während naturnahe bzw. renaturierte Hochmoore (Wachstumskomplexe im Sinne dieser Untersuchung mit Jahresmittelwasserstand von um 10 cm unter Flur) klimaneutral oder sogar als Klimagassenken fungieren können (0,1 t CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr im Mittel von drei Untersuchungsflächen, Minimalwert -1,8 t, Maximalwert 2,9 t). Moorwälder auch ohne Torfmoose aber mit einer dicken Schicht von Waldmoosen sind zumindest Klimaneutral (Freibauer mündlich auf der Moortagung in Ravensburg 2013). Dies belegt den Handlungsbedarf und das Klimaschutzpotential von Hoch- und Übergangsmoorrenaturierungen.

2. Regenerationspotential, Entwicklungsziele und Maßnahmeoptionen in den Mooren der Baden-Württembergischen Voralpenlandes

2.1 Verlandungsmoore

Verlandungsmoore entstehen durch Stillwasserverlandung von natürlichen Gewässern (Succow & Joosten 2001, Ringler & Dingler 2005). Bei nicht abgeschlossener Verlandung ist ein Restsee vorhanden. Die Ausweisung der Verlandungsmoore kann durch Einsicht in ältere Karten unterstützt werden, da diese die heutigen Moore zum Teil noch als offene Wasserflächen darstellen. Die Beschaffenheit des mineralischen Untergrunds kann sowohl aus durchlässigem als auch undurchlässigem Material bestehen (Kirchner 1971).

Verlandungsmoore entstehen durch Stillwasserverlandung von natürlichen Gewässern und sehr alten Teichen-

Verlandungsmoore sind insbesondere in der Moorregion 1 häufig und ihre Größe schwankt sehr. Das größte ist das Federseemoor, es liegt allerdings in der Moorregion 2. Durch die Absenkung des Seespiegels wurde es stark verändert, an den Rändern dominieren jetzt Versumpfungsmoore.

Die großen Verlandungsmoore am Bodensee sind Seeried vorwiegend mit Gyttia, sie werden hier nicht bearbeitet

Die zahlreichen kleinen Moore an Seen und Weihern ist der Wasserstand durch Wehre kontrolliert. Diese Verlandungsmoore im Rückstau der Seen und Teiche gehen in die Auen der Zuflüsse über, so dass sie von uns fast immer als Komplex zu den Auen-Überflutungsmooren gestellt werden (**Auen**). Außerdem sind die meisten Verlandungsmoore an kleinen Seen sind unter 10 ha groß sie werden daher von uns nicht erfasst.

Anhang 13 (Fortsetzung)



Abbildung 3: Federsee, Verlandungsmoor © Boecker



Abbildung 4: Federsee Verlandungsmoor: Riedzone, Übergang zu Nasswiesen, prioritäre Pflegezone

Anhang 13 (Fortsetzung)

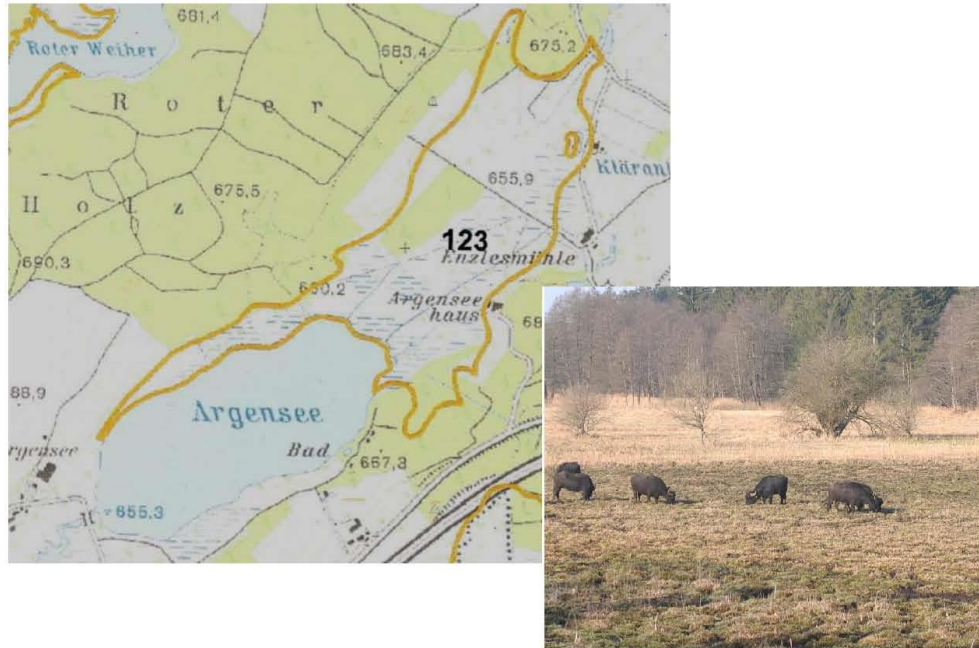


Abbildung 5: Argenseemoor, nur am Rand zum See Verlandungsmoor, das beweidete Moor im Nordosten ist ein Versumpfungsmoor

Hinweise für Maßnahmen in Verlandungsmooren im Niederschlagsgradienten und Prioritäten

Für den Federsee liegen umfassende Planungen vor, hier werden keine Vorschläge gemacht.

Kleinere Verlandungsmoore die noch in direktem Kontakt zu ihrem See stehen bedürfen keine mechanischen Renaturierungsmaßnahmen. Hier sollt der Prozessschutz (natürliche Entwicklung) Vorrang haben. Streuwiesen, die noch in gutem Zustand vorhanden sind, sollten langfristig gesichert werde. In fast alle Seen ist eine Verbesserung der Gewässerqualität dringend erforderlich.

Anhang 13 (Fortsetzung)



Abbildung 6: Verlandungsmoor am Argensee im Ausfließbereich

Die Verlandungsmoore sind unabhängig vom Niederschlag. Sofern die Moore jedoch vom Wasserhaushalt des Sees abgekoppelt sind müssen sie wie Versumpfungsmoore behandelt werden

Z.2 Auenüberflutungsmoor

Auenüberflutungsmoore entstehen vornehmlich an den durch ein geringes Gefälle gekennzeichneten Mittel- bzw. Unterläufen größerer Flüsse (Succow & Jeschke 1990, Succow 1988). Entlang der Flüsse sind die Auenüberflutungsmoore an Flächen gekoppelt, die periodisch überflutet werden. Dies führt zur, für die Auenbereiche charakteristischen, Wechsellagerung von Torf und mineralischen Sedimenten der Korngrößen Wiesig bis schluffig-tonig. Die Angaben zur Moormächtigkeit variieren von geringmächtigen (TGL 1985) bis zu mehreren Metern mächtigen, mineralreichen Torfablagerungen (Succow 1988).

Die Auenüberflutungsmoore waren früher in Deutschland weit verbreitet. Durch Flussbegradigungen und wasseregulierende Landnutzung (Forst- und Landwirtschaft) ist dieser Moortyp bis auf wenige Reste vernichtet (Schopp-Guth 1999).

Auenüberflutungsmoore entstehen vornehmlich an Mittel- bzw. Unterläufen der Flüsse in Abschnitten die durch ein geringes Gefälle gekennzeichnet sind. Sie sind an Flächen gekoppelt, die periodisch überflutet werden. Dieser Moortyp hat zwei Vorkommens-Schwerpunkte:

Gürtel nördlich der Jung-Endmoränengrenze: an der Kante des Jungmoränengürtels wird in den Platten das Gefälle geringer, die Auen breiter und sie können vermooren. Weiter fußabwärts gehen sie in Auen-Versumpfungsmoore über (Riß, Ostrach), unter 1000 mm / a.

Eiszerfallandschaften: In der stark gegliederten Eiszerfallandschaft zwischen den Zungenbecken kommen zahlreiche kleine flache Auen vor, häufig jedoch unter 10 ha (Niederschlagszonen 1200-1400 mm / a)..

Anhang 13 (Fortsetzung)

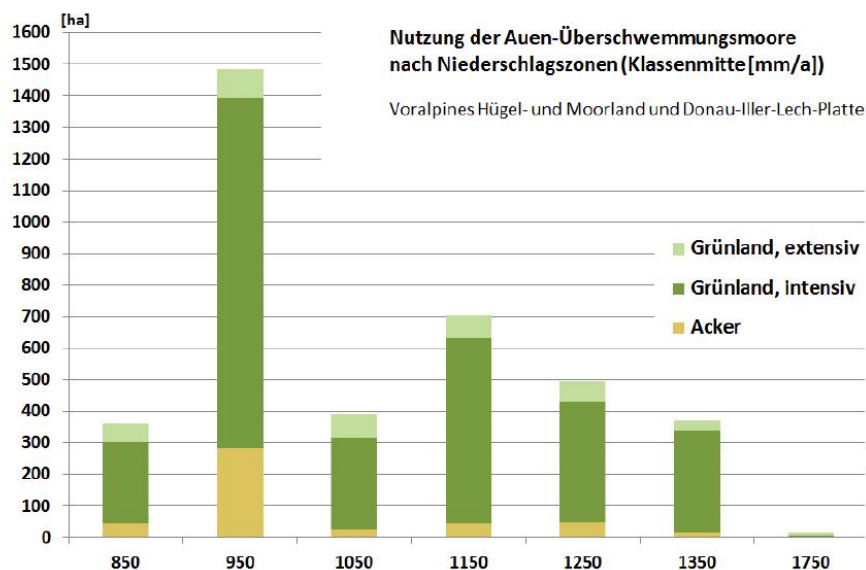


Abbildung 7: Auen-Überflutungsmoore in den Niederschlagszonen, landwirtschaftlich genutzte Flächen. Der größte Flächenanteil liegt in den Niederschlagszonen unter 1200 mm / a., also in Zonen in denen der Biologisch chemische Torfabbau mit TGW-Freisetzung sehr schnell abläuft. Absolut sind auch die Ackerflächen hier sehr hoch (ca. 400 ha).

Auch in Oberschwaben sind sie fast durchgehend durch Begradigung, Infrastruktur und intensive Landwirtschaft weitgehend verschwunden (z. B. Moore an der Wolfegger Ach südlich Kißlegg. In Äckern zeigt der hohe Anteil an Kies und Steinen im Moorboden dass die Moorschicht weitgehend abgebaut wurde. Moore wie das Schussenmoor bei Aulendorf sind eine Ausnahme, in diesen Fällen sind mit geringem Aufwand umfassende Verbesserungen zu erreichen..



Abbildung 8: Schussenmoor nördlich Aulendorf: Auen-Überflutungsmoor zwischen Schwaigfurter Weiher und Aulendorf. Auenüberflutungsmoor mit Resten (10 %) extensiver Wiesen. 900-1000 mm /a.

Anhang 13 (Fortsetzung)



Abbildung 9: Auen-Überflutungsmoor (900-1000 mm N/a) im Tal des Wagenhauser Baches Anmoor und Moorausläufer). Frisch umgebrochenes Grünland in der Aue der Pflug reicht bis in die Kiesschicht

Hinweise für Maßnahmen im Niederschlagsgradienten und Prioritäten

Eine Regenerierung kann nur in Kombination mit wasserbaulichen Maßnahmen, z.B. Gewässerrenaturierung neuen Überflutungsgebieten zur Wasserrückhaltung erfolgen. Im Hinblick auf die zu erwartende Zunahme von Starkregenereignissen im Sommer sollte die Hochwasserrückhaltung in Auen wo immer möglich verbessert werden. In allen Niederschlagszonen ist die Umwandlung von Äckern zum Bodenschutz bei Überflutungen zwingend erforderlich.

Niederschlagszone unter 1000 mm / a: In allen breiten Auen liegen Wassergewinnungsgebiete. Daher ist hoher Grundwasserstand zur Regeneration der Moore und von Moorvegetation sehr unwahrscheinlich. Zur Verlangsamung des Torfabbaus sollten die Wiesen extensiviert werden, dies dient auch der langfristigen Sicherung der Grundwasserqualität.

Anhang 13 (Fortsetzung)



Abbildung 10: Bodnegg Herzogenweiher (ca.1200 mm N/a) Auen-Versumpfungsmoor mit oben angrenzendem Durchströmungsmoor. In letzterem befindet sich eine Wassergewinnungsanlage. In der Aue finden sich noch Parzellen mit Moorwiesen. Hier ist eine Renaturierung sehr erfolgversprechend.



Abbildung 11: Das hohe Konfliktpotential in allen landwirtschaftlich genutzten Mooren zeigen die frischen Gräben und der Bachausbau im Beispielsmoor bei Hoßkirch. Der Bach umfließt ein Niedermoor.

Niederschlagszone über 1200 mm / a: Hier kann, vor allem in Kombination mit angrenzenden Durchströmungsmooren immer eine Moorrenaturierung Wiederherstellung von Überflutungsgebieten angestrebt werden. In der Realität werden diese Auen-Versumpfungsmoore jedoch weiter entwässert

Anhang 13 (Fortsetzung)



Abbildung 12: Lochmoos südlich vom NSG auch hier frische Gräben und Bachvertiefung. Das Gebiet wäre aber für eine Erweiterung des NSG gut geeignet.

Anhang 13 (Fortsetzung)

2.3 Durchströmungsmoor, Quellmoor und Hangmoor**Durchströmungsmoor**

Durchströmungsmoore entstehen in Landschaften mit hohem und gleichmäßigem Grundwasserangebot. Sie sind an Geländesituationen gebunden, die eine Durchströmung des Wassers durch den Moorkörper bewirkt (Jeschke 2000). Häufig treten sie in Tälern und dort vor allem an Talrändern mit starken Schichtquellsystemen auf. Durch den ständigen Grundwasserstrom vom Talrand zum Vorfluter (Fluss oder See) sind mehrere Meter mächtige, gering zersetzte und locker gelagerte Torflagen > 2 m (MLUV 2009) charakteristisch (Succow 1988).

Durchströmungsmoore sind der dominierende hydrogenetische Moortyp der Jungmoränenlandschaften. Sie treten häufig in Kombination mit Quellmooren am Talrand/Hangfuß- und Überflutungsmooren längs der Vorfluter auf. Nach Succow (1988) werden 3 Ausbildungsformen unterschieden:

- • Flusstalmoore, die flächenhaft die ganze Talniederung ausfüllen,
- • Randmoore, die einseitig an Niederungsrändern angelehnt sind und
- • Nischenmoore, die flächenhaft die Talnischen (schmale Schmelzwasserrinnen)

Durchströmungsmoore werden als sekundärer bzw. tertiärer Moortyp definiert, d.h. sie wachsen auf Versumpfungs-, Hang- und/oder Verlandungsmooren auf. Häufig werden sie in die Kategorie der geeigneten Moore eingeordnet.

Quellmoor

Wo grundwasserleitende Schichten angeschnitten werden und ständig ergiebiges Druck- oder Drängewasser austritt, können Quellmoore entstehen (Kirchner 1975, Succow 1988). Sie entwickeln sich punkt- oder linienförmig über den Grundwasseraustrittsstellen (Succow & Jeschke 1990). Es werden zwei wesentliche Quellmoortypen unterschieden: die Hangquellmoore und die Kuppenquellmoore (Succow & Jeschke 1990, Stegmann 2005). Relevant sind in unserer Untersuchung nur Hangquellmoore. Die Hangquellmoore treten vornehmlich im Anschnittbereich von Grundwasserleitern, d.h. in den Hang- oder Hangfußlagen der pleistozänen End- und Grundmoränen oder im Mittelgebirgsraum auf (Succow 1988, TGL 1985). In den Jungmoränenlandschaften gehen die Quellmoore am Hangfuß häufig in Durchströmungsmoore über (Ringler & Dingler 2005) und sind vielfach langgestreckt und talparallel ausgeprägt (Succow & Jeschke 1990).

Hangmoor

Hangmoore entstehen durch ständig zulaufendes, soligenes Hangwasser über versickerungsgehemmten Untergrund (Succow 1988, Ringler & Dingler 2005). Die Hangmoore können direkt auf dem Festgestein aufliegen, aber auch Berglehm, Bergton, eisenverkitteter oder schluffreicher Sand bilden eine undurchlässige Basis für die Bildung von Hangmooren (TGL 1985). Die Wasserversorgung erfolgt über den Niederschlag, wobei der Regenwasserstau geländebedingt für eine Hochmoorbildung nicht ausreicht (Ringler & Dingler 2005). Hangmoore sind vornehmlich im Mittelgebirgsraum und im Altmoränengebiet verbreitet (Grosse-Brauckmann 1962, Landesumweltamt Brandenburg 2004). Die Hangmoore sind i.d.R. durch geringmächtige Torfe von < 1 m Mächtigkeit gekennzeichnet und weisen einen hohen Zersetzungsgrad auf (Landesumweltamt Brandenburg 2004, Succow 1988). Sie sind an geeigneten Hängen lokalisiert und durch eine hangabwärts gerichtete Nährstoffverarmung charakterisiert.

Die drei Moortypen kommen fast immer als Komplex vor: Am oberen Rand Quellbereiche, dann folgt eine sehr flach geneigte Hangmulde in der der Torf durchströmt wird. Durchströmungsmoore können auch in Versumpfungsmoore übergehen. Entsprechend dem Untersuchungsmaßstab fassen wir die drei Moortypen zu einer Klassifizierungseinheit zusammen (Talmulde).

Durchströmungsmoore entstehen bei hohem und gleichmäßigem Grundwasserangebot im Grenzbereich von Grundwasserleitern und –stauern auf. Sie sind an Geländesituationen gebunden, die eine Durchströmung des Wassers durch den Moorkörper bewirkt. Sie treten daher häufig Talrändern mit starken Schichtquellsystemen auf. Der Torf ist in naturnahem Zustand locker und gut durchströmbar, bei Entwässerung degeneriert er sehr schnell.

Die Durchströmungsmoore haben, reliefbedingt ihre Schwerpunkte an der Jungendmoränengrenze, in den stark reliefierten Eiszerfalllandschaften um Altshausen und Kißlegg (Grenzen von der lehmigen Moränen zu durchlässigen Überdeckungen), sowie an Talrändern im Riß-Iller-„Dreieck“ (Grenzen der lehmigen Grundmoräne zu durchlässigen Moränenschotter).

In der Moorzone mit den geringsten Niederschlägen (unter 1200 mm /a) sind die Moore schon lange stark drainiert und intensiv genutzt. Das Grabennetz ist fest eingebaut damit sind die ursprünglichen Eigenschaften eines Durchströmungsmoores nicht mehr gegeben.

Anhang 13 (Fortsetzung)

Eine Extensivierung ist möglich und aus Klimaschutzgründen erwünscht, die Einstellung eines zur Emissionsminderung optimalen Wasserstandes auf ca. minus 10 cm unter Flur und eine Reaktivierung der Durchströmung kaum erreichbar.

In der Zone über 1200 mm, besonders deutlich über 1400 mm N/a sind dagegen vor allem kleinere Moore zum Teil noch in einem ökologisch guten Zustand vorhanden. Hier sind Maßnahmen kurzfristig erfolgreich.

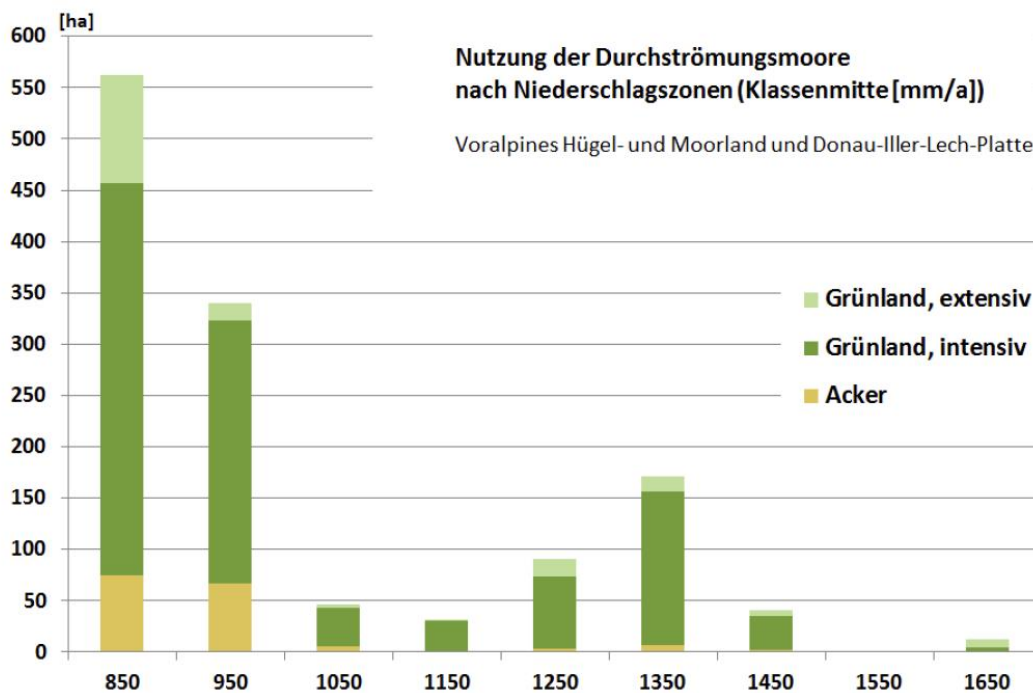


Abbildung 13: Durchströmungsmoore in den Niederschlagszonen



Abbildung 14: Panorama von der Querstraße nach Moosheim: strukturlose intensiv genutzte Moorfläche

Anhang 13 (Fortsetzung)



Abbildung 14 und 15 Intensivgrünland (Einsaatgrünland) und Acker
Kronried nördlich Saulgau 900-1000 mm / a



Abbildung 16: Durchströmungsmoor mit Wassergewinnungsanlage und engem Grabennetz. Hoßkirch-DSC09278.JPG

Hinweise für Maßnahmen im Niederschlagsgradienten und Prioritäten

Unter 1200 mm / a: In fast allen Durchströmungsmooren dieser Zone sind die Torfe schon soweit degradiert, dass eine laterale Durchströmung nicht mehr möglich ist, sie können also

Anhang 13 (Fortsetzung)

nicht renaturiert werden. Ein zusätzlicher Konflikt sind die Wassergewinnungsanlagen die das Wasser aus den Grundwasserleitern vor den Quellaustritten abziehen Eine Extensivierung zur Verlangsamung des Torfabbaues ist aber möglich und sollte angestrebt werden

Über 1200 mm /a: In Fällen in denen noch Reste von Extensivwiesen oder Flachmoorvegetation vorkommen bestehen gute Chancen für einen integrierten Moorschutz, das heißt, Klimaschutz und Schutz der Biodiversität können optimal kombiniert werden



Abbildung 17: Sigratshofer Moos und Waltershofer Weiher
1400-1500 mm / a)



Abbildung 18: Haubach Durchströmungsmoor / Hangmoor, ca. 1500 mm / a, Streuwiese mit
sehr hohem Naturschutzwert (Aufnahme Kaule 2011).

Anhang 13 (Fortsetzung)



Abbildung 19 P faumooos. Quellmoor mit Kalksinterbildung. Eines der wenigen Moore dieses Typs in Baden-Württemberg das noch einen Wasserhaushalt hat, der eine langfristige Sicherung ermöglicht. Fotos © Boecker.



Abbildung 20: *Drepanocladus intermedius*, Zeigerart für intakte Kalk-Quellmoore



Abbildung 21: *Liparis loeselii*, einer der wenigen verbliebenen Wuchsorte in BW

Anhang 13 (Fortsetzung)

Z.4 Kesselmoore

Kesselmoore sind Moorbildungen in geschlossenen, kesselartigen Hohlformen, die nach dem Rückzug des Inlandeises durch das Abschmelzen von Toteisblöcken ("Toteislöcher") entstanden sind (Succow 1988, Ringler & Dingler 2005, Klingentfuß & Zeitz 2010). Sie treten in den jungpleistozänen Endmoränen- und kuppigen Grundmoränengebieten, seltener auch in Sanderlagen, auf (Timmermann & Succow 2001). Kesselmoore sind an ein meist weites Einzugsgebiet mit steilen Hängen gebunden (Chmielewski 2007). Die Wasserspeisung erfolgt vornehmlich durch zusammenlaufendes Mineralbodenwasser des Oberflächen- und Zwischenabflusses (Landesumweltamt Brandenburg 2004). Durch Kolmatton der meist tiefen Becken – mit teilweise sehr mächtigen, stark wasserstauenden Schichten – wird der unterirdische Abfluss stark eingeschränkt (Rowinsky 1995). Während die Randzone noch als eutroph charakterisiert werden kann, sind die zentralen Bereiche der Moore infolge zunehmender Nährstoffverarmung oligotroph-sauer. Daher sind im Zentrum der Kesselmoore hochmoortypische Pflanzenarten wie Wollgras und Sphagnumarten kennzeichnend (Klingentfuß & Zeitz 2010).

Kesselmoore sind Moorbildungen in geschlossenen, kesselartigen Hohlformen, die nach dem Rückzug des Inlandeises durch das Abschmelzen von Toteisblöcken ("Toteislöcher") entstanden sind.

Kesselmoore: Die meisten Kesselmoore sind unter 10 ha, daher werden sie, sofern Übergangs- und Hochmoortorf von Göttlich kartiert wurde, in einer gesonderten Karte dargestellt. Ihr Schwerpunkt sind definitionsgemäß die Eiszerfalllandschaften



Abbildung 22: Torfstich im Übergangsmoorwald

Abbildung 23: Ried und Übergangsmoorwald

Blinder See westlich vom Federsee- Kesselmoor nördlich der Jugendmoränengrenze in einer niederschlagsreichen Zone (900-1000 mm / a).

Aufgrund der Wasserzufuhr aus der näheren Umgebung ist eine Renaturierung potentiell gut möglich, Voraussetzung ist, dass nährstoffarmes Wasser aus der Umgebung in den Randsumpf geleitet werden kann (kein Oberflächenwasser mit Gülle!). In zahlreichen Kesselmooren auch unter 10 ha hat Göttlich noch Hochmoortorf kartiert (er fasste Übergangsmoor- und Hochmoortorf zusammen). Diese liegen größtenteils im Wald unter Fichtenforst. Beispiele aus Bayern belegen, dass auch bei Niederschlägen zwischen 1000 und 1100 mm /a durch Rückstaumaßnahmen im Randlag-Graben eine deutliche Zunahme der Sphagnum auch im bewaldeten Moor stattfindet (Moore in Toteiskesseln im Kerschbacher Forst)

Anhang 13 (Fortsetzung)

Kesselmoore: Die meisten Kesselmoore sind unter 10 ha, daher werden sie, sofern Übergangs und Hochmoortorf von Göttlich kartiert wurde, in einer gesonderten Karte dargestellt. Ihr Schwerpunkt sind definitionsgemäß die Eiszerfallslandschaften

Für den Naturschutz sind Kesselmoore bei gutem Erhaltungszustand von sehr hoher Bedeutung und, sofern eine Chance zur Regeneration besteht, ist diese prioritär. In der durch Intensivwiesen geprägten Moorlandschaft des Allgäus können für den Biotopverbund relativ schnell wertvolle Bestandteile entwickelt werden ohne dass sehr große Flächen bearbeitet werden müssen, was immer ein langwieriger Prozess ist.



Abbildung 24: Kesselmoor Eglofs ca. 1600 mm p. / a. der Graben aus dem Moor kann geschlossen werden und das Übergangsmoor weiter regenerieren. *Sph. magellanicum*, *Sph. rubellum*, *Eriophorum vaginatum* und *Vaccinium oxycoccus* sind präsent



Abbildung 25: Kesselmoor bei Hoßkirch, XY p / a der von Göttlich kartierte Rest von Hochmoortorf ist degradiert, der Kessel nicht wiedervernässbar. Es bleibt ein „Flurgehölz“ in der intensiv genutzten Landschaft.

Hinweise für Maßnahmen im Niederschlagsgradienten und Prioritäten

In Fällen in denen noch Reste von Extensivwiesen oder Flachmoorvegetation oder Reste von Hochmoorvegetation vorkommen sind Renaturierungsmaßnahmen unter Einschluss des Klein-Einzugsgebietes prioritär Insbesondere bei Kesseln die im Wald liegen sind die Erhaltungsschancen sehr hoch. Es entstehen wertvolle Trittsteinbiotope der Moorvegetation

Anhang 13 (Fortsetzung)

2.5 Versumpfungsmoor mit ausschließlich Niedermoor

Versumpfungsmoore entstehen durch Grundwasseranstieg auf durchlässigem Substrat (Grundwasser-Versumpfungsmoor) oder durch Wasserrückstau auf undurchlässigem Substrat (Stauwasser-Versumpfungsmoor). Durch den ständigen Wechsel von Nass- und Trockenphasen und einhergehender und damit verbundener, erhöhter Zersetzung sind die Versumpfungsmoore durch geringe Torfmächtigkeiten von meist weniger als 2 m gekennzeichnet (Schopp-Guth 1999). Häufig durchragen mineralische Inseln den Torfkörper (Landesumweltamt Brandenburg 2004). Die Wasserstandsschwankungen bedingen zeitweilige Überstauungen von Moorteilen.

Versumpfungsmoore kommen in **Becken** ehemaliger Gletscherrinnen vor, auch im UG sind mineralische Inseln in größeren Mooren typisch. Eine weiteres wichtiges Vorkommen von Versumpfungsmooren sind die flussbegleitenden Moore. Sie treten großflächig auf, wenn Grundwasser in die Aue drückt. Das prominenteste Beispiel ist das Langenauer Ried.

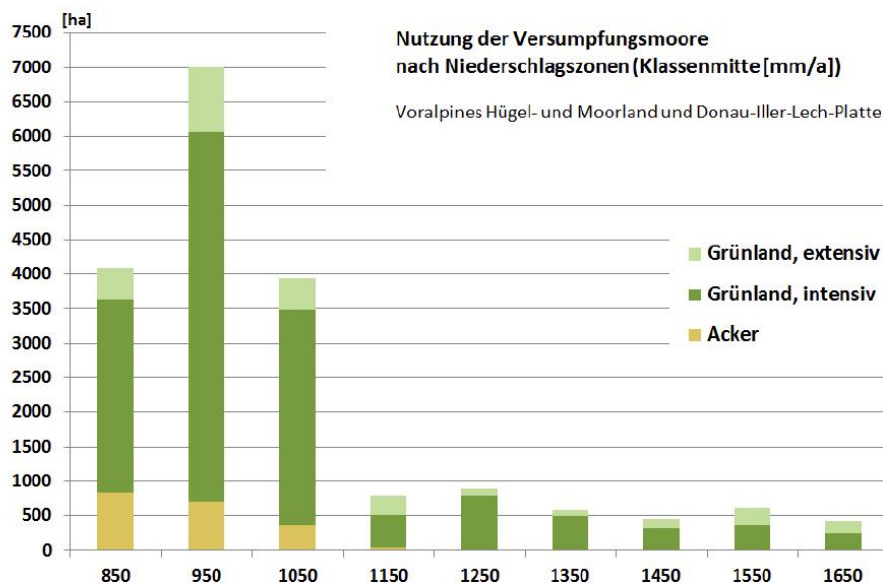


Abbildung 27: Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen im Niederschlagsgradienten.



Abbildung 28: Lagenauer Ried, Grundwasserentnahme, Torfschwund trotz Extensivnutzung

Anhang 13 (Fortsetzung)



Abbildung 29 du 30: Althausener Ried (900-1000 mm / a) Beckenmulde mit Intensivgrünland und Acker (oben) und Randzone mit Durchströmungsmoor mit Extensivwiesen, 2013 wurde hier die Drainage erneuert, größere Bereiche mit Nasswiesen und Seggenbeständen entwässert.

Niedermoore die jetzt bewaldet sind haben häufig eine Morphologie mit ehemaligen Torfstichbecken. Bei Anstau dieser Becken fließt zusätzlich von den höheren Bereichen nährstoffarmes Wasser in die Senken. Dies sind ideale Bedingungen für die Entwicklung von Moorwäldern Dies ist auch bei Niederschlägen um 900mm / a möglich (Sattelöse)

Anhang 13 (Fortsetzung)



Abbildung 31 und 32: Moore im Risstal zwischen Appendorf und Schiggenmühle bei Ingoldingen (900-1000 mm / a). Fichtenforst (links) in aufgelichteten nassen Senken etablierten sich Niedermoor-Torfmoose (*Sphagnum warnstorffii* und *Sph. palustris*). Aufgrund dieser Sekundärstandorte sind diese Arten in Oberschwaben nicht gefährdet (HÖLZER 2010)



Abbildung 33 und 34: Himmelreichmoos (1100-1200 mm / a) Torfmoose etablieren sich am Rand des Torfstich-Beckens (*Sphagnum girgensonii*)

Hinweise für Maßnahmen in Becken mit reinen Niedermooren im Niederschlagsgradienten und Prioritäten

Versumpfungsmoore in Becken haben rein hydrologisch gesehen gute Chancen für eine Renaturierung, diese ist jedoch abhängig vom Grundwasserstand. Da dieser durch Trinkwasserentnahme fast überall dauerhaft abgesenkt ist kann eine Wiederversumpfung nicht stattfinden. Unter diesen Umständen ist eine extensive Wiesennutzung zwingend.

Für das Langenauer Ried gibt es bereits umfassende Planungen und Maßnahmen auf die hier in einer Regionalen Übersicht nicht eingegangen werden muss
In Mooren dieses Typs in Zonen mit niedrigen Jahresniederschlägen sollte aus Klimaschutzgründen eine Extensivierung durchgeführt werden- Sofern es sich nur noch um

Anhang 13 (Fortsetzung)

Restflächen zwischen Bebauung und Infrastruktur handelt können ohne umfangreiche Maßnahme sind jedoch kaum für den Artenschutz besonders wertvolle Wiesen entstehen-

Bis 1200 mm /a: Extensivierung, Überprüfen ob Grabenschließung und Rückstau zur Wiedervernässung möglich ist, nur dann kann Brache und natürliche Sukzession zu ökologisch wertvollen Biotopen führen. Z.B. im Weiten Ried bei Herbertingen in der Kernzone des Schutzgebietes die in einer Senke (mit alten Torfstichen?) liegt. Die weiten Agrarflächen liegen in der Grundwassergewinnungszone. Das Gleiche gilt für das Moor östlich von Schlemmerhofen im Hügelland der unteren Riß. Hier ist Extensivierung vorrangig, durch Rückstau der alten Becken können jedoch die trockenen Ruderalfluren „versumpft“ werden. Das Osterried, mit 850mm n /a, im Hügelland der unteren Riß ist ein hydrologisch-geologischer Sonderfall, im Zentrum des Schutzgebietes aufgrund der gesicherten Grundwasserversorgung ein Quellmoor und erstklassige Streuwiesen.



Abbildung 35: Wiesenvogelschutzgebiet in dem Becken. Die Wiesen in der weiten Fläche enthalten keine Arten von Nass- oder Auenwiesen.



Abbildung 36: Riedwiesen und *Typha*-Röhrichte gibt es in alten Torfstichen und in den topographisch tiefsten Bereichen

Abbildung 35 und 35: Versumpfungsmoor in einem Becken der Aue. Weites Ried bei Herbertingen

Ist ein Anschluss an (neue) Überflutungsflächen einer Aue möglich sind weitergehende Maßnahmen prioritär



Abbildung 37: Ostrach südl Einhard-DSC09305. Aue mit Übergang zu einem vermoorten Becken. Hier ist, mit Unterstützung vom Flusswasser, eine Wiedervernässung möglich.

Anhang 13 (Fortsetzung)

Niedermoore die jetzt bewaldet sind haben häufig eine Morphologie mit ehemaligen Torfstichbecken. Bei Anstau dieser Becken fließt zusätzlich von den höheren Bereichen nährstoffarmes Wasser in die Senken. Dies sind ideale Bedingungen für die Entwicklung von oligotrophen Moorwäldern. Dies ist auch bei Niederschlägen zwischen 900-1000 mm / a möglich (Sattelöse bei Sendenhardt; Moore im Risstal zwischen Appendorf und Schiggenmühle bei Ingoldingen).

Über 1200 / a: Im Niederschlagsbereich in dem auch eine Hochmoorbildung möglich ist (über 1200 mm / a), also bei einem deutlichen Wasserüberschuss sind die Chancen für die Rückentwicklung von extensiven Nasswiesen hoch, insbesondere wenn noch Restflächen (oft bereits NSGs) vorhanden sind. Hier kommt es darauf an zunächst Moore mit einem überschaubaren Einzugsgebiet zu identifizieren (siehe Hochmoorkomplexe).

Versumpfungsmoore kommen auch immer in den Becken um die Hochmoore vor. Sie sind auch sekundär möglich, wenn der Hochmoortorf vollständig abgetorft wurde. Die Komplexe von Hochmoorresten und Versumpfungsmooren haben höchste Priorität. In der Regel sind sie jedoch bereits Schutzgebiete und in Bearbeitung. Allerdings besteht auch dann im weiteren Umfeld eine hohe Priorität für Extensivierung und Vernässung der Niedermoortorfe. Ziel sollte die Entwicklung großer zusammenhängender Moorlandschaften sein. Die Großschutzgebiete sind ein wichtiger Schritt in diese Richtung.

Anhang 13 (Fortsetzung)

2.6 Hochmoor (Versumpfungsmoore in Becken mit Hochmoor)

Hochmoore (auch als Regenmoore bezeichnet) werden ausschließlich durch Niederschlagswasser gespeist und sind als eigener hydrogenetischer Moortyp definiert. Dieser ist an Gebiete mit positiver Wasserbilanz gebunden und hängt von der Niederschlagsmenge und der Größe der Verdunstung ab.

Die Angaben über die Mindesthöhe der Niederschläge variieren beträchtlich. Laut Succow (1988) müssen Regenmoorgebiete mehr als 600 mm durchschnittlichen Jahresniederschlag aufweisen. Nach Frenzel (1994) entstehen Hochmoore nur in Regionen, deren Niederschläge 700 mm bis 800 mm übersteigen, während Ringler & Dingler (2005) mindestens 1000 mm/Jahr angeben.

Die Angabe von RINGLER & DINGLER (2005) für das Voralpengebiet (mindestens 1000 mm) muss nach den Daten von Kaule 2014 etwas nach oben korrigiert werden (1100 mm N/a). Bei der Wiederholungskartierung zeigte sich dass Hochmoore in der Zone mit geringeren Niederschlägen Relikte aus niederschlagsreicheren Perioden sind, sie verheiden ohne menschlichen Einfluss. Eine deutliche Zunahme torfbildender Sphagnen in vorentwässerten, verheideten Mooren fand ohne Rückstaumaßnahmen in den vergangenen 40 Jahren erst bei Niederschlägen über 1300 mm statt.

Die Hochmoore des Untersuchungsgebietes entstanden in Zungenbecken der eiszeitlichen Gletscher oder in Restseen, die nach Abschmelzen des Eises ausliefen und in denen sich zunächst Niedermoore bildeten. Alle Hochmoore sind, oder waren, von Niedermooren (meist Versumpfungsmooren) umgeben.

Hochmoore (auch als Regenmoore bezeichnet) werden ausschließlich durch Niederschlagswasser gespeist und sind als eigener hydrogenetischer Moortyp definiert. Dieser ist an Gebiete mit positiver Wasserbilanz gebunden und hängt von der Niederschlagsmenge und der Größe der Verdunstung ab. Im Untersuchungsgebiet kommen wachsende Hochmoore nur bei Niederschlägen über 1200 mm /a vor. Die Hochmoortorfe in Zonen mit niedrigerem Niederschlag sind also Relikte aus früheren Zeiten.

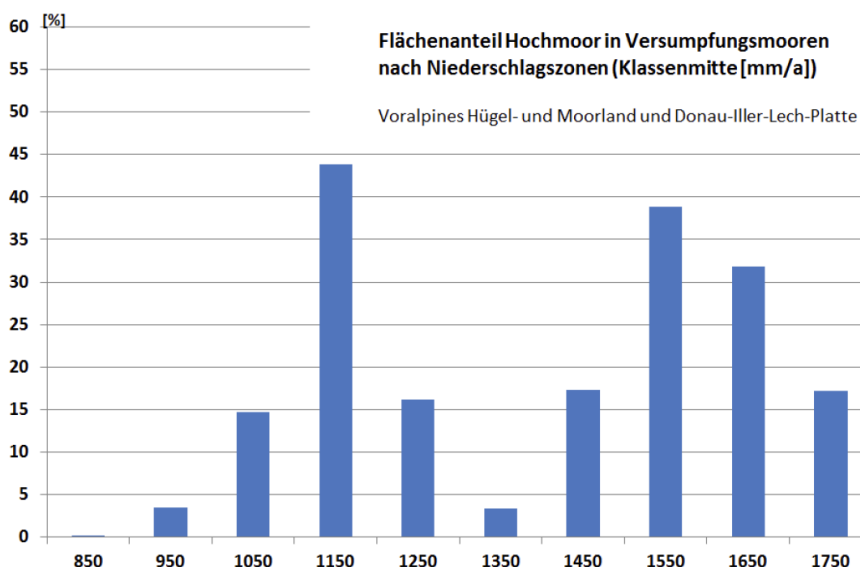


Abbildung 38: Anteil der Fläche mit Hochmoortorfen an den von Göttlich kartierten Polygonen.

Anhang 13 (Fortsetzung)

Der Anteil der HM-Fläche an der Moorfläche der ist in den Klimazonen unterschiedlich und muss entsprechend auf seine Ursachen analysiert werden. Richtig interpretiert ergeben sich aus den Anteilen zusammen mit dem Zustand der Moore die entscheidenden Hinweise für Rekultivierung- /Renaturierungsziele.

- In den Zonen bis 1100 mm p/a können in einem Anteil von unter 20% Übergangsmoorgesellschaften erhalten und entwickelt werden.
- Bei 1150 mm p/a liegt das Wurzacher Ried, in dieser klimatischen Zone ist das Monitoring der offenen Hochmoorgesellschaften vorrangig (Verhältnis Hochmoorwachstumskomplexe zu verheideten Bulten).
- In den Zonen über 1200 mm p/a muss der Schwerpunkt in der Hochmoorrenaturierung liegen (siehe Abbildung 39).

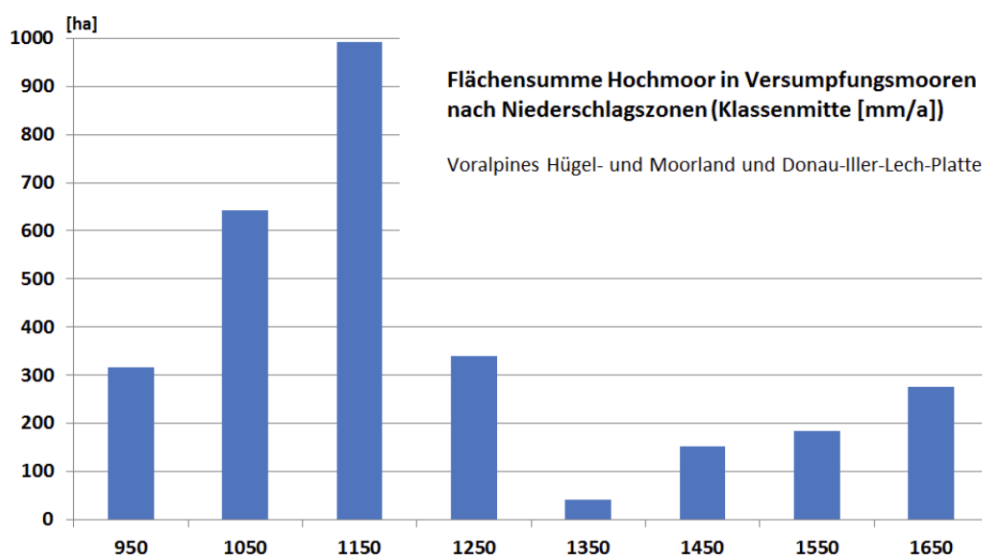


Abbildung 39: Flächensummen der von Göttlich kartierten Hochmoortorfe in den Niederschlagszonen

Die Flächensumme der von Göttlich 1965-71 kartierten Hochmoortorfe zeigt in absoluten Zahlen die kritische Situation der Hochmoore. 1/3, knapp 1000 ha können nur zu Übergangsmoorwäldern entwickelt werden, 1/3 liegt in einer durch Klimawandel kritischen Zone. Demnach können langfristig stabile wachsende Hochmoore nur auf einem Drittel der ehemaligen Hochmoorflächen sicher erhalten und entwickelt werden.

Die Ergebnisse dieser Flächenanalysen fließen die Analyse und die Ziele für die Moore in den Niederschlagszonen ein..

900-1000 mm / a

Unter 1000 mm Jahresniederschlag kommen Hochmoorwachstumskomplexe in Moorweiten nicht vor. Die Restflächen sind verheidet oder mit trockenem Kiefern-Moorwald oder Heidelbeer-Fichten-Moorwald bestockt. Bei Verfall oder Rückstau der Gräben können sich Fichtenmoorwälder mit Niedermoor-Torfmoosen großflächig entwickeln. Torfstichbecken mit oligotrophem Wasser können sich mit minerotrophen (Pseudohochmoor-) Schwinggrasen besiedeln. Übergangsmoore, Niedermoore mit Hochmoorarten sind möglich.

Anhang 13 (Fortsetzung)

Sattelöse westlich Sentenhart, Taubenried westlich Pfullendorf, Nordteil vom Pfrunger Ried (Hornung-Tisch) und Großer Trauben, Restfläche im Steinhauser Ried, südlicher Federsee Moorkomplex, Dolpenried.



Abbildung 40 :Sekundärer Übergangsmoorschwingrasen in einem Torfstich. Sobald der Wasserabfluss aus Becken verhindert wird, kann sich die offene Moorfläche stabilisieren (Teilgebiet Staudacher Ried.)



Abbildung 41: Offene Hochmoorweiten sind in dieser Niederschlagszone nicht möglich. Aus Artenschutzgründen sollte das Management die Entwicklung und Stabilisierung von Moorheiden einschließen (Steinacher Ried)

Federsee Moorkomplex (Großschutzgebiet) Fotos © Boecker

1000-1100 Grenzzone des Hochmoorwachstums

Brunnenholzried, Hoßkirchen Dornacher Ried, Dolpenried, Schreckensee, Gaishäuser Ried und die Moore westlich Bad Waldsee: Unteres Ried, Seinacher Ried, Herrschaftsried.

In dieser Zone sind offene Hochmoorwachstumskomplexe Relikte aus einer niederschlagsreicheren Klimaperiode. Die Hochmoore sind von Spirkenfilzen bewachsen in denen Spirke langsam aber stetig in den halboffenen Weiten zunimmt und die Fichte von den Rändern in die Spirkenfilze einwandert. In alten Torfstichbecken die zusätzlich von den Seiten mit Moorwasser versorgt werden können sich Pseudohochmoor-Komplexe entwickeln. Aus Fichtenforsten sind bei Vernässung Torfmoos-Moorwälder entstanden. In der Regel entwickeln sich jedoch „nur“ Beerstrauch-Fichten- und Kiefernwälder.

Anhang 13 (Fortsetzung)

1100 – 1200 Stabile Hochmoorwachstumskomplexe kommen (noch?) vor**Wurzacher Ried und Gründlenried**

Die bestehenden meist relativ trockenen echten Hochmoor-Wachstumskomplexe sind bei geringer werdenden Sommerniederschlägen gefährdet. Sollte sich das Szenario von Kasang² bestätigen wäre einer Abnahme der Sommerniederschläge am Alpenrand um 20-30% ein Hochmoorwachstum hier nicht mehr möglich. Dieses Risiko wird auch regional in anderen Ländern gesehen: HARRISON *et al*, 2001 machen für die Britischen Inseln folgende Aussage. „Climate Change - summary predictions for temperature and sea level rise as a result of global warming have been modelled by the 'MONARCH project' The prediction of higher summer temperatures and drought in southern and central England may lead to the remaining bogs drying out in that region, possibly extending as far as south east Ireland. This may be counterbalanced by increased rainfall further north.“



Abbildung 42: Wurzacher Ried, zentrale Moorweite 1970 (Foto Kaule, leider in sehr schlechter Qualität). Trotzdem ist an dem hohen Anteil verholzter, struppiger Heide erkennbar, dass nur in leichten Dellen echte Hochmoorwachstums-komplexe vorkommen



Abbildung 43: Torfstichzone. Die großen Becken können nur sehr schwer regeneriert werden. Im Tiefen Wasser siedeln sich kaum Torfmooswatten an. Große nicht gekammerte Torfflächen haben ebenfalls wenig Etablierungsnischen für Moose

1200 – 1500 Hochmoorgürtel**Moore im Westallgäuer Hügelland (TK 1:50.000 Blatt Wangen)**

In dieser Zone liegen die meisten Hochmoorkomplexe des Westallgäuer Hügellandes. Alle sind sehr deutlich durch Torfstiche und Entwässerung beeinflusst. In der Regel sind sie jetzt Schutzgebiete und ihre Renaturierung eingeleitet. Allerdings besteht im Umfeld der Hochmoorkerne eine hohe Priorität für Extensivierung und Vernässung der Niedermoortorfe. In dieser Niederschlagszone sind Renaturierungsmaßnahmen von Hochmooren und ihren Randbereichen mit hoher Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Oligotrophe Streuwiesen können sich zu Übergangsmooren mit Bulten aus Hochmoor-Torfmoosen entwickeln so dass auch bei Streuwiesenbrachen in Senken ein positives Entwicklungspotential besteht (KAULE *et al* 2014). Streuwiesen in gutem Erhaltungszustand kommen in dieser Niederschlagszone jedoch noch häufiger vor, dann hat die Pflege hohe Priorität. Die wichtigsten Moorkomplexe sind: Arrisrieder Moos, Gründlenried, Grünberger Moor, Bustenmoor, Röhseer Moos, Oberreuter Moos, Burger Moos westlich von Kißlegg.

² http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klimaprojektionen_Deutschland

Anhang 13 (Fortsetzung)



Abbildung 44: Bärenweiler, Burger Moos, 1300-1400 mm / a. Trockene Torfrippe mit Hochmoorheide, In Torfstichen Hochmoorregeneration.



Abbildung 45: Arrisrieder Moos, Hochmoorregeneration mit roten Torfmoosen im Rückstau auf der ehemals nach Entwässerung verheideten und bewaldeten Moorweite

1500 – 1700 mm / a Übergangszone zu Gebirghochmooren mit *Trichophorum cespitosum*

Anhang 13 (Fortsetzung)

Taufachmoos Filzteil, Bodenmöser bei Eisenharz, Harprechtser Moos, Haubacher Moor. Die beiden letzteren waren 1970 in der Bestandsaufnahme von KAULE 1974 noch im Abbau oder sehr stark degradiert, offene Restflächen vorwiegend verheidet. 2014 waren sie hervorragend regeneriert. Lediglich an der Straße Eisenharz Kreuzbuhl war 1970 eine Restfläche mit Hochmoorwachstumskomplex und nur sehr kleinen Spirken. Diese ist unverändert in sehr gutem Zustand.



Abbildung 46 und 47: 1970 wurde das Haubacher Moos von Kaule nicht ausführlich beschrieben, da es unter der damals definierten Qualitätsschwelle lag. Die Randnotiz lautet: Alte Torfstiche mit Regeneration der Hochmoorvegetation, Restflächen trocken mit einzelnen Spirken in Heide (KAULE 1974).

2011 war der Hauptteil des Moores hervorragend regeneriert. Die trockene, verholzte und absterbende Heide wird von Hochmoor-Torfmoosen unterwandert (Foto oben).

Die Torfstichbecken werden von sekundären minerotraphenten Schwinggrasen mit stark wachsenden Torfmoosdecken bedeckt (Foto links)



Abbildung 48: In den Fichtenforsten in den Randbereichen siedeln in lichten Lücken Torfmoose. Teller von Sturmwurf-bäumen sind Ansatzpunkte für eine Regeneration



Abbildung 49: Der Fichtenforst wurde (nach Sturmwurf?) abgeräumt. Die Fläche hat viele Nischen zur Kolonisierung mit Sphagnen. Die Erfolgchance sind hoch.

Abbildung 48 und 40: Haubacher Moos 1500 mm / a. Von Kaule 1970 und 2011 vergleichend begangen

Anhang 13 (Fortsetzung)

Hinweise für Maßnahmen im Niederschlagsgradienten und Prioritäten

900-1000 mm / a

Sattelöse westlich Sentenhart, Taubenried westlich Pfullendorf, Nordteil vom Pfrunger Ried (Hornung-Tisch) und Großer Trauben, Restfläche im Steinhauser Ried, südlicher Federsee Moorkomplex, Dolpenried.

In dieser Niederschlagszone ist eine Entwicklung von echten Hochmoorwachstumskomplexen nicht möglich. Auf geeigneten Flächen mit der Möglichkeit oligotrophes Wasser zurückzustauen oder aus höheren Moorpartien zuzuführen sind Übergangsmoore (Pseudohochmoore) und Schwinggrasen entwickelbar (Beispiele aus Bayern: Wildmoos und Haspelmoor bei Fürstenfeldbruck 900-1000 mm / a, KAULE et al 2004). Es können jedoch auch sehr wertvolle oligotrophe Bruchwälder entwickelt werden (siehe z. B. Moor 72 Moore im Risstal zwischen Appendorf und Schiggenmühle bei Ingoldingen, das Moorgebiet westlich von Sattelöse oder die erfolgreichen Maßnahmen im Großschutzgebiet Pfrunger Ried).



Abbildung 50: Altes Torfstichbecken im Steinhauser Ried. Rechts sekundärer *Sphagnum rubellum* Schwinggrasen, links *Molinia-Calluna* Moorheide, 950 mm N / a.



Abbildung 51: *Vaccinium oxycoccos* im Fichten-Kiefern-Moorwald des Moorgebietes westlich Sattelöse (ca 900 mm p/a). 1970 und 2014 von Kaule belegt. Der Moorwald regeneriert hervorragend

1000-1100 Grenzzone des Hochmoorwachstums

Brunnenholzried, Hoßkirchen, Dornacher Ried, Dolpenried, Schreckensee, Gaishäuser Ried und die Moore westlich Bad Waldsee: Unteres Ried, Seinacher Ried, Herrschaftsried.

Ohne Maßnahmen sind Hochmoorwachstumskomplexe nicht neu entwickelbar, sobald es möglich ist aus höher gelegenen Moorteilen Wasser in flache Mulden abzuführen kann sich Hochmoorvegetation entwickeln (KAULE et al 2014 nach Auswertung von über 2900 Moorpolygonen in ca. 290 Mooren im Bayerischen Voralpengebiet). Die Rodung von großen stark wasserziehenden Fichten in Becken führt bei Präsenz von Hochmoorsphagnen ebenfalls zur Entwicklung von sekundären schwach minerotrophen Wachstumskomplexen führen.

Anhang 13 (Fortsetzung)

Aufgelichtete Fichtenforste können sich jedoch auch zu Beerstrauch-Fichtenmoorwäldern und oligotrophen Bruchwäldern entwickeln. In den Moorkomplexen sollten also unbedingt Gräben geschlossen werden und im Umfeld Vernässungen durchgeführt werden. Der Nährstoffgehalt des zugeführten Wassers bestimmt dann die Sukzession. Es muss nicht unbedingt Hochmoor angestrebt werden.

1100 – 1200 Kritische Zone des Hochmoorwachstums. Stabile Hochmoorwachstumskomplexe kommen jedoch (noch?) vor

Wurzacher Ried und Dornacher Ried. Die offenen Moorweiten sind gegenüber Klimaerwärmung und Verringerung der Sommerniederschläge sehr gefährdet

Unter derzeitigen Bedingungen können sich bei Anstau von Gräben und der Schließung von Schlitzgräben Wachstumskomplexe aus Hochmoorheiden neu entwickeln. Zwischen 1970 und 2013 haben Hochmoorheiden die Torfmoosdecken von unter 10% auf 50- 70 % zugenommen (KAULE et al 2014).

Die beiden großen in diesem Niederschlagsgürtel vorkommenden Moore sind Kernflächen des Baden-Württemberger Hochmoor-Schutzkonzeptes. Die Entwicklung von sekundären Übergangsmooren im Randbereich hat jetzt Vorrang.

1200 – 1500 Hochmoorgürtel

In dieser Zone liegen die meisten Hochmoorkomplexe des Westallgäuer Hügellandes. Sie sind jedoch fast alle durch Torfabbau und Entwässerung stark beeinflusst worden. In der Regel sind sie bereits Schutzgebiete und Renaturierungsmaßnahmen eingeleitet. Allerdings besteht auch dann im weiteren Umfeld eine hohe Priorität für Extensivierung und Vernässung der Niedermoororte. Die wichtigsten Moorkomplexe sind :Gründlenried, Grünberger Moor, Bustenmoor, Röhseer Moos, Oberreuter Moos, Burger Moos westlich von Kißlegg.

Empfehlung: Rückstau von Torfstichen und Wiedervernässung von Hochflächen. Regeneration von Hochmoor-Wachstumskomplexen und lichten sphagnumreichen Moorwäldern. Wiedervernässung im Umfeld der Hochmoorkerne. Sofern nährstoffarmes Wasser verfügbar ist können Seggenrieden, nasses Extensivgrünland und Streuwiesen entwickelt werden Streuwiesen in gutem Erhaltungszustand kommen in dieser Niederschlagszone jedoch noch häufiger vor, dann hat die Pflege hohe Priorität

1500 – 1700 mm / a Übergangszone zu Gebirghochmooren

Taufachmoos Filzteil, Bodenmöser bei Eisenharz, Harprechtser Moos, Haubacher Moor. Diese beiden Moore waren 1970 in der Bestandsaufnahme von KAULE 1974 noch im Abbau oder sehr stark degradiert, offene Restflächen vorwiegend verheidet. 1914 waren sie hervorragend regeneriert. Lediglich an der Straße Eisenharz Kreuzbühl war 1970 eine Restfläche mit Hochmoorwachstumskomplex und nur sehr kleinen Spirken. Diese ist unverändert in sehr gutem Zustand.

Maßnahmen zur Wasserrückhaltung in den gesamten Moorkomplexen sollten verstärkt weiter geführt werden. In dieser Niederschlagszone sind Maßnahmen zur

Anhang 13 (Fortsetzung)

Hochmoorentwicklung, zu Regeneration sekundärer Schwinggrasen in Torfstichen und der Entwicklung nährstoffarmer Flachmoore im Umfeld mit großer Sicherheit erfolgreich.



Abbildung 52: Haubacher Moos, 1970: Alte Torfstiche mit Regeneration der Hochmoorvegetation, Restflächen trocken mit einzelnen Spirken in Heide. 2012. Torfmoosdecken unterwandern die absterbende Heide



Abbildung 53: Bodenmöser bei Eisenharz, regenerierter Hochmoorwachstumskomplex (1970 trockene Heide, 2014 Wachstumskomplexe mit *Sph. magellanicum* und *Eriophorum vaginatum*)

Auch das Umfeld dieser Moore enthält noch Niedermoore in gutem Erhaltungszustand und ein hohes Entwicklungspotential



Abbildung 54: Haubacher Moos, Flachmoor auf Durchströmungsmoor am Südrand. Guter Erhaltungszustand



Abbildung 55: Bodenmöser, Niedermoor (Aue und Beckenrand) mit zum Streuwiesen in gutem Erhaltungszustand, das Wiesental sollte insgesamt extensiviert werden

In den Niederschlagszonen über 1200 mm N/a fehlen noch Großschutzgebiete zur Entwicklung komplexer Moorlandschaften.

- Moorlandschaft Eisenharz,
- Moorlandschaft Winnis-Obere Möser, Taufach-Fetzachmoos Haubacher Moos
- Moorlandschaft Gründlenried-Weiher-Brunnen.

Anhang 13 (Fortsetzung)

3. Literatur

- DRÖSLER, M., ADELMANN, W., AUGUSTIN, J., BERGMAN, L., BEYER, C., CHOJNICKI, B., FÖRSTER, C., FREIBAUER, A., GIEBELS, M., GÖRLITZ, S., HÖPER, H., KANTELHARDT, J., LIEBERSBACH, H., HAHN-SCHÖFL, M., MINKE, M., PETSCHOW, U., PFADENHAUER, J., SCHALLER, L., SCHÄGNER, P., SOMMER, M., THUILLE, A., WERHAN, M. (2013): Klimaschutz durch Moorschutz. Schlussbericht des Vorhabens „Klimaschutz – Moornutzungsstrategien“ (2006-2010). Endbericht vom 31.1.2013.
- GÖRS, S. 1959: Lebenshaushalt der Flach- und Zwischenmoorgesellschaften Baden-Württembergs. Heft 20 Veröff. Landesstelle für Naturschutz Baden-Württemberg, Ludwigsburg S. 169-248-.
- GÖTTLICH, K. (1990): Moor- und Torfkunde. 3. Aufl., Stuttgart
- HARRISON, P. A., BERRY P. M. & DAWSON, T. P. (2001). *Climate Change and Nature Conservation in Britain and Ireland: Modelling natural responses to climate change* (the MONARCH project). Oxford, UKCIP Technical Report.
- KAULE, G. & PERINGER, A., 2011: Die Übergangs- und Hochmoore des Chiemgaus
Vergleichende Untersuchung zur Entwicklung zwischen den Jahren 1969-72 und 2010. Ber. Bayer. Bot. Ges. 81, 109-142. Als PDF verfügbar:
http://www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/hochmoore_chiemgau.pdf.
- KAULE, G. 1974: Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. Dissertationes Botanicae 27.
- PAUL, H. & RUOFF, S., 1932: Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. II. Teil Moore in den Gebieten des Isar-, Allgäu- und Rhein-Vorlandgletschers. Ber. Bayer. Bot. Ges. XX.
- RINGLER, A & DINGLER B, 2005: Moortypen in Bayern : Moorentwicklungskonzept Bayern ; [MEK] / [Bearb.: A. Ringler ; B. Dingler]. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Heft 180.
- WAGNER, A., 2000: Minerotrophe Bergkiefernmoore im süddeutschen Alpenvorland. Die *Carex lasiocarpa* – *Pinus x rotundata*-Gesellschaft. – Diss. TU München-Weihenstephan, Institut für Landespflege und Botanik, Lehrstuhl für Bayern: Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa;. Spektrum Verlag
- ZIMMERMANN, L., RASPE, S., SCHULZ, CH., GRIMMEISEN, W. (2008): Wasserverbrauch von Wäldern. In: LWF aktuell H. 66, S. 16-20

Anhang 14: Naturschutzfachliche Einschätzung von Sukzessionsstadien mit und ohne Maßnahmen auf Moorköpern

Tabelle 1: Hauptnutzungen; Vegetation, Habitattypen, Bewertung / Sukzession ohne Maßnahmen

Nutzung / Habitat- Obergruppen Regionalmasstab	Vegetationseinheiten Kartierungen Schwerpunktegebiete		Sukzession, Vegetationsentwicklung in 40 Jahren ohne Maßnahmen	
	Nat	Nat	Nat	Nat
Acker	Acker	n	Nicht relevant da „vorher“ Umwandlung zu Grünland	n
	Intensivgrünland nass	n	Kaum relevant, wenn doch ruderal-Hochstauden	n
	Intensivgrünland mittel	n	Kaum relevant, wenn doch ruderal-Hochstauden	n
Extensivgrünland	Kalkflachmoor	sh	Molinia-Brache oder Übergangsmoor (Wasserstandsabhängig)	m-sh
	Molinia-Streuwiesen	m	Molinia-Brache	n
	Artenreiche Nasswiesen	m	Hochstaudenbrache	m
Brache	Hochstaudenbrache	m-h	Fichten, Birken, Erlen	n
	Molinia-Brache	m	Fichten-Birkenwald	m
	Röhricht / Ried	m-h	Stabil bis Weidengebüsch und Bruchwald	m
Torfstichbecken	Wasser bis Röhricht	m-h	Röhricht	m
	Schwinggrasen	sh	Stabil bis Entwicklung zum Hochmoor	sh
	Offener Torf	n	Sehr langsame Entwicklung	n
Hochmoor-Torfstich-Komplex	Offener Torf	n	Wasserstandsabhängig Moorheide oder Hochmoor	m
	Hochmoorheide	m	Trockener Moorwald, ab 1300 mm N/a Hochmoor	m
	Offenes Hochmoor	sh	stabil	sh
	Schwinggrasen	sh	Stabil bis Entwicklung zum Hochmoor	m
	(Lichtes) Spirkenfliz	sh	stabil	m
Moorwald (auch im Torfstichkomplex)	Weidegebüsch	m-h	Erlen-Fichtenbruch	m
	Erlen-Fichtenbruch	sh	stabil	m
	Fichtenforst auf Torf	n	Ab 1300 mm N/a Sphagnum-Fichtenwald	m
	Vaccinium-Fichtenwald	h	stabil	m
	Sphagnum-Fichtenwald	sh	stabil	m
	Torfmoos-Spi-Fichtenwald	sh	stabil	m

Nat = naturschutzfachliche Bedeutung: n = niedrig, m = mittel; h= hoch; sh = sehr hoch

Anhang 14 (Fortsetzung)

Tabelle 2: Hauptnutzungen; Vegetation, Habitattypen, Bewertung / Sukzession mit Maßnahmen

Nutzung / Habitat- Obergruppen Regionalmassstab	Vegetationseinheiten Kartierungen Schwerpunktgebiete	Maßnahmen	Sukzession, Vegetationsentwicklung in 40 Jahren mit Maßnahmen	Naturschutz Bedeutung
Acker	Acker	Umwandlung zu Grünland	Intensivgrünland, selten Extensivgrünland	Nat
Intensivgrünland	Intensivgrünland nass	Extensivierung Drainage schließen	Extensivgrünland	n
	Intensivgrünland mittel	Extensivierung Drainage schließen	Extensivgrünland	n-m
Extensivgrünland	Kalkflachmoor	Pflege	stabil	sh
	Molinia-Streuwiesen	Pflege	stabil	n
	Artenreiche Nasswiesen	Bewirtschaftung mit Zuschuss	stabil	m
Brache	Hochstaudenbrache	In der Regel keine Massnahmen	Fichten???	m
	Molinia-Brache	In der Regel keine Massnahmen	Fichten-Birkenwald	n
	Röhricht / Ried	In der Regel keine Massnahmen	Stabil bis Weidengebüsch und Bruchwald	m
Torfstichbecken	Wasser bis Röhricht	Keine erforderlich	Röhricht	m
	Schwingrasen	Keine erforderlich	Stabil bis Entwicklung zum Hochmoor	m
	Offener Torf	Rückstau	Röhricht bis Schwingrasen	n
Hochmoor- Torfstich- Komplex	Offener Torf	Rückstau, Grabenschließung	Wasserstandsabhängig Moorheide oder Hochmoor	n
	Hochmoorheide	Grabenschließung	Trockener Moorwald, ab 1300 mm N/a Hochmoor	h
	wachsendes Hochmoor	Keine erforderlich	stabil	sh
	Schwingrasen	Keine erforderlich	Stabil bis Entwicklung zum Hochmoor	sh
	(Lichtes) Spaltenfilz	Keine erforderlich	stabil	h
	Weidegebüsch	Keine erforderlich	Erlen-Fichtenbruch	m
Moorwald (Kleinflächig auch im Torfstichkomplex)	Erlen-Fichtenbruch	Keine erforderlich	stabil	m
	Fichtenforst auf Torf	Einstau, Auslichtung	Ab 1300 mm N/a Sphagnum-Fichtenwald	m
	Vaccinium Fichtenwald	Grabenrückstau, Auflichtung	Sphagnum-Fichtenwald	m
	Sphagnum-Fichtenwald	In der Regel keine Massnahmen	stabil	h
	Torfmoos-Spi-Fi-Wald	In der Regel keine Massnahmen	stabil	sh

n = niedrig, m = mittel; h = hoch; sh = sehr hoch

Anhang 14 (Fortsetzung)

Erläuterung Landnutzungstypen / Habitat-Obergruppen und Vegetationseinheiten

Basisdatei st-quo		
0 Acker	Ackeresextensivierung	nicht wahrscheinlich Umwandlung in Ansaatgrünland (1a) evtl. extensiv
1 Intensivgrünland	1a Intensivgr. Nass	sehr artenarm (7-10 Arten/ 100m ²) <i>Lolium multiflorum</i> , <i>Alopecurus pratensis</i>
	Intensivgr. Mittel	sehr artenarm (5-7 Arten/ 100m ²) <i>Lolium multiflorum</i> , Ruderalarten, <i>Taraxacum officinale</i> viel
	1b Sukzession	nass <i>Filipendula ulmaria</i> , <i>Cirsium palustre</i> , <i>Phragmites</i> -Brachen trockener <i>Urtica dioica</i> - <i>Solidago</i> - Brachen
2 Extensivgrünland	Kalkflachmoor gegenüber	artenreiche Streuwiesen; <i>Primula farinosa</i> , <i>Schoenus ferrugineus</i>
	Braunmoose	GÖRS 1963/64) sind diese Moore um 80% zurückgegangen und durch Wiesenmoose ersetzt
	Molinia-Streuwiesen	auf den Niedermooren am Federsee jetzt sehr artenarm (10-15 Arten/100m ²)
	Artenreiche Nasswiesen	selten mit <i>Polygonum bistorta</i> , <i>Serratula tinctoria</i> , <i>Succisa pratensis</i>
	Molinia-Brachen	Artenzahlen weiter reduziert
	Hochstauden-Brache	können relativ stabil sein, artenarm
3 Brache	Hochstaudenbrache	Fichten, Erlen, Birken
	Molinia-Brache	Birken-Fichtenwald artenarm
	Röhricht / Ried	artenarme <i>Phragmites communis</i> -Bestände, Großseggen
4 Torfstichbecken	Wasser bis Röhricht	z.T. mit seltenen <i>Utricularia</i> -Arten
	Schwingrasen	Torfmoosdecken
	Offener Torf	schlechte Wiederbesiedlung bei Bädertorf, Bunkerde wird mit Arten der <i>Oxycocco-Sphagnetea</i> wiederbesiedelt bei mäßigem Einstau <i>Typha latifolia</i> , <i>Phragmites communis</i> bei geringen Niederschlägen <i>Clamagrostis epigeos</i> -Fluren
5 Hochmoor-Torstich-Komplex	Offener Torf	bei Trockenheit schlecht besiedelbar, sonst Regeneration von Torfmoosen
	Hochmoorheide	bei Trockenheit artenarm (5 Arten/100m ²)
	Offenes Hochmoor	Bunte Torfmoose mit <i>Ericaceen</i>
	Schwingrasen	Torfmoosdecken <i>Sphagnum palustre</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i>
	(Lichtes) Spirkenfilz	Dominanz von Torfmoosen
6 Moorwald (auch im Torfstichkomplex)	Weidengebüsch	<i>Salix aurita</i> , <i>Salix aurita x cinerea</i>
	Erlen-Fichtenbruch	Strukturdiversität hoch, Artenzahlen 10-25/100m ²
	Fichtenforst auf Torf	oft sehr artenarm
	Vaccinium-Fichtenwald	Zwergsträucher und säureliebende Astmoosdecken
	Sphagnum-Fichtenwald	langlebiger Waldkomplex, selten mit Hochmoorarten
	Torfmoos-Spi-Fi-Wald	artenreicher als voriger, höhere Strukturdichte

Anhang 15: *Materialien zu „Naturschutzaspekte hinsichtlich Fauna“*

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

2014

BWPLUS-Projekt „Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg“ (MooreBW)

Naturschutzaspekte hinsichtlich Fauna

Teilbeiträge und Empfehlungen

Bearbeitung:

Gabriel Hermann (Dipl. Ing. Umweltsicherung)
Jürgen Trautner (Landschaftsökologe)
Dr. Sabine Geißler-Strobel (Dipl.-Agrarbiologin)

[Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung, Filderstadt]

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	3
2	Faunistisches Potenzial moortypischer Lebensräume	3
2.1	Vorbemerkungen und Definition „moortypischer Arten“	3
2.2	Übersicht zu Anzahl und Moorbindungsgrad landesweiter Zielarten	6
2.3	Zur Fauna in den einzelnen Lebensraumtypen	7
2.3.1	Hochmoore	7
2.3.2	Übergangsmoore	8
2.3.3	Niedermoore	9
2.3.4	Moorwald	10
2.3.5	Moorgewässer	11
2.3.6	Verlandungszonen an Stehgewässern	12
2.3.7	Offene Torfe / Moorheiden	13
2.4	Übersicht zu Zielarten offener und gehölzdominierter Moore	15
3	Hinweise zu Raumplanung und Naturschutz	17
3.1	Zielarten	17
3.2	Anmerkungen zu Natura 2000, Artenschutz und Umwelthaftung	18
3.3	Renaturierungsökologie und Landschaftspflege	20
4	Zitierte Literatur	23
5	Anhang	25

Anhang 15 (Fortsetzung)

1 Vorbemerkungen

Das vorliegende Dokument beinhaltet Teilbeiträge und Empfehlungen zu bestimmten naturschutzfachlichen Aspekten bezüglich der Fauna im Zusammenhang mit dem Schutz und der Entwicklung von Mooren in Baden-Württemberg. Der Fokus liegt hierbei einerseits auf einer Kurzdarstellung des faunistischen Potenzials moortypischer Lebensräume und andererseits auf wichtigen Zielen und ggf. weiteren Hinweisen aus Sicht des faunistischen Artenschutzes zum Schutz und zur Entwicklung von Moorlebensräumen.

Eine weitergehende Einbindung in das Projekt, insbesondere die Diskussion der zugrunde liegenden Szenarien für potenziell klimarelevante Maßnahmen sowie Fragen der Gesamtbewertung, war nicht gegeben.

2 Faunistisches Potenzial moortypischer Lebensräume

2.1 Vorbemerkungen und Definition „moortypischer Arten“

In den nachfolgenden Kapiteln kann keine vollständige Charakterisierung und Bewertung der faunistischen Potenziale von Lebensräumen der Moore vorgenommen werden, die alle Tiergruppen sowie die regionale und detailliert lebensraumtypbezogene Differenzierung berücksichtigt. Hierfür liegen keine landesweit ausreichenden Grundlagen vor.

Unter Aspekten des Naturschutzes und der Landschaftspflege ist es allerdings ohnehin geboten, auf diejenigen Arten bzw. Artengruppen abzustellen, die im naturschutzfachlichen Kontext nach aktuellem Stand besonders schutzbedürftig und bewertungsrelevant sind und für die ausreichende Daten hinsichtlich einer entsprechenden Einordnung auf grobem Maßstab abrufbar sind.

Vor diesem Hintergrund wurde als Auswertungsbasis primär auf das Informationssystem Zielartenkonzept Baden-Württemberg¹ abgestellt. Dessen Bewertungssystem und Daten erlauben zum einen die Auswahl naturschutzfachlich besonders bedeutsamer Arten nach fachlicher Herleitung des Zielartenkonzepts (primär die Differenzierung nach Naturraum-, Landesarten und so genannten Zielorientierten Indikatorarten, Begriffserläuterungen s. Tab. A2 im Anhang) der darin behandelten Artengruppen. Zum anderen ist durch die in den Datenbanken hinterlegten Informationen zu zur Nutzung von Grob-Lebensraumtypen (Habitatstrukturtypen) eine gezielte Abfrage von Zielarten moortypischer Lebensräume für die vollständig in den Planungsablauf des Informationssystem Zielartenkonzept integrierten Zielarten Baden-Württembergs (> 300 Zielarten) möglich.

¹ <http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt5/zak/>

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

Die für eine Grobauswahl zunächst berücksichtigten Habitatstrukturtypen aus dem Informationssystem Zielartenkonzept sind in Tab. A1 im Anhang gelistet.

Ergänzend zu den Zielarten wurde zudem berücksichtigt, welche ggf. zusätzlichen Arten der Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) für Moore relevant sind² und welche Vogelarten im Natura 2000-Kontext bezüglich Moorlebensräumen unmittelbar Bedeutung erlangen. Für den letztgenannten Aspekt wurde auf diejenigen Vogelarten zurückgegriffen, die in der aktuellen Version des Handbuchs zur Erstellung von Management-Plänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg, Version 1.3 (LUBW 2013³) unter den direkt relevanten Arten der Vogelschutzrichtlinie (2009/147/EG) bzw. den zusätzlichen gelisteten nach Art. 4 Abs. 2 der Vogelschutzrichtlinie aufgeführt sind (dort Kap. 11)⁴.

Es ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass die Auswertung für einen Teil der im Informationssystem behandelten Artengruppen nicht vollständig ist, weil dort nicht für alle Artengruppen bezüglich aller Zielarten die Angaben zu naturräumlicher Verbreitung und Lebensraumbindung in Baden-Württemberg beinhaltet sind. So sind z. B. für die Laufkäfer ausschließlich die Zielorientierten Indikatorarten vollständig eingestuft. Eine Übersicht zum Bearbeitungsstand der Artengruppen sowie weitergehende Informationen zu diesem Planungswerkzeug sind dem im Internet verfügbaren Leitfaden zum Informationssystem ZAK (Stand April 2009, 2. Version, Seite 11⁵) zu entnehmen.

Die nachfolgende Tab. 1 gibt eine Übersicht der faunistischen Artengruppen und Taxazahlen moortypischer Lebensräume nach den verfügbaren Auswertungsparametern im Informationssystem ZAK nach Bewertung als „moortypische Arten im weiteren Sinne“ (Listung aller als moortypisch eingestuften Zielarten im Tab. A3 im Anhang). Entsprechend der Habitatbindung nach vorliegenden Kenntnissen und Einschätzung wurden Zielarten im Rahmen des vorliegenden Projekts folgenden Gruppen zugeordnet:

- keine essenziellen Vorkommen in Mooren
- stenotope Bindung an Moore
- starke Bindung an Moore, aber auch Vorkommen außerhalb
- (regional sehr) wichtige Vorkommen in Mooren, Hauptvorkommen jedoch außerhalb

Die drei letztgenannten Gruppen werden zusammengefasst als „moortypische Arten im weiteren Sinne“ bezeichnet.

Als „moortypische Arten im engeren Sinne“ werden im Weiteren dagegen nur die Arten des zweiten und dritten o. g. Aufzählungspunktes definiert, also die stenotopen sowie diejenigen mit einer starken Bindung an Moore.

² Diese Arten sind vollständig im IS-ZAK implementiert

³ <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/13930/?shop=true&shopView=11169>

⁴ Auch diese Arten sind überwiegend als Zielarten eingestuft und im IS_ZAK implementiert

⁵ <http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt5/zak/leitfaden.pdf>

Anhang 15 (Fortsetzung)

Tab. 1 Moortypische Tierarten Baden-Württembergs auf Basis des Informationssystems Zielartenkonzept des Landes (IS ZAK) für die dort nach Habitatstrukturen bzw. Lebensraum differenzierten Taxa

Berücksichtigte Taxa	Alle Zielarten nach ZAK	Zielorientierte Indikatorarten nach ZAK + FFH-Anhang II und IV-Arten	Anzahl moortypische Arten i. w. S.
Vögel	x		34
Amphibien und Reptilien	x		7
Tagfalter und Widderchen	x		31
Heuschrecken	x		11
Säugetiere		x	2
Fische und Neunaugen		x	2
Laufkäfer		x	5
Xylobionte Käfer		x	-
Libellen		x	10
Wildbienen		x	-
Weichtiere		x	7
Sonstige		x	1
Σ berücksichtigte Zielarten (moortypische i. w. S.)			110

Wie bereits eingangs erwähnt, kann die berücksichtigte Auswahl nicht die Gesamtheit der im weiteren Sinne moortypischen Tierarten Baden-Württembergs berücksichtigen. Sie repräsentiert jedoch wesentliche Anspruchstypen und ist naturschutzfachlich gut begründet. Eine vollständige Berücksichtigung der landesweiten Zielarten (nach IS ZAK) und/oder die Einbeziehung zusätzlicher Taxa (nachtaktive Schmetterlinge, Zikaden, Ameisen, Makrozoobenthos etc.) könnte möglicherweise gewisse Verschiebungen hinsichtlich der Lebensraumschwerpunkte (auch bei etwas stärkerer Gewichtung der gehölzdominierten Moorlebensräume) ergeben, würde aber nach überschlägiger Einschätzung nicht zu grundlegend abweichenden Gesamtbewertungen hinsichtlich der artenschutzfachlichen Relevanz und daraus abzuleitender Konsequenzen führen.

Nachfolgend werden nach einer Übersicht anhand dieser Artenmatrix die wichtigsten Moorlebensräume des Landes hinsichtlich der artenschutzfachlich maßgeblichen Elemente kurz charakterisiert.

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

2.2 Übersicht zu Anzahl und Moorbindungsgrad landesweiter Zielarten

Eine Übersicht zu den Ergebnissen der o. a. Auswertung bezüglich moortypischer Zielarten geben die Tab. 2 und 3 nach Zielartkategorie und Habitatstrukturtyp.

Tab. 2 Anzahl moortypische Zielarten unterschiedlicher Kategorien (anteilig an Zielarten des Informationssystems ZAK)

Zielarten (Kategorie)	Moortypische Zielarten i. w. S. (Moorbindung 1 bis 3)	Moortypische Zielarten i. e. S. (Moorbindung 1 und 2)	Gesamtzielarten Informationssystem ZAK
Landesarten Gruppe A (LA)	40 (38,1 %)	23 (21,9%)	105
Landesarten Gruppe B (LB)	36 (29,3 %)	8 (6,5%)	123
Naturraumarten (N)	34 (34,3 %)	3 (3 %)	99
Σ Zielarten	110 (33,6 %)	34 (10,4 %)	327

Anmerkung: Einzelne Arten, die hier nicht mehr berücksichtigt sind, hatten früher wichtige Vorkommen in Moorkomplexen im Land, sind jedoch aktuell in Mooren Baden-Württembergs (jedenfalls mit reproduzierenden Vorkommen) erloschen, z. B. Raubwürger und Ziegenmelker; weitere Arten sind bereits vor längerer Zeit erloschen, z. B. Sumpfohreule und Birkhuhn.

1: stenotope Bindung an Moore

2: starke Bindung an Moore, aber auch Vorkommen außerhalb

3: (regional sehr) wichtige Vorkommen in Mooren, Hauptvorkommen jedoch außerhalb

Tab. 3 Relevanz unterschiedlicher Lebensraumtypen für die moortypischen Zielarten i. w. S. (Mehrfachnennungen je Art möglich)

Habitatstrukturen nach Informationssystem ZAK	Anzahl der zugeordneten Arten nach Zielartenkategorie			Summe
	LA	LB	N	
Hochmoor (C1)	6	4	5	15
Übergangsmoor (C2)	12	7	5	24
Offene Torfflächen und Moorheiden (C3, B1.7)	5	8	9	22
Offene Niedermoore (nährstoffarm und nährstoffreich) (D2.4, D2.3.1 bis D2.3.3)	22	18	17	57
Verlandungszonen an Stehgewässern (A5.1 bis A5.5)	23	13	14	50
Lichtungen in Mooren (Sumpf- /Moorlichtung) (E2.3, E2.4)	12	12	14	38
Moorgewässer (inkl. ephemerer Tümpel) (A3.1, A3.2)	17	5	6	28
Sonstige Stehgewässer (A3.3, A3.4)	17	8	7	32
Quelle, Graben, Bach A1.1, A2.1	9	10	5	24

6

Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung, Filderstadt

Anhang 15 (Fortsetzung)

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

2014

Habitatstrukturen nach Informationssystem ZAK	Anzahl der zugeordneten Arten nach Zielartenkategorie			Summe
	LA	LB	N	
Moorwald/Sumpf-/Bruchwald (E1.5, E1.6)	6	3	3	12
Feuchtgebüsche (D6.1.3)	-	2	3	5

LA = Landesart A, LB = Landesart B, N = Naturraumart

Hieraus wird u. a. deutlich, dass rund 44 % der landesweiten Zielarten des Informationssystems Zielartenkonzept Baden-Württemberg, für die Verbreitung und Habitatbindung in der Auswertung vollständig berücksichtigt werden konnten, als Moorbewohner im weiteren Sinne und immer noch rd. 34 % als Moorarten im engeren Sinne (stenotop oder mit starker Bindung an Moore) einzustufen sind. Dies unterstreicht die weit überproportionale Bedeutung der Moore für die Biodiversitätssicherung in Baden-Württemberg. Da es sich zugleich in vielen Fällen aber um gefährdete oder stark gefährdete Arten handelt, wird auch die kritische Situation diesbezüglich unterstrichen.

In den nachfolgenden Kapiteln zu einzelnen Moorlebensräumen werden teils auch Arten genannt, die zusätzlich (in der Regel als Zielarten) zu den vollständig bearbeiteten Artengruppen wichtige Repräsentanten der Moorfauna darstellen.

2.3 Zur Fauna in den einzelnen Lebensraumtypen

2.3.1 Hochmoore

Insgesamt 15 landesweite Zielarten nutzen Hochmoore als essenziellen Haupt- oder Teillebensraum (s. Tab. 3). Diese Gruppe nimmt damit einen Anteil von rd. 14 % an der Gesamtzahl der ausgewerteten moortypischen Zielarten (Kategorien 1-3) ein. Erwähnenswert ist der relativ hohe Anteil sogenannter „Landesarten“ der höchsten Schutzpriorität A: 40 % (n = 6) der Hochmooren zugeordneten Zielarten gehören dieser Kategorie an.

Fast alle Zielarten nutzen das Hochmoor im Komplex mit umgebenden Lebensräumen, wie Übergangsmooren, Moorheiden oder Moorwäldern. Beispiele hochgradig bedrohter, vielfach bereits in Mooregebieten erloschener Komplexbewohner sind Auerhuhn (*Tetrao urogallus*), Kreuzotter (*Vipera berus*), Hochmoor-Gelbling (*Colias palaeno*) oder Hochmoor-Perlmutterfalter (*Boloria aquilonaris*). Nur sehr wenige Moorarten sind dagegen ausschließlich an Hochmoor gebunden. Eines der wenigen Beispiele „stenöker“ Hochmoorarten ist der Laufkäfer *Agonum ericeti*, der allerdings auch in hydrologisch stark beeinträchtigten Degradationsstadien noch Vorkommen besitzen kann, solange diese hinreichend offen (unbewaldet) sind (z. B. Hochmoorreste in Abtorfungsgebieten).

Die Fauna der Hochmoore ist vergleichsweise artenarm, gleichzeitig aber durch hohe Anteile spezialisierter und heute i.d.R. stark gefährdeter Arten gekennzeichnet. Für die Biodiversitätssicherung von Tierarten kommt den Hochmooren in

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

Baden-Württemberg insoweit eine wichtige Funktion zu. Herausragend ist ihre Bedeutung, wenn sie mit Nieder- und Übergangsmooren eng verzahnt und/oder großflächig ausgeprägt sind. Erst dann bieten Hochmoore auch anspruchsvollen Komplexbewohnern, wie Hochmoor-Gelbling (*Colias palaeno*) oder Hochmoor-Perlmutterfalter (*Boloria aquilonaris*), geeigneten Lebensraum. Beide Tagfalterarten reproduzieren sich in Vegetationsbeständen des Hochmoors an spezifischen Moorpflanzen⁶, sind darüber hinaus jedoch von Nektarquellen abhängig, die nur auf minerogen beeinflussten und zugleich offenen Standorten in adäquatem Umfang verfügbar sind (Streuwiesen, Moorweiden, Hochstauden- und Schlagfluren etc.; z. B. WEIDEMANN 1989, HERMANN & GRÜNEBERG 2004).

Weitere Schlüsselfaktoren hinsichtlich der Fauna sind ein geringer bis allenfalls mäßiger Gehölzbedeckungsgrad der Hochmoore und – diesen maßgeblich prägend – ein weitgehend natürlicher Wasser- und Nährstoffhaushalt. Nur in großräumig offenen, mehrere 100 ha umfassenden Moorkomplexen wären beispielsweise Habitate von Birkhuhn und Raubwürger zu erwarten, die badenwürttembergische Moore (auch) aufgrund der permanenten Gehölzzunahme während der letzten 100 Jahre als Brutgebiete aufgegeben haben. Natürliche Wasser- und Nährstoffverhältnisse sichern alleine nur unter günstigsten Umständen eine dauerhafte Gehölzarmut bzw. das Ausbleiben einer mehr oder weniger dichten bzw. flächigen Moorwaldentwicklung. Insoweit ist keineswegs pauschal davon auszugehen, dass Hochmoore ihre besonderen Funktionen für den zoologischen Artenschutz ohne jedwede Pflegeeingriffe erfüllen können. Eine im Einzelfall zu diskutierende Minimalpflege ist die sporadische Zurücknahme aufgekommener Sukzessionswaldbestände in größeren Zeiträumen (alle 10-20 Jahre; s. dazu auch an späterer Stelle).

2.3.2 Übergangsmoore

Mit insgesamt 24 zugeordneten Zielarten weisen Übergangsmoore in artenschutzfachlicher Hinsicht eine höhere Bedeutung auf als „reine“ Hochmoore. Die Hälfte jener Arten ist im Informationssystem ZAK der höchsten Schutzpriorität zugeordnet („Landesart A). Fast alle Hochmoorarten sowie ein größerer Anteil der Niedermoorarten besiedeln auch oder bevorzugt Übergangsmoore. Einige von ihnen, wie das landesweit vom Aussterben bedrohte Große Wiesenvögelchen (*Coenonympha tullia*), besitzen hier ihren Siedlungsschwerpunkt. Lange wurde verkannt, dass dieser stark zurückgehende Moorfalter kein Hochmoorbewohner ist, sondern Cyperaceen minerogen beeinflusst, fast ausnahmslos extensiv gemähter oder beweideter Moore als Wirtsgräser nutzt (WEKING 2011).

Auch im Übergangsmoor wird die Bedeutung für typische und insbesondere gefährdete Tierarten durch eine enge räumliche Verzahnung mit anderen offenen bis halboffenen Moorlebensräumen gesteigert. Für spezifische Vogelgemeinschaften

⁶ Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*) bzw. Moosbeere (*Oxycoccus palustris*)

Anhang 15 (Fortsetzung)

der Übergangsmoore sind Mindestflächen von mehreren 100 ha erforderlich, um lebensfähige Brutpopulationen zu sichern (Raubwürger, *Lanius excubitor*; Braunkehlchen, *Saxicola rubetra*; Bekassine, *Gallinago gallinago*; Großer Brachvogel, *Numenius arquata*). Weil Übergangsmoore jedoch häufig nur Sukzessionsstadien zwischen brachgefallenen Niedermoorwiesen und Hochmooren bzw. Moorwaldgesellschaften darstellen, sind die Habitate der hier eingemischten Zielarten in starkem Maße pflegeabhängig. Nach vollständiger Aufgabe archaischer (oder zumindest als archaisch erscheinender) und zugleich habitatprägender Moornutzungen, wie Streumahd, Moorweide oder dem sogenannte „Schwenden“ von Gehölzen verschwinden viele Zielarten der Übergangsmoore auch bei (bzw. trotz) noch intaktem oder durch Sanierungsmaßnahmen wiederhergestelltem Wasserhaushalt.

2.3.3 Niedermooore

Offene, extensiv genutzte Niedermooore beherbergen im Vergleich zu anderen Moorlebensräumen einen stark überdurchschnittlichen Anteil der moortypischen Zielarten Baden-Württembergs (52 %; n = 57). Unter diesen wiederum finden sich 22 Landesarten der höchsten Prioritätsstufe A. Offene Niedermooore sind damit für die Biodiversitätssicherung der Fauna von fundamentaler Bedeutung. Allgemein ist festzustellen, dass kalkbeeinflusste, nährstoffarme Niedermooore eine sehr viel größere Zahl landesweiter Zielarten aufweisen als saure oder eutrophe Niedermooore. Insbesondere in kalkoligotrophen Niedermoooren sind bei fast allen analysierten Tierartengruppen charakteristische und in der Regel hochgradig gefährdete Arten nachgewiesen. Sehr hohe Bedeutung haben in Baden-Württemberg z. B. die Vorkommen des Wachtelkönigs (*Crex crex*), der Tagfalterarten Heilziest-Dickkopffalter (*Carcharodus flocciferus*) und Goldener Scheckenfalter (*Euphydryas aurinia*) sowie der Windelschneckenart *Vertigo geyeri*.

Unter den typischen Niedermooarten finden sich einerseits solche mit obligatorischer Bindung an hohe Grundwasserstände oder offene Sümpfe (z. B. Moorfrosch, *Rana arvalis*; Bekassine, *Gallinago gallinago*). Andere hingegen sind nicht oder nur sekundär von konstant nassen Standortbedingungen abhängig. Limitierend wirkt bei einer großen Zahl der in Streuwiesen und verwandten Kulturökosystemen vorkommenden Zielarten vielmehr die Kombination aus Nährstoffarmut, schütterer Vegetationsbedeckung, spezifischen Wirtspflanzenvorkommen und/oder (hoch)extensiver Nutzung. So sind Arten wie Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*), Wiesenpieper (*Anthus pratensis*), Goldener Scheckenfalter (*Euphydryas aurinia*), Westlicher Scheckenfalter (*Melitaea parthenoides*) oder Warzenbeißer (*Decticus verrucivorus*) nicht per se an Niedermooore gebunden. Gerade im moorreichen Alpenvorland sind ihre rezenten Vorkommen jedoch vielfach auf die Mooore zurückgedrängt, weil einstige Habitate auf mineralischen Standorten intensiviert oder aufgeforstet sind.

Niedermooore unterlagen traditionell zu großen Teilen einer regelmäßigen oder zumindest sporadischen Landnutzung (Streumahd, Beweidung). Mit dem weitgehenden Wegfall dieser Nutzungen entwickeln sich ohne die Etablierung geeigneter Pflegeregime oder Ersatznutzungen (Schilf-)Röhrichte, Seggenriede oder Ge-

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

hölze; Prozesse, die in aller Regel – ganz besonders im gehölzdominierten Stadium – mit massiver Verarmung und weitgehendem Ausfall der aus Artenschutzsicht besonders bedeutsamen Elemente einhergehen. Mehr noch als im Übergangsmoor sind Habitats der niedermoor typischen Zielarten unter heutigen Rahmenbedingungen des weitgehenden Fehlens spezifischer Habitatbildner (Biber, Elch etc.) und Mangel an naturbelassenen, d. h. dynamischen Fließgewässern in starkem Maße pflegeabhängig. Streumahd, Moorweide und auch flächige Holznutzung („Schwenden“, Kahlhieb) sind deshalb Schlüsselfaktoren für die Biodiversität der Niedermoore.

2.3.4 Moorwald

Insgesamt 12 Zielarten sind im Informationssystem ZAK den Habitatstrukturtypen Moorwald/Bruchwald/Sumpfwald zugeordnet. Dies entspricht nur einem Anteil von 11 % der im weiteren Sinne moortypischen Zielarten. Die Anzahl höchstprioritärer Arten ist indessen relativ hoch (6 Landesarten A). Gehölzdominierte Moore weisen allerdings mit Ausnahme der xylobionten Fauna, in der sich offenbar nur wenige Moorspezialisten finden, kaum eine eigenständige, d. h. von offenen Moorstandorten klar abgrenzbare Fauna auf. Lichte bis offene Ausprägungen werden von einzelnen prioritären Moorarten (mit)genutzt, entweder als Teillebensraum (z. B. Raubwürger, Birkhuhn, Hochmoor-Gelbling) oder als vollständiges Habitat (z. B. die Schmetterlingsarten *Plebeius optilete* oder *Arichanna melanaria*). Für den zoologischen Artenschutz ist damit die Bedeutung der Moorwälder erheblich geringer als jene offener Moore.

Unter den analysierten Taxa sind nur sehr wenige der moortypischen Arten obligatorisch an mehr oder weniger geschlossene Moorwaldbestände gebunden (vgl. folgendes Kap.). Dies gilt ebenso für minerogen beeinflusste Moorwälder der Nieder- und Übergangsmoore, wie für waldfähige Hochmoorstandorte. Nur wenige der moortypischen Zielarten tolerieren weitgehende Beschattung durch Wald oder Baumbestände in ihren Reproduktionszentren. Beispiele aus dieser Gruppe sind Arten ohne besondere Bindung an bodennahe Besonnung (Schwarzstorch, *Ciconia nigra*; Moorfrosch, *Rana arvalis*). Jedoch meiden selbst typische Waldvögel, wie die - zumindest historisch – auch moorbewohnenden Zielarten Auerhuhn (*Tetrao urogallus*), Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*), Berglaubssänger (*Phylloscopus bonelli*) oder Dreizehenspecht (*Picoides tridactylis*) dicht geschlossene Baumbestände. Deren Habitats sind überwiegend in Lückensystemen der Gehölzmatrix eingemischt, wie sie in Mosaikzyklen großflächig naturbelassener Wald- und Moorlandschaften vorkommen, vielfach aber auch in der vorindustriell vom Menschen genutzten Moorlandschaft auftraten. Der Dreizehenspecht ist dagegen auf episodische Massenentwicklungen xylobionter Käferarten angewiesen (KRATZER et al. 2011), wie sie gerade für die „Kampfzone“ des Waldes im oligotrophen Moorbereich typisch sind, heute jedoch weitgehend flächendeckend verhütet werden. Die Art ist deshalb in Baden-Württemberg vom Aussterben bedroht.

Auch in der Wirbellosenfauna der Moore finden sich waldspezifische Arten, die nicht die dicht geschlossenen Baumbestände, sondern deren Lückensysteme als

Anhang 15 (Fortsetzung)

Habitat nutzen (z. B. Gelbringfalter, *Lopinga achine*, Wald-Wiesenvögelchen, *Coenonympha hero*; Hochmoor-Bläuling, *Plebeius optilete*). Diese „Lichtwaldarten“ gehören heutzutage zu den derzeit am stärksten gefährdeten Elementen der Wald- und Waldmoorfauna.

Eine zentrale, hieraus ableitbare Konsequenz ist, dass für die Biodiversität der Moorwälder Nutzungen und Prozesse, die (auch größere) Waldlücken schaffen und deren räumlich-zeitliche Konstanz fördern, eine ausschlaggebende Bedeutung zukommt. Strukturelles Ziel sind aus tierökologischer Sicht sehr offene, „durchlässige“ Moorwälder, die zugleich Habitatfunktionen für zumindest einen Teil der Arten offener Moorstandorte übernehmen können. Hierzu geeignete Nutzungen sind flächige Kahlhiebe (ab 1 ha Größe), aber auch Duldung oder gezielte Förderung von Wildverbiss und Insektenkalamitäten (Borkenkäfer). Prozessschutz im Sinne eines dauerhaften Nichtstuns führt unter heutigen Bedingungen dagegen im Regelfall sukzessive zu Habitatverlust und Verschwinden der an sich moorwaldtypischen Arten, allenfalls sehr selten, langfristig oder zufällig zu deren Förderung. Letztlich gilt dies nicht nur für die Arten der frühen (offenen) Wald-Sukzessionsstadien, sondern ebenso für Arten sehr alter bis zerfallender Wald- oder Baumbestände. Vorkommen solcher „Urwaldrelikte“, etwa der xylobionten Käferfauna, sind weder hochmobil, noch (heutzutage) mit hinreichender Siedlungsdichte in Moorlandschaften präsent, um in planungsrelevanten Zeiträumen eine tatsächliche Bestandsförderung durch Prozessschutz erfahren zu können, soweit ein solcher nicht zielgerichtet in Bereichen ihrer Reliktpopulationen platziert wurde. Dies setzt faunistisches Wissen bei der Planung entsprechender Prozessschutzgebiete voraus, das vielfach bereits vorliegt, bis dato jedoch unzureichend genutzt wird.

Störungsarmut ist im Vergleich zu strukturellen Aspekten nur ausnahmsweise ein Limitfaktor für die Avifauna der Moorwälder. Ein Beispiel für eine diesbezüglich empfindliche Art ist der rezente in Ausbreitung begriffene Schwarzstorch. Moorwälder werden von dieser baumbrütenden Art zwar keineswegs ausschließlich genutzt. Häufiger als Wirtschaftswälder bieten sie jedoch störungsarme, zur Nestanlage gut geeignete Bereiche, darüber hinaus oft auch ein geeignetes Nahrungsangebot infolge ihres Gewässerreichtums.

2.3.5 Moorgewässer

Dystrophie und/oder oligotrophie, d. h. durch freie Huminsäuren und/oder Nährstoffarmut geprägte Gewässer zeichnen sich durch eine hochspezifische Fauna aus. Unter den hier analysierten Taxa sind im landesweiten Zielartenkonzept 28 Arten (25 %) dem Typus Moorgewässer zugeordnet, darunter 17 Landesarten der Kategorie A. Vertreter finden sich dabei insbesondere in der Gruppe der Libellen, vereinzelt auch bei Vögeln und Amphibien. Deutlich höhere Zahlen spezifischer Moorgewässerarten wären bei Einbeziehung und Analyse zusätzlicher aquatischer Wirbellosentaxa zu erwarten (z. B. Schwimmkäfer wie *Agabus wasastjernae*).

Ein wesentliches Qualitätsmerkmal der Moorgewässer ist in vielen, wenngleich nicht in allen Fällen deren gute Besonnung. Viele der besonders gefährdeten Wir-

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

bellosen von Moorgewässern tolerieren keine Beschattung. Obgleich z. B. einige Moorlibellen auch kleine bis sehr kleine Gewässer als Reproduktionshabitat nutzen (Schlenken), spielt auch die Größe des freien Wasserkörpers eine wesentliche Rolle. So wird z. B. die Nordische Moosjungfer (*Leucorrhinia rubicunda*) zu meist in größeren Moorgewässern registriert, bei denen es sich häufig um ehemalige Torfstiche handelt. Ihre Primärhabitats sind Lagg-Gewässer am Rand von Mooren, Restseen, Moorweiher und Kolke sowie vermoorte Ufer von Seen und Flussaltwassern (STERNBERG 2000). Sukzessionsbedingte Verlandung und Verschattung solcher Moorgewässer bringt Arten wie die Nordische Moosjungfer zunehmend in Bedrängnis, zumal neue Habitats kaum noch entstehen (Rückgang des Torfabbaus) und „künstliche“ Gewässerneuanlagen im Moor-Naturschutz oft noch unzureichende Akzeptanz finden.

Die unter heutigen Gegebenheiten „natürlichen“ und zugleich hinreichend offenen Moorgewässer reichen im Regelfall selbst in großen Moorkomplexen nicht aus, um die spezifische Moorgewässerfauna zu sichern. Hierfür wäre ein gezieltes Management mit regelmäßiger Neuanlage hinreichend großer und besonnener Gewässer nicht nur in Hochmooren, sondern auch in Übergangs-, Quell- und Niedermooren von zentraler Bedeutung (inkl. Gehölzkontrolle). Zielarten solcher, zumindest schwach minerogen beeinflusster, teils auch mesotropher Gewässer und ihrer Verlandungszonen sind u. a. die FFH-Amphibienarten (Anhänge IV) Moorfrosch (*Rana arvalis*) und Kleiner Wasserfrosch (*Rana lessonae*) sowie die landesweit vom Aussterben bedrohten Arten Zwerglibelle (*Nehalennia speciosa*) und Große Moosjungfer (*Leucorrhinia rubicunda*). Besiedlungslimitierend für diese Arten sind ein nicht zu geringer Säuregrad der Moorgewässer (Moorfrosch: pH-Wert > 5; LAUFER & PIEH 2007) bzw. spezifische strukturierte Eiablage- und Larvalhabitats am oder im Gewässer mit oftmals starker Nutzungsabhängigkeit (v. a. Streumagd). Potenzielle Gefährdungen dieser Arten sind dementsprechend die Aufgabe der Streumagd oder Moorbeweidung auf minerogenen, nassen Moorstandorten mit darauffolgender Verfilzung und Verschattung ihrer Reproduktionsgewässer. Daneben kann das Einbringen oder Vordringen von Fischen in größere, meist nichtdystrophe Gewässer der Moorandbereiche zur Entwertung oder erheblichen Beeinträchtigung der Habitats eignung für Zielarten der Moorgewässer beitragen.

2.3.6 Verlandungszonen an Stehgewässern

Über die im vorigen Kapitel erwähnten Arten hinaus spielen Stehgewässer der Moore vorwiegend für Komplexbewohner eine wichtige Rolle, die neben dem eigentlichen Wasserkörper größere Verlandungszonen spezifischer Ausprägung beanspruchen. Insgesamt 50 landesweite Zielarten (45 % der berücksichtigten moortypischen Zielarten) sind entsprechenden Habitatstrukturtypen zugeordnet, darunter 23 Landesarten der höchsten Prioritätsstufe A.

Beispiele finden sich insbesondere in der Avifauna (Rallen, Reiher, Entenvögel). Zusätzlich zu strukturellen Aspekten und einem entsprechenden Nahrungsangebot

Anhang 15 (Fortsetzung)

ist für diese eine grundsätzliche Störungsarmut ihrer Brutgebiete eine zentrale Siedlungsvoraussetzung.

Dystrophe oder oligotrophe Gewässer weisen aufgrund ihres oft begrenzten Nahrungsangebots und fehlender Deckung kaum bedeutsame Ufer-Avizonosen auf. Höchst bedeutsam sind dagegen ausgedehnte, weit in die Wasserflächen hineinragende und mit diesen verzahnte Ufer-Röhrichte oder -Seggenriede der meso- bis eutrophen Moorgewässer. Im Mangel sind vor allem Schilfbestände und Riede, die breite Gradienten vom Landröhricht bis zum Lockerschilf in tieferem Wasser ausbilden. Insbesondere starke saisonale Wasserstandsfluktuationen mit ausgeprägtem Wechsel zwischen weiträumiger Überflutung und episodischem Trockenfallen vegetationsfreier Schlamm- oder Niedermoorflächen bieten zahlreichen hochgradig gefährdeten Uferarten geeignete Ressourcen, sind heute jedoch flächendeckend in eklatantem Mangel. Beispiele hier eingemischter, auch in Mooren vorkommender Zielarten sind Knäkente, Krickente, Zwergdommel, Tüpfelsumpfhuhn, Kleines Sumpfhuhn und Drosselrohrsänger. Alle sind in Baden-Württemberg vom Aussterben bedrohten oder stark gefährdet. Unter den Wirbellosen finden sich zahlreiche moortypische oder spezifische Arten der Verlandungszonen u. a. in der Gruppe der Laufkäfer. Beispiele sind die in Baden-Württemberg sehr seltenen Arten *Blethisa multipunctata* und *Stenolophus skrimshiramus*, die vegetationsreiche, zugleich aber stark besonnte und extrem nasse Habitate besiedeln. Auch unter den Heuschrecken ist mit der Kurzflügeligen Schwertschrecke (*Conocephalus dorsalis*) eine seltene und stark gefährdete Art der offenen Niedermoor-Verlandungszonen mit ausgeprägten Wasserstandsschwankungen vertreten. Entsprechendes gilt auch für die Libellenfauna.

Auch die Benachbarung der Verlandungszonen zu ausgedehnten Extensivgrünlandkomplexen ist für einige Zielarten von Bedeutung. Ein Beispiel ist die Rohrweihe (*Circus aeruginosus*), die in Uferschilfröhrichten brütet, Extensivgrünland jedoch obligatorisch zur Nahrungssuche braucht.

Neben hydrologischen Beeinträchtigungen wirken fehlende Dynamik und dauerhafte Nutzungsaufgabe vielfach auch in den Verlandungsgesellschaften negativ auf die heute am stärksten gefährdeten Zoozöosen. Streumahd, Schilfmahd, ersatzweise auch winterliches Brennen sind im Naturschutz nach wie vor stark tabuisiert, ohne dass entsprechende Vorbehalte mit Fakten hinsichtlich eines darin vermuteten Bedrohungspotenzials hinterlegt werden könnten. Gerade in anthropogen stark vorbelasteten Mooren – oder aber im Rahmen von Renaturierungsvorhaben – wären entsprechende Pflegeansätze deshalb vorrangig zu erproben und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die hochgradig gefährdeten Elemente der Uferfauna zu untersuchen.

2.3.7 Offene Torfe / Moorheiden

Offentorfe entstanden in großem Umfang als Folge der Torfgewinnung, sind unter bestimmten Umständen (z. B. Moorbruch) jedoch auch natürlich auftretende Moorstrukturen mit einer durchaus spezifischen Fauna. Im Sukzessionsablauf

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

folgt ihnen häufig ein noch gehölzarmes Heidestadium, das seinerseits typische und unter Artenschutzaspekten bedeutsame Vorkommen aufweisen kann.

Unter den näher analysierten Zielartengruppen sind insgesamt 22 (20 %) den Habitatstrukturtypen „offene Torfe“ und/oder „Moorheide“ zugeordnet, darunter 5 Landesarten der höchsten Prioritätsstufe A. Unter den Wirbeltierarten der Moore finden sich nur sehr wenige, die eine besondere Affinität zu vegetationsarmen Offentorfen zeigen. Als Teillebensraum nutzt(en) diesen Strukturtyp in Torfstichgebieten des Alpenvorlandes Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*) und Berglaubsänger (*Phylloscopus bonelli*). Beide sind dort jedoch mit der weitgehenden Einstellung des bäuerlichen Torfabbaus verschwunden (Ziegenmelker) bzw. stark zurückgegangen (Berglaubsänger). Deutlich artenreicher ist die Wirbellosenfauna offener Torfe. Ein hochspezialisierter Vertreter dieses Anspruchstyps ist der Hochmoor-Ahlenläufer (*Bembidion humerale*), der bereits relativ kleinflächige entsprechende Strukturen zu besiedeln vermag, in größeren Räumen aber auf eine höhere Zahl von „Habitat-patches“ angewiesen sein dürfte, um langfristig einen ausreichenden Bestand zu halten. Sehr typisch sind zudem Buntbäuchiger Grashüpfer (*Omocestus rufipes*) und Gefleckte Keulenschrecke (*Myrmeleotettix maculatus*), die im Alpenvorland heute weitestgehend auf noch offene Restflächen des Torfabbaus beschränkt sind. Mit einsetzender Moorheide-Sukzession kommen weitere „besondere“ Arten hinzu, so etwa die in Mooren an Besenheide gebundene Schmetterlingsart Argus-Bläuling (*Plebeius argus*). Bei extensiver Beweidung oder Streumahd können trockene Moorheiden auch große Vorkommen extrem seltener und/oder höchstgradig gefährdeter Magerrasenarten beherbergen. Ein Beispiel für ein solches Gebiet ist das Donauried mit gesamtstaatlich bedeutsamem Vorkommen des Graublauen Bläulings (*Pseudophilotes baton*), der dort von zahlreichen weiteren gefährdeter Arten begleitet wird (u. a. Zweibrütiger Würfel-Dickkopffalter, *Pyrgus armoricanus*; Schwarzfleckiger Ameisenbläuling, *Maculinea arion*; Rotleibiger Grashüpfer, *Omocestus haemorrhoidalis*; Kleiner Heidegrashüpfer, *Stenobothrus stigmaticus*). Unter den Wirbeltieren ist als charakteristische Art die stark zurückgehende Kreuzotter (*Vipera berus*) hervorzuheben, die insbesondere zur Überwinterung zwingend auf trockene Bereiche der Moore (oder in deren näherem Umfeld) angewiesen ist und deshalb in Moorheiden der oberschwäbischen Moore einen landesweiten Siedlungsschwerpunkt besitzt.

Die Arten trockener Torfe und Moorheiden werden im Kontext von Naturschutzvorhaben häufig als „Störungszeiger“ abwertend betrachtet. Vielfach besitzen sie in Moorlebensräumen jedoch weiträumig isolierte Restvorkommen, während „Ausweichhabitats“ in anderen Lebensraumtypen der Kulturlandschaft heute nicht mehr existieren oder aus strukturell-kleinklimatischen Gründen unbesiedelbar geworden sind (viele Magerrasen und Heiden auf mineralischen Standorten). Insofern haben auch diese Moorlebensräume eine hohe bis sehr hohe Bedeutung für Belange der Biodiversitätssicherung. Um massive artenschutzfachliche wie auch – rechtliche Konflikte zu vermeiden, bedarf es deshalb gerade bei der Planung und Umsetzung von Vorhaben der Moorrevitalisierung grundsätzlich einer vorherigen Bestandsanalyse dieser Anspruchstypen einschließlich einer ihrem Schutzbedarf

Anhang 15 (Fortsetzung)

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

2014

angemessenen Abwägung gegenüber anderen Schutzgütern bzw. Berücksichtigung im Rahmen spezifischer Maßnahmen.

2.4 Übersicht zu Zielarten offener und gehölzdominierter Moore

Nachfolgend werden der Bindungsgrad der moortypischen Zielarten an Gehölzbestände bzw. deren Toleranz gegenüber Gehölzbeständen analysiert, wobei unter letztgenanntem Aspekt primär Beschattung und teils Kulissenwirkung negative Einflussfaktoren für viele Arten darstellen. Hierzu wurden folgenden Klassen der Gehölzbindung/-toleranz zugeordnet:

- 1 Bindung an offene, stark besonnte Habitats und/oder Kulissenflüchter
- 2 Tolerierung von oder Bindung an halboffene, nur mäßig besonnte Habitats
- 3 Bindung an eher geschlossen, stark oder vollständig beschattete Gehölzbestände
- 4 indifferent

Die Ergebnisse zeigen die Tab. 4 (für Moorarten im weiteren Sinne) und 5 (für Moorarten im engeren Sinne):

Tab. 4 Gehölztoleranz der moortypischen Zielarten i. w. S.

Zielarten (Kategorien)	Arten mit Bindung an offene stark besonnte Habitats sowie Kulissenflüchter	Arten mit Tolerierung von oder Bindung an halboffene, nur mäßig besonnte Habitats	Arten mit Bindung an eher geschlossene, stark oder vollständig beschattete Habitats	Arten für die der Gehölzbedeckungsgrad ihrer Habitats keine Relevanz hat (indifferent)
Landesarten Gruppe A	32	6	2*	-
Landesarten Gruppe B	24	8	3	1
Naturraumarten	26	6	1	1
Σ Zielarten	82 (74,5 %)	20 (18,1 %)	6 (5,5 %)	2 (1,8 %)

*Schwarzstorch, Dreizehenspecht

Tab. 5 Gehölztoleranz der moortypischen Zielarten i. e. S.

Zielarten (Kategorien)	Arten mit Bindung an offene stark besonnte Habitats sowie Kulissenflüchter	Arten mit Tolerierung von oder Bindung an halboffene, nur mäßig besonnte Habitats	Arten mit Bindung an eher geschlossene, stark oder vollständig beschattete Habitats	Arten für die der Gehölzbedeckungsgrad ihrer Habitats keine Relevanz hat (indifferent)
Landesarten Gruppe A	20	3	-	-
Landesarten Gruppe B	7	-	-	1*
Naturraumarten	3	-	-	-
Σ Zielarten	30 (88 %)	3 (9,1 %)	-	1 (2,9 %)

*Bauchige Windelschnecke (*Vertigo moulinsiana*)

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

Die obigen Tabellen verdeutlichen nochmals, dass unter den hier ausgewerteten Taxa nur ein sehr geringer Anteil der moortypischen Arten halboffene, nur mäßig besonnte Habitats zu nutzen vermag bzw. toleriert (rd. 18 bzw. 9 %). Gleichzeitig ist unter den Moorarten im engeren Sinne der hier analysierten Gruppen keine einzige an eher geschlossene, stark oder vollständig beschattete Habitats gebunden. Die überwiegende Mehrzahl der Moorarten im landesweiten Zielartenkonzept zeigt dagegen eine Bindung an offene, stark besonnte Lebensräume (75 bzw. 88 %).

Wenngleich eine Einbeziehung zusätzlicher Taxa die Anzahl gehölztoleranter oder -gebundener Moorarten vermutlich erhöhen würde, wird die Kernaussage der Tab. 4 und 5 hinsichtlich der für den Naturschutz relevanten Moorarten als repräsentativ eingeschätzt (wie bereits an früherer Stelle angemerkt). Die heutigen Rahmenbedingungen einer weit fortgeschrittenen, oft ersatzlosen Aufgabe früher verbreiteter Moornutzungen, gefährden im Zusammenwirken mit atmosphärischen Nährstoffeinträgen in erster Linie die wenig gehölztoleranten Arten, während Arten bewaldeter Moore von allfälligen Sukzessionsprozessen eher profitieren. Ein (auch) auf Biodiversitätssicherung ausgerichteter Naturschutz muss deshalb vorrangig die Zielarten offener Moore in den Fokus der Planung rücken.

Anhang 15 (Fortsetzung)

3 Hinweise zu Raumplanung und Naturschutz

3.1 Zielarten

Wie den vorstehenden Kapiteln eindeutig zu entnehmen ist, ist jedenfalls unter Gesichtspunkten der Fauna Entwicklungen zugunsten von Arten und Lebensräumen der offenen Übergangs- und Niedermoore eine klare Priorität einzuräumen. Dem gegenüber treten sowohl Hochmoore im engeren Sinne bzw. als alleinige oder zentrale Entwicklungsziele, wie auch Moorwälder klar in den Hintergrund.

Das bedeutet nicht, dass Hochmoore und Moorwälder bei entsprechendem Potenzial nicht auch entwickelt werden können. In keinem Falle sollte dies aber auf Kosten von prioritären Entwicklungen erfolgen (s. dazu auch folgendes Kapitel).

Als vorrangige Zielarten können jedenfalls die entsprechend gruppierten Zielarten des landesweiten Informationssystems Zielartenkonzept mit Bindung an oder besonders relevanten Vorkommen in Moorlebensräumen herangezogen werden. Zu diesen sind überwiegend auch weiter gehende Detailinformationen verfügbar (z. B. zur späteren Detailplanung von Maßnahmen).

Eine Übersicht zu den moorrelevanten Zielarten dieser Gruppen geben die Tabellen im Anhang.

Unter der Artengruppe der Laufkäfer, die bislang nicht vollständig (d. h. mit Habitat- und Verbreitungsinformationen sowie geeigneten Maßnahmentypen) im Informationssystem Zielartenkonzept berücksichtigt ist, findet sich eine Reihe weiterer vorrangiger Moorarten mit hoher Schutz- und Maßnahmenpriorität. Kurzfristig werden hier im Rahmen der derzeitigen Erarbeitung des Grundlagenwerks für Baden-Württemberg weitergehende Informationen bereitgestellt.

Auch weitere Artengruppen könnten wichtige Zielarten für Moore aufweisen (vgl. auch Kap. 3.2 zu charakteristischen Arten der Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie). Allerdings ist davon auszugehen, dass die bisher getroffenen grundsätzlichen Aussagen und Prioritäten auch bei Hinzunahme weiterer Artengruppen - bei entsprechend gutem faunistischen und ökologischen Kenntnisstand und vergleichbarer Bewertung - im Wesentlichen Bestand haben werden. Mit hoffentlich weiter wachsendem faunistisch-ökologischen Kenntnisstand können gleichwohl speziell hinsichtlich der räumlichen Priorisierung noch interessante Informationen erwartet werden.

Wichtig ist gebietsbezogen immer die Klärung der entsprechenden Bestandssituation wichtiger Zielarten sowie die Beantwortung der Frage, mittels welcher Maßnahmen am besten an diese angeknüpft werden kann. Dies betrifft sowohl den inhaltlichen wie auch den räumlichen Aspekt (s. a. Folgekapitel), z. B. im Hinblick auf den räumlich-funktionalen Verbund. Im letztgenannten Zusammenhang

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

kann auch auf die Auswertung zum landesweiten Biotopverbund im Offenland hingewiesen werden (vgl. LUBW 2013⁷).

3.2 Anmerkungen zu Natura 2000, Artenschutz und Umwelthaftung

Sowohl bestimmte Moorlebensräume als auch bestimmte Moorarten sind aufgrund der europarechtlichen Rahmenvorgaben aus FFH-Richtlinie (92/43/EWG) und Vogelschutzrichtlinie (2009/147/EG) in bestimmten Schutzgebieten des Netzes Natura 2000 oder insgesamt (also ohne Beschränkung auf bestimmte, ausgewiesene Schutzgebiete) spezifischen Bestimmungen zu ihrem Schutz und ihrer Entwicklung unterworfen. Zudem unterliegen sie dem Umwelthaftungsrecht.

Ergänzend wurde daher, wie eingangs erläutert, auch berücksichtigt, ob und wenn ja welche ggf. zusätzlichen Arten der Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) für Moore relevant sind⁸ und welche Vogelarten im Natura 2000-Kontext bezüglich Moorlebensräumen unmittelbar Bedeutung erlangen. Für den letztgenannten Aspekt wurde auf diejenigen Vogelarten zurückgegriffen, die in der aktuellen Version des Handbuchs zur Erstellung von Management-Plänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg, Version 1.3 (LUBW 2013⁹) gelistet sind¹⁰.

Alle moorrelevanten Arten dieser Gruppen sind in der Tab. A4 und A5 des Anhangs aufgeführt.

Es handelt sich hierbei jeweils um 16 Arten des Anhangs II und IV der FFH-Richtlinie (mit teilweiser, aber nicht vollständiger Überschneidung) sowie um insgesamt 36 Vogelarten. Die Arten der Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie sind über die Auswertung des Informationssystems Zielartenkonzept bereits vollständig abgedeckt und auch die meisten der Vogelarten sind als landesweite Zielarten eingestuft und insoweit bereits berücksichtigt. Lediglich 5 zusätzliche Vogelarten (Kleines Sumpfhuhn, Beutelmeise, Schlagschwirl, Schwarzkehlchen und Wachtel) sind in den vorstehenden Auswertungen zu Zielarten nicht berücksichtigt, weil sie zum Erstellungs- und Fortschreibungszeitpunkt des Informationssystems nicht als solche eingestuft waren. Sie sind als moorrelevant im weiteren Sinne eingeordnet.

Die relativ hohe Zahl an Moorarten unter den Natura 2000-relevanten Arten unterstreicht nochmals die Bedeutung der Moore in Baden-Württemberg für den Erhalt der Biodiversität, was ein zentrales Ziel der FFH-Richtlinie darstellt.

⁷ <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/223230/>

⁸ Diese Arten sind vollständig im IS-ZAK implementiert

⁹ <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/13930/?shop=true&shopView=11169>

¹⁰ Auch diese Arten sind überwiegend als Zielarten eingestuft und im IS_ZAK implementiert

Anhang 15 (Fortsetzung)

Auch unter den artenschutzrechtlich streng geschützten Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie befindet sich mit 16 Arten ein relativ hoher Anteil mit Moorrelevanz, darunter die Hälfte stenotop oder mit Schwerpunktvorkommen in Mooren. Auf die ebenfalls artenschutzrechtlich geschützten Vogelarten - hierunter fallen entsprechend der Bestimmungen des § 44 BNatSchG alle einheimischen Arten - soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Im Kontext des Gebietsschutzes Natura 2000 ist anzumerken, dass die Artenausstattung der in FFH-Gebieten geschützten Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie, und hier auch der Fauna, wesentlich für die Frage des Erhaltungszustandes dieser Lebensraumtypen im jeweiligen Gebiet und insgesamt ist, wenngleich dies bisher jedenfalls in den Managementplänen nur unzureichend berücksichtigt wird. Denn der Erhaltungszustand eines Lebensraums ist nur dann als günstig einzustufen, wenn zugleich der Erhaltungszustand der für ihn charakteristischen Arten nach Art. 1 Buchst. e der FFH-Richtlinie günstig ist. Dies betrifft auch die charakteristischen Arten der Fauna.¹¹ Veränderungen bzw. Beeinträchtigungen, die zwar (noch nicht) zu einer Veränderung des Lebensraumtyps als solchem führen, aber zum Ausfall oder Rückgang charakteristischer Arten, sind demnach als wesentliche Verschlechterungen zu bewerten und stehen den Schutzziele innerhalb der FFH-Gebiete für die betreffenden Lebensraumtypen entgegen. Dies ist sowohl beim Gebietsmanagement wie auch bei spezifischen Maßnahmen z. B. zum Klimaschutz im Gebiet oder dessen funktional damit zusammenhängenden Umfeld zu berücksichtigen.

Für die artenschutzrechtlich relevanten Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie ist zudem zu berücksichtigen, dass die entsprechenden Verpflichtungen zum Schutz dieser Arten nicht nur den direkten Schutz vor Eingriffen umfassen, sondern auch die Verpflichtung zu aktiven Maßnahmen zur Erreichung eines günstigen Erhaltungszustands z. B. im Bereich der landwirtschaftlichen oder forstwirtschaftlichen Bodennutzung, was durch das Urteil des Europäischen Gerichtshofs vom 9.6.2011, EuGH C 383/09, bekräftigt wurde (vgl. TRAUTNER 2011). Gerade bei Maßnahmen, die dem Klimaschutz und dem Schutz der Biodiversität dienen können, wäre in besonderem Maße auf Wirksamkeit als erforderliche Entwicklungsmaßnahmen für diejenigen der moortypischen Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie zu achten, die sich nicht in einem günstigen Erhaltungszustand befinden.

Bleibt abschließend der Hinweis auf die erforderliche Vermeidung sowie die ggf. notwendige Schadensregulierung von Umweltschäden betreffend geschützte Arten und Lebensräume (§ 19 BNatSchG), die auch im Kontext potenziell klimawirksamer Maßnahmen ein Thema werden kann, insbesondere bei nicht ausreichender Ermittlung des Ausgangszustands und Fehlen darauf abgestimmter Maß-

¹¹ s. zu dieser Thematik u. a. TRAUTNER (2010), SCHUMACHER & SCHUMACHER in SCHUMACHER & FISCHER-HÜFTLE (2011, S. 668, Rdnr. 63 ff.) sowie das Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 17.1.2007 (BVerwG 9 A 20.05).

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

nahmen. Hierzu wird an dieser Stelle nur auf nähere Ausführungen z. B. bei PETERS et al. (2008) verwiesen.

3.3 Renaturierungsökologie und Landschaftspflege

Die Erhaltung von Natur und Landschaft mit bestimmten Funktionen ist zentrales und in § 1 des BNatSchG verankertes gesetzliches Ziel. Neben dem in § 1 Abs. 1 Nr. 3 genannten mittelbaren Ziel der Erhaltung unter Aspekten der Landschaftsästhetik und des Erholungswertes (für den Menschen) sind dabei die biologische Vielfalt (§ 1 Abs. 1 Nr. 1) sowie die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes (§ 1 Abs. 1 Nr. 1) benannt.

Zur biologischen Vielfalt - obwohl mehrere Aspekte umfassend - zählen als zentrale Elemente die Ausstattung mit Lebensräumen und Arten sowie deren langfristige Sicherung. Dass dies unter heutigen Bedingungen keineswegs ausschließlich über die natürliche Entwicklung bzw. eigendynamische Prozesse erfolgen kann, ist ausreichend und seit langem dokumentiert. Die Pflege der Landschaft und ihrer Lebensraum- wie auch Artenausstattung ist daher sowohl gesetzlich verankert (z. B. in § 1 BNatSchG: „der Schutz umfasst auch die Pflege ...“) wie auch fachlich zum Erhalt der Biodiversität unabdingbar.

„Pflege bedeutet, dass über die Abwehr störender Einflüsse hinaus in die natürliche Dynamik eingegriffen wird, um einen gewünschten Zustand von Natur und Landschaft zu erhalten und eine nachteilige Veränderung natürlicher Faktoren zu verhindern. Die Pflege erfordert somit ein aktives Tun am Naturgut selbst; neben Erhaltungsmaßnahmen kommen hierbei auch Verbesserungsmaßnahmen in Betracht, womit [...] der Übergang vom Pflegen hin zum Entwickeln erfolgt.“ [SCHUMACHER & SCHUMACHER in SCHUMACHER & FISCHER-HÜFTLE (2011: 91, Rn. 23)].

Sowohl in naturschutzfachlichen wie auch in juristischen Publikationen wird in diesem Zusammenhang klar darauf hingewiesen, dass bei Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen Zielkonflikte auftreten können, für die es einer ausreichenden Abarbeitung und Abwägung bedarf.

Eine solche kann in der Regel dann nicht sachgerecht erfolgen, wenn keine ausreichenden Bestandsdaten und -bewertungen für betroffene Landschaftsausschnitte und deren Inventar (insbesondere ihre Artenausstattung) vorliegen, um auf dieser Basis einerseits spezifische Maßnahmen und flächen- sowie maßnahmenbezogene Prioritäten ableiten zu können, und andererseits besonders sensitive Bestände zu erkennen, für die ggf. auch negative Auswirkungen von Maßnahmen zu prognostizieren sein können.

So wichtig die Identifikation von Umnutzungspotenzialen und die Ableitung bestimmter Ziele auf übergeordneter räumlicher Ebene einerseits sein mag, so zentral ist andererseits die konkrete Prüfung, ob und ggf. mit welchen Modifikationen bestimmte Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen in den jeweiligen Gebieten konkret durchgeführt werden können und sollen. Auch die Priorisierung von Maß-

Anhang 15 (Fortsetzung)

nahmen im Vergleich zwischen Maßnahmentypen und -gebieten unter zentral naturschutzfachlichen Kriterien bedarf ausreichender Daten.

Daher ist es zwingend erforderlich, vor Ansätzen einer Maßnahmenrealisierung entsprechende Daten für betroffene Gebiete bereitzustellen und konsequent zu prüfen, welche Maßnahmen mit den vorrangigen Zielen von Naturschutz und Landschaftspflege hier konform gehen (s. hierzu auch Kap. 3.2).

Dies ist umso bedeutender, als alleine auf Typusebene (z. B. standörtlich, Biotopzuordnung oder Vegetationstyp) unter den heutigen Bedingungen kaum noch ausreichende naturschutzfachliche Bewertungen für Moorlebensräume getroffen werden können. So können auch bei relativ enger räumlicher Benachbarung bestimmter Biotoptypen starke Unterschiede in der konkreten Besiedlung durch sensible Arten vorliegen, die einen unterschiedlichen Ansatz des Umgangs mit diesen Flächen und ihrem Umfeld erfordern. Es darf nicht vergessen werden, dass eine sehr hohe Zahl an Arten mit stärkerer Bindung an Moorlebensräume heute keinesfalls mehr flächig in entsprechenden Standorten in Baden-Württemberg vertreten ist. In starkem Maße geht dies auf bereits stattgefundene negative standörtliche oder strukturelle Veränderungen in ihren (ehemaligen) Lebensräumen (z. B. durch Sukzession nach Nutzungsaufgabe im Niedermoor, Melioration) zurück, teils auch auf Veränderungen im Umfeld mit erhöhter Barrierewirkung und Verschlechterung von Austauschprozessen.

Nach fachlicher Beurteilung haben in den vergangenen Jahrzehnten (teils anhaltend oder sich sogar verstärkend) mehrere Faktoren zum erheblichen Biodiversitätsschwund in Mooren geführt. Diesen gilt es massiv entgegen zu treten.

Die Bestandssituation zahlreicher Landesarten ist zudem inzwischen so ungünstig, dass in vielen Fällen die alleinige Sicherung der Vorkommen nur noch eine geringe Prognosesicherheit bereits für das mittelfristige Überleben der Arten bewirkt; im Regelfall ist für diese Arten eine deutliche Wiederausdehnung der Vorkommen erforderlich. Ein Beispiel für die entsprechende lokale Situation geben die Ergebnisse des Biodiversitäts-Checks unter Anwendung des Informationssystems Zielartenkonzept für den Verwaltungsverbund Tettang/Neukirch im Bodenseeraum (SCHUCKERT et al. 2009, 2010). Auch dies muss in Planungsprozessen frühzeitig mit berücksichtigt werden.

Insgesamt muss darauf hingewirkt werden, dass gerade auch bei Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen des Naturschutzes nicht das „Zurückhaltende“, sondern das den prioritären Zielen am besten entsprechende und effizienteste als Maßnahmenansatz verfolgt wird. Dies muss selbstverständlich über eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden.

Warum z. B. soll der Naturschutz Jahrzehnte darauf warten, bis ein Baumbestand - ggf. nach Wiedervernässung - natürlicherweise abstirbt und sich dort offene Standorte bilden (können), wenn das Gleiche in kurzer Zeit und unter Fällung der betreffenden Bäume erreicht werden kann? Insbesondere ist eine Zurückhaltung dann nicht angebracht, wenn sich die Notwendigkeit zeitnahen Handelns durch die prekäre Bestandssituation von Arten offener Feucht- und Nassstandorte, wie der Bekassine oder des Kiebitzes, zwingend ergibt

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

Unabhängig von grundsätzlichen standörtlichen Potenzialen für klimagünstige Maßnahmen der Wiedervernässung und Moorrenaturierung sind solche unter naturschutzfachlichen Aspekten nur dann vertretbar, wenn sie bestimmten Kriterien genügen.

Hierzu zählen jedenfalls die folgenden:

- Maßnahmen dürfen **keine Begünstigung oder gar Förderung einer zusätzlichen Gehölzentwicklung** in offenen oder halboffenen Lebensräumen und Lebensraumkomplexen beinhalten.

Der Verlust charakteristischer Arten offener Moore und der entsprechenden Lebensräume ist in starkem Maße auf aktuell laufende und in den letzten Jahrzehnten bereits erfolgte Gehölzsukzession in Feucht- und Nasslebensräumen zurückzuführen, in vielen Fällen ausgelöst durch Nutzungsaufgabe. Dieser Entwicklung muss entgegen gewirkt werden, gerade auch vor dem Hintergrund der sehr hohen Anteile an gefährdeten Zielarten offener Moorlebensräume (s. das entsprechende Kapitel). Vorhaben bedürfen einer entsprechenden Prüfung und einer Sicherstellung, dass negative Entwicklungen ausgeschlossen sind.¹²

- Maßnahmen sollen **vorrangig auf die Wiederentwicklung von offenen gehölzarmen Moorlebensräumen in**
 - derzeit **intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen** (Äcker oder Intensivgrünland) oder
 - **vollständig bewaldeten Forsten** auf ehemaligen Moorstandorten, oder
 - durch Nutzungsaufgabe und/oder durch andere Faktoren bedingt **gehölzdominierte Flächen ehemaliger offener Moore** (mit dem neuen Ziel einer Wiederöffnung dieser Bestände) fokussieren.

Zur Begründung s. einerseits den Abschnitt zum vorstehenden Aufzählungspunkt. Andererseits ist darauf abzuheben, dass bei den o. g. Flächenkategorien wesentliche Zielkonflikte am ehesten ausgeschlossen und zudem tatsächlich zusätzliche naturschutzrelevante Flächen in einer Gesamtlächenbilanz neu generiert werden können.

¹² Es sollte im Rahmen eines landesweiten Ansatzes versucht werden, den tatsächlichen Gehölzdeckungsgrad automatisiert parzellenbezogen anhand von Luftbildern oder Satellitenaufnahmen (ggf. auch Laserscan) zu ermitteln und im 5- oder 10jährigen Turnus diese Ermittlung zu wiederholen (Bestandteil eines Monitoring-Programms) sowie mit einem differenzierten, festzulegenden „tolerablen“ Gehölzdeckungsgrad abzugleichen. Bei bereits vorliegender Überschreitung oder späterem Erreichen des oberen (kritischen) Wertes sollten für die betreffenden Flächen jeweils umgehend Maßnahmen ergriffen werden, die den Gehölz-Deckungsgrad auf den unteren Wert der jeweiligen Spanne zurücksetzen.

Anhang 15 (Fortsetzung)

Es ist darauf hinzuweisen, dass sonstige unter Klimaschutzaspekten diskutierte Maßnahmen teils unter Artenschutzaspekten irrelevant oder konfliktträchtig sein können. Dies ist z. B. bei der Umwandlung von Äckern in Grünland der Fall, wo Prüfbedarf zur Betroffenheit insbesondere von gefährdeten Feldvogelarten besteht, denen Äcker z. T. noch Lebensraum bieten, während sie im mittleren Grünland – selbst bei eingeschränkter Nutzungsintensität – in vielen Fällen keine geeigneten Lebensräume (mehr) vorfinden. Problematisch kann auch der Anbau von KUP sein (u. a. Kullisenwirkung, auch für angrenzende Flächen).

- Maßnahmen sollen **aktive Veränderungen der Geländeoberfläche als Initialmaßnahme** insbesondere im standörtlich bzw. natur- oder kulturhistorisch begründbaren Rahmen auch **in größerem Umfang** mit in den Blick nehmen

Anthropogene Veränderungen, die in der früheren Natur -und späteren Kulturlandschaft eingetreten sind, haben neben z. B. der Veränderung des Wasserhaushalts auch in starkem Maße auf das Relief eingewirkt, so über die kleinmaßstäbliche Nivellierung des Geländes durch die Verfüllung von Senken und Flutmulden oder den Abtrag bzw. die Abflachung von Böschungen, welche die landwirtschaftliche Nutzung behindert haben – v.a. im Rahmen von Flurneuordnungen. Zur Erhöhung der standörtlichen Vielfalt mit Begünstigung späterer diverser Entwicklungen auch der biotischen Elemente sowie zur Initiierung bestimmter, in der heutigen Kulturlandschaft in besonderem Mangel befindlicher Strukturen (z. B. Flutmulden) sollen entsprechende Maßnahmentypen nach Möglichkeit in größerem Flächenumfang auf geeigneten Standorten mit vorgesehen werden.

4 Zitierte Literatur

Hinweis: Arbeiten bzw. Quellen, auf die bereits im Textteil mit Internet-Link hingewiesen wurde, sind hier nicht nochmals aufgeführt. Insgesamt wurden im Text nur einzelne Literaturquellen direkt zitiert; Aufgabe des vorliegenden Beitrags war keine umfangreiche Literaturstudie.

HERMANN, G., GRÜNEBERG, C. (2004): 5.5.4.4 Hochmoor-Gelbling (*Colias palaeno*). – In: LEDERBOGEN, D., ROSENTHAL, G., SCHOLLE, D., TRAUTNER, J., ZIMMERMANN, B., KAULE, G.: Allmendweiden in Südbayern: Naturschutz durch landwirtschaftliche Nutzung.- Angewandte Landschaftsökologie, 62: 307-311.

KRATZER, R., STRAUB, F., DORKA, U., PECHAECEK, P. (2011): Totholzschwellenwertanalyse für den Dreizehenspecht (*Picoides tridactylus*) im Schwarzwald. – Bericht Jahrestagung der Arbeitsgruppe Spechte der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft 2009, Schriftenreihe Nationalpark Kalkalpen, Band 10: 83-92.

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

LAUFER, H., PIEH, A. (2007): Moorfrosch *Rana arvalis* Nilsson, 1842. – In: LAUFER, H., FRITZ, K., SOWIG, P. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs: 397-414; Ulmer Verlag, Stuttgart.

PETERS, W., BRUNS, E., LAMBRECHT, H., TRAUTNER, J., WOLF, R., KLAPHAKE, A., HARTJE, V., KÖPPEL, J. (2008): Erfassung, Bewertung und Sanierung von Biodiversitätsschäden nach der EG-Umwelthaftungs-Richtlinie. – Naturschutz und Biologische Vielfalt, 52: 309 S.

SCHUCKERT, U., HERMANN, G., BUCHWEITZ, M. (2009): Stadt Tettngang. Modellprojekt „Biodiversitäts-Check für Gemeinden“ in Baden-Württemberg. Kurzbericht Phase 1. – Im Auftrag der Stadt Tettngang: 44 S. (unveröff.); Schmelzer und Friedemann, Planungsgruppe LandschaftsArchitektur und Ökologie, Ostfildern und Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung, Filderstadt.

SCHUCKERT, U., HERMANN, G., BUCHWEITZ, M. (2010): Stadt Tettngang Landkreis Bodenseekreis. Modellprojekt „Biodiversitäts-Check für Gemeinden“ in Baden-Württemberg. Abschlussbericht. – Im Auftrag der Stadt Tettngang: 63 S. (unveröff.); Schmelzer und Friedemann, Planungsgruppe LandschaftsArchitektur und Ökologie, Ostfildern und Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung, Filderstadt.

SCHUMACHER, J., FISCHER-HÜFTLE, P. (2011): Bundesnaturschutzgesetz. Kommentar. 2. Auflage. – 1043 S.; Kohlhammer – Rechtswissenschaften und Verwaltung – Kommentare.

STERNBERG, K. (2000): *Leucorrhinia rubicunda* (LINNAEUS, 1758), Nordische Moosjungfer. – In: STERNBERG, K., BUCHWALD, R. (Hrsg.) (2000): Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: Großlibellen (Anisoptera): 427-436. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

TRAUTNER, J. (2010): Die Krux der charakteristischen Arten. Zu notwendigen und zugleich praktikablen Prüfungsanforderungen im Rahmen der FFH-Verträglichkeitsprüfung. – Natur und Recht, 32 (2): 90-98.

TRAUTNER, J. (2011): Artenschutz und Landnutzung. Europäischer Gerichtshof urteilt zum Schutz des Feldhamsters in Frankreich. – In: Aktuell - Recht und Gesetz: 313-314; Naturschutz und Landschaftsplanung, 43 (10).

WEIDEMANN, H.J. (1989): Anmerkungen zur aktuellen Situation von Hochmoor-Gelbling (*Colias palaeno* L. 1758) und 'Regensburger Gelbling' (*Colias myrmidone* Esper 1781) in Bayern mit Hinweisen zur Biotop-Pflege. – Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz, 95: 103-116.

WEKING, S. (2011): How do climate and habitat quality affect the Large Heath (*Coenonympha tullia*)? – Diplomarbeit Westfälische Wilhelms-Universität Münster: 17 S.

Anhang 15 (Fortsetzung)

5 Anhang

Tab. A1 *Habitatstrukturen des Informationssystems Zielartenkonzept Baden-Württemberg mit Kennzeichnung der für die Grobauswahl der moorrelevanten Zielarten berücksichtigten Typen (A: ●)*

		A
A GEWÄSSER, UFERSTRUKTUREN UND VERLANDUNGSZONEN		
A1	Quellen	
A1.1	Naturnahe Quelle	●
A2	Fließgewässer	
A2.1	Graben, Bach	●
A2.2	Fluss, Kanal	
A3	Stillgewässer	
A3.1	Moorgewässer	●
A3.2	Tümpel (ephemere Stillgewässer, inkl. zeitweiliger Vernässungsstellen in Äckern und wassergefüllte Fahrspuren)	●
A3.3	Weicher, Teiche, Altarme und Altwasser (perennierende Stillgewässer ohne Seen)	●
A3.4	Seen (perennierende Stillgewässer mit dunkler Tiefenzone und ausgeprägter Frühjahrs-/Herbst-Zirkulation)	●
A4	Uferstrukturen	
A4.1	Vegetationsfreie bis -arme Steilufer und Uferabbrüche	
A4.2	Vegetationsfreie bis -arme Sand-, Kies-, Schotterufer und -bänke	
A4.3	Vegetationsfreie bis -arme Ufer und Bänke anderer Substrate (z. B. Schlamm, Lehm oder Torf)	
A5	Verlandungszonen stehender und fließender Gewässer	
A5.1	Tauch- und Schwimmblattvegetation	●
A5.2	Quellflur	●
A5.3	Ufer-Schilfröhricht	●
A5.4	Sonstige Uferfröhrichte und Flutrasen	●
A5.5	Großseggen-Ried	●
B TERRESTRISCH-MORPHOLOGISCHE BIOTOPTYPEN		
B1	Vegetationsfreie bis- arme besonnte Struktur- und Biotoptypen¹³	
B1.1	Vegetationsfreie bis -arme Struktur- und Biotoptypen: sandig und trocken	
B1.2	Vegetationsfreie bis -arme Struktur- und Biotoptypen: kiesig und trocken	
B1.3	Vegetationsfreie bis -arme Kalkfelsen, kalk- oder basenreiche Blockhalden, Schotterflächen u. ä. (inkl. vegetationsarmer Steinbrüche, Lesesteinriegel und Lesesteinhaufen)	
B1.4	Vegetationsfreie bis -arme Silikatfelsen, silikatreiche Blockhalden, Schotterflächen u. ä. (inkl. vegetationsarmer Steinbrüche, Lesesteinriegel und Lesesteinhaufen)	
B1.5	Vegetationsfreie bis -arme, lehmig-tonige Offenbodenstandorte (z. B. Pionierflächen in Lehm- und Tongruben)	
B1.6	Vegetationsfreie bis -arme Lössböschungen und Lösssteilwände	
B1.7	Vegetationsfreie bis -arme Torfflächen	●
B1.8	Trockenmauer (inkl. Gabionen = Draht-Schotter-Geflechte, z.B. an Straßenrändern)	
B2	Höhlen, Stollen und nordexponierte, luftfeuchte und/oder beschattete Felsen, Block-, Geröll- und Schutthalden oder Schotterflächen	

¹³ Offene Felsbildungen, Steilwände, Block- und Geröllhalden, Abbauflächen und Aufschüttungen, unbefestigte Wege etc.; nicht Uferstrukturen, Äcker und Sonderkulturen, vgl. A4 bzw. D4

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

		A
B2.1	Höhlen oder Stollen (inkl. Molassekeller und Bunker mit Zugänglichkeit für Tierarten)	
B2.2	Nordexponierte, luftfeuchte und/oder beschattete Felsen, Block-, Geröll- und Schutthalden oder Schotterflächen	
C OFFENE HOCH- UND ÜBERGANGSMOORE		
C1	Hochmoor	●
C2	Übergangsmoor	●
C3	Moorheide	●
D BIOTOPTYPEN DER OFFENEN/HALBOFFENEN KULTURLANDSCHAFT		
D1 Heiden, Mager-, Sand- und Trockenrasen		
D1.1	Wacholderheiden, Trocken- und Magerrasen kalk-/basenreicher Standorte (ohne Sandböden, vgl. D1.3)	
D1.2	Wacholderheiden, Mager- und Trockenrasen kalk-/basenarmer Standorte (ohne Sandböden, vgl. D1.3)	
D1.3	Heiden, Trocken- und Sandtrockenrasen auf Sandböden	
D2 Grünland		
D2.1	Grünland mäßig trocken und mager (Salbei-Glatthaferwiesen und verwandte Typen)	
D2.2.1	Grünland frisch und (mäßig) nährstoffreich (typische Glatthaferwiesen und verwandte Typen)	
D2.2.2	Grünland frisch und nährstoffreich (Flora nutzungsbedingt gegenüber D2.2.1 deutlich verarmt)	
D2.3.1	Grünland (wechsel-) feucht bis (wechsel-) nass und (mäßig) nährstoffreich (Typ Sumpfdotterblumenwiese u. ä.)	●
D2.3.2	Landschilfröhricht (als Brachestadium von D2.3.1)	●
D2.3.3	Großseggen-Riede, feuchte/nasse Hochstaudenfluren u. ä. (meist als Brachestadien von D2.3.1), inkl. Fließgewässer begleitender Hochstaudenfluren	●
D2.4	Grünland und Heiden (inkl. offener Niedermoore), (wechsel-) feucht bis (wechsel-) nass und (mäßig) nährstoffarm (Typ Pfeifengraswiese, Kleinseggen-Ried, Feuchtheiden)	●
D3 Streuobstwiesen¹⁴		
D3.1	Streuobstwiesen (mäßig) trocken und mager (Salbei-Glatthaferwiesen und verwandte Typen)	
D3.2	Streuobstwiesen frisch und (mäßig) nährstoffreich (typische Glatthaferwiesen und verwandte Typen)	
D4 Äcker und Sonderkulturen¹⁵		
D4.1	Lehmäcker	
D4.2	Äcker mit höherem Kalkscherbenanteil	
D4.3	Äcker mit höherem Sand- oder Silikatscherbenanteil	
D4.4	Äcker auf ehemaligen Moorstandorten	
D4.5.1	Weinberg	
D4.5.2	Weinbergsbrache (inkl. entsprechender linearer Begleitstrukturen; nicht Magerrasen auf ehemals bewirtschafteten Rebflächen)	
D5 Ausdauernde Ruderalfluren¹⁶		
D5.1	Ausdauernde Ruderalflur	
D6 Gehölzbestände und Gebüsche, inkl. Waldmäntel		
D6.1.1	Gebüsche und Hecken trockenwarmer Standorte (z. B. Schlehen-Sukzession auf Steinriegeln oder in trockenen Waldmänteln)	
D6.1.2	Gebüsche und Hecken mittlerer Standorte	

¹⁴ von eher locker stehenden, hochstämmigen Obstbäumen dominierte Baumbestände über typisch ausgeprägten Grünlandgesellschaften, einschließlich entsprechender Saum- und Brachestadien, vgl. auch D6.3

¹⁵ mit Ausnahme von D4.5 einschließlich entsprechender junger Brachestadien und gehölzreicher Begleitstrukturen

¹⁶ flächiger Ausprägung, z.B. in Materialentnahmestellen, auf Erddeponien, an Flussufern etc.

Anhang 15 (Fortsetzung)

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

2014

		A
D6.1.3	Gebüsche und Hecken feuchter Standorte (inkl. Gebüsche hochmontaner bis subalpiner Lagen)	
D6.2	Baumbestände (z. B. Feldgehölze, Allen, Baumgruppen, inkl. baumdominierter Sukzessionsgehölze, Fließgewässer begleitender baumdominierter Gehölze im Offenland, Baumschulen und Weihnachtsbaumkulturen)	
D6.3	Obstbaumbestände (Mittel- und Hochstamm dominierte Baumbestände, für die die Kriterien unter D3 nicht zutreffen, z. B. Hoch- oder Mittelstämme über Acker oder intensiv gemulchten Flächen; nicht Niederstammanlagen)	
D6.4	Altholzbestände (Laubbäume > 120 Jahre); Einzelbäume oder Baumgruppen im Offenland	
E	WÄLDER	
E1	Geschlossene Waldbestände	
E1.1	Laub-, Misch- und Nadelwälder trocken (-warmer) Standorte	
E1.2	Laub-, Misch- und Nadelwälder mittlerer Standorte und der Hartholzaue	
E1.3	Laub-, Misch- und Nadelwälder (wechsel-) feuchter Standorte	
E1.4	Schlucht- und Blockwälder	
E1.5	Moorwälder	●
E1.6	Sumpf- und Bruchwälder	●
E1.7	Fließgewässer begleitende baumdominierte Gehölze im Wald (im Offenland s. D6.2) und Weichholz-Auwald	
E1.8	Sukzessionsgehölze gestörter Standorte (z. B. aus <i>Salix caprea</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>Betula pendula</i>) einschließlich entsprechender linear oder kleinflächig ausgeprägter Vegetationstypen entlang von Waldrändern, breiten Forstwegen, unter Leitungstrassen etc.	
E2	Offenwald-/Lichtwald-Habitats Lichtung¹⁷	
E2.1	Schlagflur-Lichtung (Lichtungen und Lichtwald-Habitats mit typischer Schlagflurvegetation)	
E2.2	Gras-Lichtung (Lichtungen und Lichtwald-Habitats mit Dominanzbeständen von Süßgräsern; auch im Wald gelegene Pfeifengraswiesen; Lichtungstyp oft als Relikt früherer Mittel-, Nieder-, Weidewald- oder Streunutzung)	
E2.3	Sumpflichtung (Lichtungen und Lichtwald-Habitats mit Arten der Nasswiesen, feuchten Hochstaudenfluren, waldfreien Sümpfe, Großseggen-Riede etc.)	●
E2.4	Moorlichtung (Lichtungen und Lichtwald-Habitats mit Arten der Hoch- und Übergangsmoore; inkl. lichter Spirkenwälder)	●
E2.5	Trocken-Lichtung (Lichtungen und Lichtwald-Habitats mit Arten der Zwergstrauchheiden bzw. der Trocken- und Halbtrockenrasen sowie der trockenen Saumgesellschaften; Lichtungstyp oft als Relikt früherer Mittel-, Nieder-, Weidewald- oder Streunutzung)	
E3	Spezifische Altholzhabitate¹⁸	
E3.1	Eichenreiche Altholzbestände	
E3.2	Rotbuchen-Altholzbestände	
E3.3	Sonstige Alt-Laubholzbestände	
F	Gebäude und andere technische Bauwerke	
F1	Außenfassaden, Keller, Dächer, Schornsteine, Dachböden, Ställe, Hohlräume, Fensterläden oder Spalten im Bauwerk mit Zugänglichkeit für Tierarten von außen; ohne dauerhaft vom Menschen bewohnte Räume	

Legende: A = Zielartenauswahl Moorarten im weiteren Sinne

¹⁷ (> 0,25 ha); Definition/Erläuterung: Nach mindestens 3 Hauptrichtungen von Wald umschlossene, bodennah größeren Teils (noch) gut besonnte Freiflächen; einzubeziehen sind auch bereits (wieder) aufgeforstete Flächen (junge „Kulturen“), parkartig strukturierte Baumbestände (z.B. Mittelwald), Flächen mit „Naturverjüngung“ sowie lineare Lichtungen entlang breiter Forstwege, unter Freileitungstrassen etc.; nicht eingeschlossen sind regelmäßig landwirtschaftlich genutzte Flächen innerhalb von Wäldern, siehe D.

¹⁸ > 120 Jahre mit zumindest teilweise lichter Bestandsstruktur und/oder besonnten Randsituationen, inkl. entsprechender Totholzbestände - nur in Ergänzung zu E1 oder E2

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

Tab. A2 Begriffserläuterungen im Kontext des Informationssystems Zielartenkonzept (ggf. mit IS-ZAK abgekürzt)

Zielarten: Zielarten sind die besonders schutzbedürftigen und gegenüber den aktuellen Wirkfaktoren besonders empfindlichen Elemente der Biodiversität, die in der Regel nur durch gezielte Maßnahmen erhalten und gefördert werden können. Diese begründen so den vorrangigen Maßnahmenbedarf im Naturschutz und ermöglichen Erfolgskontrollen für umgesetzte Maßnahmen. Durch gezielte Förderung dieser empfindlichsten Arten können in der Regel zahlreiche weitere anpassungsfähigere Arten desselben Anspruchstyps (bspw. besonnter Stehgewässer oder Ackerbiotope) mit gefördert werden. Das Zielartenkonzept soll so zu einer höheren Effizienz im Naturschutz umgesetzter Maßnahmen führen.

Im Zielartenkonzept Baden-Württemberg untergliedern sich die Zielarten nach ihrer Schutz- und Maßnahmenpriorität:

Landesarten: Zielarten mit landesweit höchster Schutzpriorität, diese untergliedern sich in:

- **Landesarten Gruppe A („LA-Arten“):** Vom Aussterben bedrohte Arten und Arten mit meist isolierten, überwiegend instabilen bzw. akut bedrohten Vorkommen, für deren Erhaltung umgehend Artenhilfsmaßnahmen erforderlich sind.
- **Landesarten Gruppe B („LB-Arten“):** Landesarten mit noch mehreren oder stabilen Vorkommen in einem wesentlichen Teil der von ihnen besiedelten ZAK-Bezugsräume sowie Landesarten, für die eine Bestandsbeurteilung derzeit nicht möglich ist und für die kein Bedarf für spezielle Sofortmaßnahmen ableitbar ist.

Naturraumarten: Zielarten besonderer regionaler Bedeutung und landesweit hoher Schutzpriorität.

Zielorientierte Indikatorarten: Zielarten (v. a. Landesarten) mit besonderer Indikatorfunktion für bestimmte Lebensraumtypen, für die in der Regel eine deutliche Ausdehnung ihrer Vorkommen anzustreben ist. Als Repräsentanten wesentlicher Mangelfaktoren der heutigen Kulturlandschaft verspricht ihre Bestandsausweitung erhebliche „Mitnahmeeffekte“ für zahlreiche andere schutzbedürftige Arten.

Europarechtlich geschützte Arten: Das Zielartenkonzept stand zum Zeitpunkt seiner Entwicklung in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit den artenschutzrechtlichen Regelungen. Ein Teil der Zielarten unterliegt jedoch auch dem europäischen Artenschutzrecht (alle einheimischen Vögel und alle Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie). Im Rahmen der 2009 vorgenommenen Aktualisierung des IS-ZAK wurden diejenigen europarechtlich geschützten Arten neu integriert, die dem strengen Schutzregime des Anhangs IV der FFH-Richtlinie unterliegen, bis dato jedoch nicht im Tool enthalten waren. In der Regel handelt es sich dabei um noch weit verbreitete Arten ohne Zielart-Status (u. a. diverse Fledermausarten, Haselmaus, Nachtkerzenschwärmer). Die naturschutzfachlich besonders relevanten Arten waren größtenteils bereits zuvor enthalten.

Anhang 15 (Fortsetzung)

Tab. A3 Zielarten des Informationssystems ZAK mit Moorrelevanz (110 Arten, ohne in Mooren bereits erloschene Arten)

ZAK	ZIA	RL BW	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Moorrelevanz	Gehöitztoleranz
LA	1	1	Auerhuhn	<i>Tetrao urogallus</i>	3	2
LA	1	1	Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	2	1
LA	1	1	Berglaubsänger	<i>Phylloscopus bonelli</i>	3	2
LA	1	1	Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>	3	1
LA		2	Dreizehenspecht	<i>Picoides tridactylus</i>	3	3
LA		1	Drosselrohrsänger	<i>Acrocephalus arundinacea</i>	3	1
LA	1	1	Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	2	1
LA		1	Heiziest-Dickkopffalter	<i>Carcharodus flocciferus</i>	2	1
LA		2	Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	3	1
LA		1	Knäkente	<i>Anas querquedula</i>	2	2
LA	1	1	Krickente	<i>Anas crecca</i>	2	2
LA		2	Moorente	<i>Aythya nyroca</i>	3	1
LA		1	Schilfrohrsänger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	3	1
LA		2	Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>	3	3
LA		1	Tüpfelsumpfhuhn	<i>Porzana porzana</i>	3	1
LA	1	1	Wachtelkönig	<i>Crex crex</i>	3	1
LA		1	Zitronenzeisig	<i>Carduelis citrinella</i>	3	1
LA	1	1	Zwergdommel	<i>Ixobrychus minutus</i>	3	1
LB		2	Löffelente	<i>Anas clypeata</i>	3	1
LB		2	Rohrschwirl	<i>Locustella luscinioides</i>	3	1
LB		-	Wiesenpieper	<i>Anthus pratensis</i>	3	1
N		3	Baumpieper	<i>Anthus trivialis</i>	3	2
N		-	Kolbenente	<i>Netta rufina</i>	3	1
N		3	Kuckuck	<i>Cuculus canorus</i>	3	4
N		3	Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	3	1
N		V	Ringdrossel	<i>Turdus torquatus</i>	3	2
N	1	3	Rohrweihe	<i>Circus aeruginosus</i>	3	1
N	1	V	Schwarzhalstaucher	<i>Podiceps nigricollis</i>	3	1
N		-	Sperflingskauz	<i>Glaucidium passerinum</i>	3	3
N	1	V	Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i>	3	1
N		2	Zwergtaucher	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	3	1
LA	1	1	Röfliger Scheibenhals-Schnellläufer	<i>Stenolophus skrimshiranus</i>	2	1
LB	1	2	Bunter Glanzflächläufer	<i>Agonum vindicupreum</i>	3	1
LB	1	2	Dunkler Uferläufer	<i>Elaphurus uliginosus</i>	3	2
LB		2	Tafelente	<i>Aythya ferina</i>	3	2
LB		2	Wasserralle	<i>Rallus aquaticus</i>	3	2
LB		2!	Westlicher Scheckenfalter	<i>Melitaea parthenoides</i>	3	1
LB	1	2	Ziegelroter Flinkläufer	<i>Trechus rubens</i>	3	3
LB	1	2	Zierlicher Grabläufer	<i>Pterostichus gracilis</i>	3	1
N		V	Beifleck-Widderchen	<i>Zygaena loti</i>	3	1
N		3	Bibernell-Widderchen	<i>Zygaena minos</i>	3	1
N	1	-	Blaukehlchen	<i>Luscinia svecica</i>	3	1
N		3	Rotbraunes Wiesenvögelchen	<i>Coenonympha glycerion</i>	3	1
N		3	Teichhuhn	<i>Gallinula chloropus</i>	3	2
N		3	Thymian-Widderchen	<i>Zygaena pupuralis</i>	3	1
LA		1	Blauschillernder Feuerfalter	<i>Lycaena helle</i>	1	1
LA	1	1	Goldener Scheckenfalter	<i>Euphydryas aurinia</i>	2	1
LA	1	1	Großes Wiesenvögelchen	<i>Coenonympha tullia</i>	1	1
LA	1	1	Heller Wiesenknopf-Ameisen-Bläuling	<i>Maculinea teleius</i>	3	1
LA	1	1!	Wald-Wiesenvögelchen	<i>Coenonympha hero</i>	3	1
LB		2	Blaukernauge	<i>Minois dryas</i>	2	1
LB	1	3	Dunkler Wiesenknopf-Ameisen-Bläuling	<i>Maculinea nausithous</i>	3	1
LB		2!	Graublauer Bläuling	<i>Pseudophilotes baton</i>	3	1
LB	1	2	Hochmoor-Bläuling	<i>Plebeius optilete</i>	1	1
LB	1	2	Hochmoor-Gelbling	<i>Colias palaeno</i>	1	1
LB	1	2	Hochmoor-Perlmutterfalter	<i>Boloria aquilonaris</i>	1	1
LB		3	Lilagold-Feuerfalter	<i>Lycaena hippothoe</i>	3	1
LB	1	2	Lungenezian-Ameisen-Bläuling	<i>Maculinea alcon</i>	2	1
LB	1	2	Natterwurz-Perlmutterfalter	<i>Boloria titania</i>	3	1
LB		3!	Randring-Perlmutterfalter	<i>Boloria eunomia</i>	3	1
LB		2	Schwarzfleckeriger Ameisen-Bläuling	<i>Maculinea arion</i>	3	1
N		3	Ampfer-Grünwidderchen	<i>Adscita sticticus</i>	3	1
N		V	Argus-Bläuling	<i>Plebeius argus</i>	3	1
N		3	Baldrian-Scheckenfalter	<i>Melitaea diamina</i>	2	1
N		3	Braunfleckeriger Perlmutterfalter	<i>Boloria selene</i>	3	1
N		-!	Gelbbindiger Mohrenfalter	<i>Erebia meolans</i>	3	1
N		3	Heide-Grünwidderchen	<i>Rhagades pruni</i>	2	1
N		3	Sumpfhornklee-Widderchen	<i>Zygaena trifolii</i>	3	1
N		3	Trauermantel	<i>Nymphalis antiopa</i>	3	2
N		3	Wachtelweizen-Scheckenfalter	<i>Melitaea athalia</i>	3	1

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

Fortsetzung Tab. A3

ZAK	ZIA	RL BW	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Moorrelevanz	Gehölztoleranz
LA		0	Große Schiefkopfschrecke	<i>Ruspolia nitidula</i>	3	1
LB	1	2	Kleiner Heidegrashüpfer	<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	3	1
LB		2	Kurzflügelige Schwertschrecke	<i>Conocephalus dorsalis</i>	3	1
LB		2I	Sumpfgrielle	<i>Pteronemobius heydenii</i>	2	1
LB	1	2	Sumpfschrecke	<i>Stethophyma grossum</i>	2	1
LB		2	Warzenbeißer	<i>Decticus verrucivorus</i>	3	1
N		1	Alpine Gebirgsschrecke	<i>Miramella alpina subalpina</i>	3	1
N		3	Buntbäuchiger Grashüpfer	<i>Omocestus rufipes</i>	3	1
N		3	Gefleckte Keulenschrecke	<i>Mymecotettix maculatus</i>	3	1
N		3	Sumpfgrashüpfer	<i>Chorthippus montanus</i>	3	1
N		3	Zweipunkt-Dornschröcke	<i>Tetrix bipunctata</i>	3	1
LB	1	2	Biber	<i>Castor fiber</i>	3	3
LB		1	Große Bartfledermaus	<i>Myotis brandtii</i>	3	2
LA	1	1	Gefleckte Heidelibelle	<i>Sympetrum flaveolum</i>	2	1
LA	1	1	Große Moosjungfer	<i>Leucorhinia pectoralis</i>	2	1
LA	1	1	Hochmoor-Mosaikjungfer	<i>Aeshna subarctica elisabethae</i>	1	1
LA	1	1	Sibirische Winterlibelle	<i>Sympetma paedisca</i>	2	1
LA	1	1	Späte Adonislibelle	<i>Ceragrion tenellum</i>	1	1
LA	1	1	Speer-Azurjungfer	<i>Coenagrion hastulatum</i>	2	1
LA	1	1	Sumpf-Heidelibelle	<i>Sympetrum depressiusculum</i>	2	1
LA	1	1	Zwerglibelle	<i>Nehalennia speciosa</i>	1	1
LB	1	2I	Helm-Azurjungfer	<i>Coenagrion mercuriale</i>	3	1
N	1	2	Gestreifte Quelljungfer	<i>Cordulegaster bidentata</i>	3	2
LA	1	1I	Vierzählige Windelschnecke	<i>Vertigo geyeri</i>	1	1
LA		2I	Zierliche Tellerschnecke	<i>Anisus vorticulus</i>	2	1
LB	1	3I	Badische Quellschnecke	<i>Bythinella badensis</i>	3	2
LB	1	2	Bauchige Windelschnecke	<i>Vertigo moulinsiana</i>	2	4
LB	1	2I	Bayerische Quellschnecke	<i>Bythinella bavaria</i>	3	2
LB	1	3I	Quellschnecken-Art	<i>Bythinella dunkeri</i>	3	2
N	1	3	Schmale Windelschnecke	<i>Vertigo angustior</i>	3	2
LA		1	Europäische Sumpfschildkröte	<i>Emys orbicularis</i>	1	1
LA	1	2	Kreuzotter	<i>Vipera berus</i>	2	1
LA	1	1	Moorfrosch	<i>Rana arvalis</i>	2	2
LB		2	Kammolch	<i>Triturus cristatus</i>	3	2
LB	1	2	Laubfrosch	<i>Hyla arborea</i>	3	1
N		G	Kleiner Wasserfrosch	<i>Rana lessonae</i>	2	1
N		3	Ringelnatter	<i>Natrix natrix</i>	3	1
LA	1	oE	Schlammpeizger	<i>Misgurnus fossilis</i>	3	2
LB	1	oE	Strömer	<i>Leuciscus souffia agassizi</i>	3	3
LA		oE	Schmalbindiger Breitflügel-Tauchkäfer	<i>Graphoderus bilineatus</i>	2	1

ZAK / ZIA (Zielorientierte Indikatorart): Kategorien des Informationssystems Zielartenkonzept (Erläuterung in Tab. A2).

RL BW: Einstufung der Gefährdung in der Roten Liste für Baden-Württemberg (s. dort)

Moorrelevanz von Zielarten

- 0 keine essenziellen Vorkommen in Mooren
- 1 stenotope Bindung an Moore
- 2 starke Bindung an Moore, aber auch Vorkommen außerhalb
- 3 (regional sehr) wichtige Vorkommen in Mooren, Hauptvorkommen jedoch außerhalb

Gehölztoleranz von Zielarten

- 1 Bindung an offene, stark besonnte Habitate und/oder Kulissenflüchter
- 2 Tolerierung von oder Bindung an halboffene, nur mäßig besonnte Habitate
- 3 Bindung an eher geschlossen, stark oder vollständig beschattete Gehölzbestände
- 4 indifferent

Anhang 15 (Fortsetzung)

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

2014

Tab. A4 Moorrelevante Arten der Anhänge IV und II der FFH-Richtlinie in Baden-Württemberg (s. a. Text).

Moorrelevante Arten (i. w. S.) des Anhangs IV der FFH-Richtlinie - Fauna						
FFH	ZAK	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Moorrelevanz	Gehölztoleranz	RL BW
II, IV	LA	Blauschillernder Feuerfalter	<i>Lycaena helle</i>	1	1	1
II, IV	LB	Dunkler Wiesenknopf-Ameisen-Bläuling	<i>Maculinea nausithous</i>	3	1	3
II, IV	LA	Heller Wiesenknopf-Ameisen-Bläuling	<i>Maculinea teleius</i>	3	1	1
IV	LB	Schwarzfleckiger Ameisen-Bläuling	<i>Maculinea arion</i>	3	1	2
IV	LA	Wald-Wiesenvogelchen	<i>Coenonympha hero</i>	3	1	1!
II, IV	LB	Biber	<i>Castor fiber</i>	3	3	2
IV	LB	Große Bartfledermaus	<i>Myotis brandtii</i>	3	4	1
II, IV	LA	Große Moosjungfer	<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	2	1	1
IV	LA	Sibirische Winterlibelle	<i>Sympecma paedisca</i>	2	1	1
II, IV	LA	Zierliche Tellerschnecke	<i>Anisus vorticalus</i>	2	1	2!
II, IV	LA	Europäische Sumpfschildkröte	<i>Emys orbicularis</i>	1	1	1
II, IV	LB	Kammolch	<i>Triturus cristatus</i>	3	2	2
IV	N	Kleiner Wasserfrosch	<i>Rana lessonae</i>	2	1	6
IV	LB	Laubfrosch	<i>Hyla arborea</i>	3	1	2
IV	LA	Moorfrosch	<i>Rana arvalis</i>	2	2	1
II, IV	LA	Schmalbindiger Breitflügel-Tauchkäfer	<i>Graphoderus bilineatus</i>	2	1	oE

Moorrelevante Arten (i. w. S.) des Anhangs II der FFH-Richtlinie - Fauna						
FFH	ZAK	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Moorrelevanz	Gehölztoleranz	RL BW
II, IV	LA	Blauschillernder Feuerfalter	<i>Lycaena helle</i>	1	1	1
II, IV	LB	Dunkler Wiesenknopf-Ameisen-Bläuling	<i>Maculinea nausithous</i>	3	1	3
II	LA	Goldener Scheckenfalter	<i>Euphydryas aurinia</i>	2	1	1
II, IV	LA	Heller Wiesenknopf-Ameisen-Bläuling	<i>Maculinea teleius</i>	3	1	1
II, IV	LB	Biber	<i>Castor fiber</i>	3	3	2
II, IV	LA	Große Moosjungfer	<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	2	1	1
II	LB	Helm-Azurjungfer	<i>Coenagrion mercuriale</i>	3	1	2!
II	LB	Bauchige Windelschnecke	<i>Vertigo moulinsiana</i>	2	4	2
II	N	Schmale Windelschnecke	<i>Vertigo angustior</i>	3	2	3
II	LA	Vierzählige Windelschnecke	<i>Vertigo geyeri</i>	1	1	1!
II, IV	LA	Zierliche Tellerschnecke	<i>Anisus vorticalus</i>	2	1	2!
II, IV	LA	Europäische Sumpfschildkröte	<i>Emys orbicularis</i>	1	1	1
II, IV	LB	Kammolch	<i>Triturus cristatus</i>	3	2	2
II	LA	Schlammpeitzger	<i>Misgurnus fossilis</i>	3	2	oE
II	LB	Strömer	<i>Leuciscus souffia agassizi</i>	3	3	oE
II, IV	LA	Schmalbindiger Breitflügel-Tauchkäfer	<i>Graphoderus bilineatus</i>	2	1	oE

FFH: Angabe der Listung in den Anhängen II und/oder IV der FFH-Richtlinie

ZAK: Kategorien des Informationssystems Zielartenkonzept (Erläuterung in Tab. A2).

Moorrelevanz und Gehölztoleranz s. Legende zu Tab. A3

RL BW: Einstufung der Gefährdung in der Roten Liste für Baden-Württemberg (s. dort)

Anhang 15 (Fortsetzung)

2014

Projekt Klimawirksamkeit Moore in BW – Naturschutzaspekte Fauna

Tab. A5 Moorrelevante Vogelarten bezogen auf die im Natura 2000-Managementhandbuch spezifisch gelisteten Arten in Baden-Württemberg (s. a. Text).

Moorrelevante Arten (i. w. S.) des Anhangs I der VSR					
ZAK	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Moorrelevanz	Gehöلتoleranz	RL BW
LA	Auerhuhn	<i>Tetrao urogallus</i>	3	2	1
N	Blaukehlchen	<i>Luscinia svecica</i>	3	1	-
LA	Dreizehenspecht	<i>Picoides tridactylus</i>	3	3	2
-	Kleines Sumpfhuhn	<i>Porzana parva</i>	3	1	-
LA	Moorente	<i>Aythya nyroca</i>	3	1	2
N	Rauhfußkauz	<i>Aegolius funereus</i>	3	3	V
E	Rohrdommel	<i>Boraurus stellaris</i>	E	1	0
N	Rohrweihe	<i>Circus aeruginosus</i>	3	1	3
N	Sperlingskauz	<i>Glaucidium passerinum</i>	3	3	-
E	Sumpfohreule	<i>Asio flammeus</i>	E	1	0
LA	Tüpfelsumpfhuhn	<i>Porzana porzana</i>	3	1	1
LA	Wachtelkönig	<i>Crex crex</i>	3	1	1
N	Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i>	3	1	V
LA	Ziegenmelker	<i>Caprimulgus europaeus</i>	E	1	1
LA	Zwergdommel	<i>Ixobrychus minutus</i>	3	1	1

Zusätzliche moorrelevante Zugvogelarten (i. w. S.) nach Art. 4 Abs. 2 VSR					
ZAK	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Moorrelevanz	Gehöلتoleranz	RL BW
LA	Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	2	1	1
LA	Berglaubsänger	<i>Phylloscopus bonelli</i>	3	2	1
-	Beutelmeise	<i>Remiz pendulinus</i>	3	2	-
LA	Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>	3	1	1
LA	Drosselrohrsänger	<i>Acrocephalus arundinacea</i>	3	1	1
LA	Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	2	1	1
LA	Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	3	1	2
LA	Knäkente	<i>Anas querquedula</i>	2	2	1
N	Kolbenente	<i>Netta rufina</i>	3	1	-
LA	Krickente	<i>Anas crecca</i>	2	2	1
LB	Löffelente	<i>Anas clypeata</i>	3	1	2
LA	Raubwürger	<i>Lanius excubitor</i>	E	1	1
N	Ringdrossel	<i>Turdus torquatus</i>	3	2	V
LA	Schilfrohrsänger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	3	1	1
-	Schlagschwirl	<i>Locustella fluviatilis</i>	3	2	R
N	Schwarzhalσταucher	<i>Podiceps nigricollis</i>	3	1	V
-	Schwarzkehlchen	<i>Saxicola rubicola</i>	3	1	-
LA	Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>	3	3	2
LB	Tafelente	<i>Aythya ferina</i>	3	2	2
-	Wachtel	<i>Coturnix coturnix</i>	3	1	-
LB	Wasserralle	<i>Rallus aquaticus</i>	3	2	2
LA	Zitronenzeisig	<i>Carduelis citrinella</i>	3	1	1
N	Zwergtaucher	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	3	1	2

FFH: Für Vogelarten nicht relevant (Angabe der Listung in den Anhängen II und/oder IV der FFH-Richtlinie)

ZAK: Kategorien des Informationssystems Zielartenkonzept (Erläuterung in Tab. A2).

Moorrelevanz und Gehöلتoleranz s. Legende zu Tab. A3

RL BW: Einstufung der Gefährdung in der Roten Liste für Baden-Württemberg (s. dort)

Anhang 16: *Details zur Erstellung eines landnutzungslayers für die Moorkörper in den Moorregionen 1 und 2*

1. Zusammenführung der Landnutzungsdaten

Differenzierung der Nutzungsintensität anhand InVeKoS- und MEKA-Daten

In der durch InVeKoS- und MEKA-Daten bereitgestellten Landnutzungsinformation sind extensive Grünlandnutzungen anhand einiger InVeKoS-Nutzungen und MEKA-Maßnahmen identifizierbar. Darüber hinaus ist eine Detektion von mittlerem Grünland anhand der MEKA-Maßnahme 11 (N-B1 Extensive Grünlandbewirtschaftung) möglich.

Im Folgenden wird das Regelwerk definiert, mit dem die Extensivgrünlandflächen unter gleichzeitiger Berücksichtigung von InVeKoS- und MEKA-Informationen berechnet wurden. Eine Erläuterung zu den relevanten InVeKoS- und MEKA-Codes befindet sich im Tabelle 1 bzw. Tabelle 10.

a) Indikation extensiven Grünlandes durch InVeKoS

Extensives Grünland wird über die folgenden InVeKoS-Nutzungs-codes definiert: 454, 460, 462 und 925. Es wird jede Fläche dieser Nutzungen gewertet.

In der Moorregion 1 finden nur in einem Fall mehrere dieser Nutzungen auf einem Flurstück gemeinsam statt (460 und 462 auf 0.04ha). Diese Überlappung wird vernachlässigt.

b) Indikation extensiven Grünlandes durch MEKA

Folgende MEKA-Maßnahmen zeigen extensives Grünland an: 14, 91, 92, 95 und 96.

Auf vielen Flurstücken finden mehrere MEKA-Maßnahmen statt, die Extensivgrünland anzeigen. Aus der Maßnahmendefinition heraus ist MEKA-96 als eine Erweiterung von 95 zu sehen, da es sich bei beiden um Biotoppflegemaßnahmen handelt. Die Maßnahme 96 wird jedoch mit einem Messerbalken ausgeführt. Analog dazu ist die MEKA-Maßnahme 92 als eine Erweiterung von 91 zu sehen.

Daraus werden für die Berechnung der Extensivgrünlandfläche nach MEKA in einem Flurstück folgende Regeln abgeleitet

- Extensivnutzung wird durch die MEKA-Maßnahmen 14, 91, 92, 95 und 96 angezeigt.
- Wenn in einem Flurstück 95 stattfindet, wird die beantragte Fläche von 96 nicht gewertet. Analog gilt dies für die Maßnahmen 91/92.

In der Moorregion 1 findet die MEKA-Maßnahme 96 ohne Berücksichtigung von Überlagerungen auf 8 ha und die Maßnahme 92 auf 4 ha statt. Fehleinschätzungen durch die zweite Regel sind also grundsätzlich sehr gering.

c) Überlagerung der durch InVeKoS und MEKA angezeigten Extensivgrünlandnutzung

Zwischen InVeKoS- und MEKA-Extensivgrünland gibt es auf Flurstücksebene zahlreiche Überlappungen, z.B. die 925 mit der 91, der 95 und der 14, oder die 462 mit der 14 oder

Anhang 16 (Fortsetzung)

die 460 mit der 95 und die 454 mit der 14. Es gibt jedoch sowohl InVeKoS-Extensivgrünland ohne MEKA-Maßnahme, als auch MEKA-Extensivgrünlandmaßnahmen auf „normalem“ InVeKoS-Grünland (z.B. auf 451).

Um die Überlagerung von Nutzungs-Maßnahmenkombinationen möglichst adäquat zu berücksichtigen werden folgende Regeln formuliert:

- Die Extensivgrünlandfläche eines Flurstückes ergibt sich zunächst aus dem InVeKoS-Extensivgrünland.
- Existiert nach InVeKoS nur „normales“ Grünland in einem Flurstück (z.B. 451), so ergibt sich die Extensivgrünlandfläche aus den vorhandenen Flächen mit entsprechenden MEKA-Maßnahmen (14, 91, 92, 95 oder 96).
- Treten InVeKoS-Extensivgrünland, normales InVeKoS-Grünland und MEKA-Maßnahmen in einem Flurstück gemeinsam auf, so werden nur dann MEKA-Maßnahmen auf normalem InVeKoS-Grünland angenommen, wenn diese die InVeKoS-Extensivgrünlandfläche übersteigen (MEKA-Überhang).

Die starke Vereinfachung zunächst alle MEKA-Maßnahmen in einem Flurstück auf InVeKoS-Extensivgrünland anzunehmen wird dadurch notwendig, dass weder InVeKoS noch MEKA Angaben darüber machen, wo in einem Flurstück die jeweilige Nutzung bzw. Maßnahme stattfindet. Innerhalb eines Flurstücks kann deswegen keine exakte Zuordnung der Nutzung zu einer Maßnahme vorgenommen werden.

d) Indikation des mittleren Grünlandes durch MEKA 11

Die MEKA-Maßnahme 11 (N-B1 Extensive Grünlandbewirtschaftung) zeigt nicht wirklich extensives Grünland im engeren Sinne an, wofür die Maßnahmen 14, 91, 92, 95 und 96 stehen. Die Flächen mit Maßnahme 11 werden jedoch auch nicht intensiv genutzt, sodass mit der Maßnahme 11 die Möglichkeit besteht „mittleres“ Grünland zu identifizieren.

Die MEKA-Maßnahme 11 kann nicht mit den Maßnahmen 91, 92, 95 und 96 kombiniert werden, jedoch mit Maßnahme 14. Für die Berechnung der Maßnahmenfläche wird analog zur oben genannten 91/92-Problematik verfahren: Die Maßnahme 14 wird als Ergänzung zu 11 auf gleicher Fläche verstanden, sodass sich die Fläche mittleren Grünlandes aus Maßnahme 11 in Gegenwart von Maßnahme 14 um die Fläche der Maßnahme 14 reduziert.

e) Berücksichtigung mittleren Grünlandes aus MEKA 11 (ohne 14)

Analog zur Kombination der InVeKoS- und der MEKA-Extensivgrünlandfläche wird angenommen, dass mittleres Grünland aus MEKA zunächst auf dem Anteil des InVeKoS-Extensivgrünlandes stattfindet, das sonst keine MEKA-Extensivgrünlandmaßnahmen trägt. Die resultierende Fläche mittleren Grünlandes in einem Flurstück ist also die Fläche des MEKA-11-Grünlandes (ohne 14) abzüglich dieser MEKA-freien InVeKoS-Extensivgrünlandfläche.

Anhang 16 (Fortsetzung)

f) Indikation von Intensivgrünland

Das Intensivgrünland ergibt sich aus dem nicht-extensiven InVeKoS-Grünland abzüglich eines ggf. MEKA-Extensivgrünland-Überhangs und abzüglich des mittleren Grünlandes.

e) Durchführung der Datenbank-basierten Klassifikation

In der Abfragesequenz werden zunächst InVeKoS-Nutzungen und MEKA-Maßnahmen in Acker und Grünland usw. klassifiziert. Anschließend werden die MEKA-Maßnahmen auf Flurstücksebene aggregiert und die Extensivgrünlandfläche nach MEKA entsprechend obigem Regelwerk berechnet. Für InVeKoS-Grünland ist eine Extensivnutzung direkt ableitbar. Zusätzlich wird das Extensivgrünland nach InVeKoS und MEKA verglichen und der MEKA-Überhang bestimmt. Die finale Abfrage führt InVeKoS- und MEKA-Extensivgrünlandfläche auf Flurstücksebene unter Berücksichtigung des MEKA-Überhangs zusammen und berechnet mit Hilfe der Flächengröße des Flurstücks für alle Landnutzungsklassen (Acker, Grünland extensiv/intensiv, Dauerkulturen, Brachen etc. inkl. Wald) ihre absolute Fläche im Flurstück (ha) und ihren Flächenanteil im Flurstück. Die Kenntnis des Flächenanteils einer Nutzung in einem Flurstück ermöglicht die Anbindung dieser Landnutzungs-klassifikation an Flurstücksgeometrien, die weiter z.B. mit standörtlichen Informationen verschnitten werden können. Dazu ist jedoch die Annahme zu akzeptieren, dass in jedem Teilstück eines Flurstückes das gleiche Nutzungsspektrum realisiert wird. Besonders entlang der standörtlichen Grenze Mineralboden zu Moor ist dies eine starke Vereinfachung. Ackernutzung wird sehr wahrscheinlich auf dem Mineralbodenanteil eines Flurstückes konzentriert sein, die Grünlandnutzung umgekehrt. Die Struktur der vorhandenen Landnutzungsinformationen ermöglicht jedoch keine verlässlichere genauere Aussage.

Differenzierung der Nutzungsintensität anhand GISELA-Daten

Bei den LW-Bruttoflächen aus GISELA wird das Grünland auf Feuchtgebiet als Extensivgrünland eingestuft (Tabelle 7).

Differenzierung der Nutzungsintensität anhand ATKIS-Daten (DLM25)

Aus den ATKIS-Daten lässt sich Extensivgrünland anhand der Codes 4105 Moor/Moos mit Gras und 4106 Sumpf/Ried mit Gras ableiten (Tabelle 8). Hierdurch werden in Moorregion 1 insgesamt 257 ha und in Moorregion 2 482 ha als extensives Grünland klassifiziert. Die Vegetationsklassen 4102 Grünland, 4102 Grünland/Attribut trifft nicht zu, 4102 Grünland/sonstiges und 4102 Grünland/Streuobst werden als Intensivgrünland klassifiziert.

2. Auffüllen der InVeKoS-Flurstücke mit ATKIS-Informationen

Teilweise nehmen die Angaben zur Flächengröße der Landnutzungen innerhalb der flurstücksbasierten InVeKoS-Daten nicht das gesamte Flurstück ein, so dass es Flächen ohne Angabe einer Nutzung im Datensatz gibt. Um diese sogenannten „weißen Flächen“ mit einer Landnutzung zu belegen, wurden ATKIS-Daten herangezogen.

Anhang 16 (Fortsetzung)

Zur Berechnung der Fläche mit unbekannter Nutzung pro Flurstück wird die Summe der Flächengrößen der bekannten Landnutzungen innerhalb eines Flurstücks von der Größe des Flurstücks abgezogen. Diese Differenz ergibt die Größe der Fläche mit unbekannter Nutzung. Um diese Flächen im fertig prozessierten InVeKoS-Datensatz, welcher bereits die Grundwasserstandsklassifikation enthält mit den ATKIS-Daten aufzufüllen, werden die InVeKoS- und ATKIS- Datensätze miteinander verschnitten und die Landnutzung der ATKIS-Daten mit dem Regelwerk analog zu Abschnitt 1 klassifiziert. Da teilweise mehrere ATKIS-Landnutzungen innerhalb eines Flurstücks liegen, muss der Anteil den diese Landnutzungen an der jeweiligen Fläche mit unbekannter Nutzung einnehmen gesondert berechnet werden. Die Flächengröße für die einzelnen ATKIS-Nutzungen innerhalb der „weißen Fläche“ ergibt sich wie folgt:

Flächengröße der einzelnen Landnutzung (innerhalb der Fläche mit unbekannter Nutzung) = (Fläche mit unbekannter Nutzung pro Flurstück * Größe des InVeKoS-Polygons nach Verschneidung mit ATKIS) / frühere Größe des Flurstücks

Für die Einteilung der ATKIS-Landnutzung zu den Grundwasserstandsklassen wird der bereits zugeordnete Grundwasserstand, welcher aus der Reichsbodenschätzung und den Biotoptypen abgeleitet wurde (vgl. Abschnitt) verwendet.

Tabelle 1: Zuordnung der InVeKoS-Klassen zu den Landnutzungsklassen

InVeKoS-Name	InVeKoS-CODE	Landnutzungsklasse
Hartweizen (Durum)	113	AF
Dinkel	114	AF
Winterweizen	115	AF
Sommerweizen	116	AF
Winterroggen	121	AF
Sommerroggen	122	AF
Wintermenggetreide (mit Weizen)	125	AF
Wintermenggetreide ohne Weizen	126	AF
Wintergerste	131	AF
Sommergerste	132	AF
Winterhafer	142	AF
Sommerhafer	143	AF
Sommernenggetreide mit Weizen	144	AF
Sommernenggetreide(ohne Weizen)	145	AF
Wintertriticale	156	AF
Sommertriticale	157	AF
Körnermais	171	AF
CCM	172	AF
Zuckermais	174	AF
Silomais-Sonnenblumengemenge	175	AF
Hirse	181	AF
Alle anderen Getreidearten	190	AF
Erbsen	210	AF
Ackerbohnen	220	AF
Süßlupinen	230	AF
Erbsen/Ackerbohnen-Gemenge	240	AF
Sonstige Hülsenfrüchte	290	AF
Linsen	292	AF
Winterraps	311	AF
Sommerraps	312	AF
Sonnenblumen	320	AF

Anhang 16 (Fortsetzung)

Tabelle 2 (Forts.): Zuordnung der InVeKoS-Klassen zu den Landnutzungsklassen

InVeKoS-Name	InVeKoS-CODE	Landnutzungsklasse
Sojabohnen	330	AF
Öllein	341	AF
Sonstige Ölf Früchte (z.B. Rübsen, Körners)	390	AF
Silomais als Hauptfutter	411	AF
Futterhackfrüchte ohne Kartoffeln	412	AF
Futterrüben (Runkelrüben)	413	AF
Klee	421	AF
Klee gras, Luzerne-Gras-Gemenge	422	AF
Luzerne	423	AF
Acker gras	424	AF
Sonstige Ackerfutterpflanzen	429	AF
Wiesen (einschl. Streuobstwiesen)	451	GL
Mähweiden	452	GL
Weiden	453	GL
Hutungen; Streuwiesen u. extensivste Wei	454	GL
Almen, Alpen	455	GL
Sommerschafweiden	460	GL
Koppelschafweiden	462	GL
Anteil an Gemeinschaftsweiden	491	GL
Aufforstung nach der EAP 1993 bis 2006	556	WA
Stillgelegte Ackerflächen nach LPR	563	BRA AF
Betr.p räm.fähige Aufforst.nach Erstauff.	564	WA
Stillgelegte Dauergrünlandflächen nach L	567	BRA GL
Betriebsprämienfähige nicht landwirtscha	583	SO
Ackerland, aus Erzeugung genommen(einsch	591	BRA AF
Dauergrünland aus Erzeugung genommen(ein	592	BRA GL
Frühkartoffeln	611	AF
Sonst. Speisekartoffeln	612	AF
Pflanzkartoffeln	615	AF
Sonstige Kartoffeln	619	AF
Zuckerrüben	620	AF
Topinambur	630	AF
Gemüse im Freiland	710	AF
Spargel	715	AF
Erdbeeren	723	AF
Gemüse unter Glas	731	AF
Blumen u.nicht verholz.Zierpfl.einschl.S	722	AF
Blumen u.nicht verholz.Zierpfl.einschl.S	732	AF
Pilzbeet- und Gemüseflächen in Gebäuden	733	AF
Hopfen (bepflanzte)	750	DK
Hopfen, vorübergehend stillgelegt	753	DK
Tabak	760	AF
Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen	770	AF
Küchenkräuter	771	AF
Sonstige Handelsgewächse (keine Dauerkul	790	AF
Hanf	793	AF
Kern- und Steinobst	811	DK
Streuobst ohne Wiesennutzung	812	DK
Beerenobst (z.B. Johannis-, Stachel-, Him	817	AF
Sonstige Obstanlagen (z.B. Holunder)	819	DK
Unbestockte Obstbaufläche	821	DK
Haselnüsse	824	DK
Walnüsse	825	DK
Baumschulen - sonstige Flächen	830	DK
Beerenobst zur Vermehrung in Baumschulen	831	AF
Weihnachtsbäume	846	GEH
Sonst. Niederwald mit Kurzumtrieb	847	KUP
Niederwald mit Kurzumtrieb	848	KUP

Anhang 16 (Fortsetzung)

Tabelle 3 (Forts.): Zuordnung der InVeKoS-Klassen zu den Landnutzungsklassen

InVeKoS-Name	InVeKoS-CODE	Landnutzungsklasse
Rebland	850	DK
unbestockte Rebfläche	852	DK
Rebschulfläche	853	DK
Tafeltrauben	856	DK
Sonstige landwirtschaftliche Dauerkultur	890	DK
Rhabarber	892	DK
Chinaschilf (Miscanthus)	896	DK
Sonstige Flächen (z.B. Holzlagerung)	910	SO
Grassamenvermehrung	912	AF
Versuchsfld. mit mehreren beihilfefähigen	914	AF
Ackerrandstreifen	915	AF
Mais zur Saatgutvermehrung	919	AF
Haus- und Nutzgärten	920	SO
Feldgehölze über 2000 qm	922	GEH
Grünland ohne landw. Nutzung	923	GL_OLW
Biotop o. landw. Nutz.	924	BIO_OLW
Biotop m. landw. Nutz. - Dauergrünland	925	GL
Fläche mit LPR-Pflegevertrag	927	LPR
Bewirtschaftete Gewässer, Teichflächen	930	SO
Aufforstung nach der EAP 1991-92	952	WA
Aufforstung nach der Einkommensverlustpr	956	WA
Sudangras	980	AF
Weg-, Hof-, Gebäudeflächen	991	SO
Ödland, Unland, Abbauland	992	SO
Unbefest. Mieten-, Stroh-, Futter u. Dun	994	GL
Waldflächen	995	WA
Unbefest. Mieten-, Stroh-, Futter- u. Du	996	AF
Ziergärten, Golfplätze, Park- und Grünan	997	SO

Tabelle 4: Zuordnung der Biotoptypen zu Landnutzungs- und Grundwasserstandsklassen

Biotoptyp	Landnutzungsklasse	Grundwasserstandsklasse
Altarm	WASS	h
Altarm oder Altwasser	WASS	h
Altwasser	WASS	h
Anthropogenes Stillgewässer im Moor	WASS	h
Auwald der Bäche und kleinen Flüsse	WA	h
Birken-Bruchwald	WA	h
Blasenseggen-Ried	Glext	h
Bodensee	WASS	h
Bruch-, Sumpf- und Auwälder	WA	h
Bruchwald	WA	h
Davallseggen-Ried	Glext	h
Feldgehölz	GEH	t
Feldhecke	GEH	t
Feldhecke mittlerer Standorte	GEH	t
Feldhecke trockenwarmer Standorte	GEH	t
Gebüsch feuchter Standorte	GEH	m
Gebüsch trockenwarmer Standorte	GEH	t
Gebüsch trockenwarmer, basenreicher Standorte	GEH	t
Gewässerbegleitende Hochstaudenflur	FEU	m
Gewässerbegleitender Auwaldstreifen	WA	m
Grauweiden- oder Ohrweiden-Feuchtgebüsch	GEH	h
Großseggen-Ried	Glext	h

Anhang 16 (Fortsetzung)

Tabelle 5 (Forts.): Zuordnung der Biotoptypen zu Landnutzungs- und GW-Standskl.

Biotoptyp	Landnutzungs-kategorie	Grundwasserstands-kategorie
Hasel-Feldhecke	GEH	t
Heidestadium eines Moors	FEU	t
Hochmoor	FEU	h
Hochstaudenflur	FEU	m
Hochstaudenflur quelliger, sumpfiger oder mooriger Standorte	FEU	h
Kammseggen-Ried	Glext	h
Kleinseggen-Ried basenarmer Standorte	Glext	m
Kleinseggen-Ried basenreicher Standorte	Glext	m
Kopfbinsen-Ried	Glext	m
Land-Schilfröhricht	FEU	h
Magerrasen basenreicher Standorte	Glext	t
Moor-Regenerationsfläche (zum Beispiel Hochmoor-Regeneration auf Torfstich)	FEU	h
Nasswiese	Glext	m
Nasswiese basenarmer Standorte	Glext	m
Nasswiese basenreicher Standorte der montanen Lagen	Glext	m
Nasswiese basenreicher Standorte der Tieflagen	Glext	m
Natürliches Hochmoor	FEU	h
Natürliches Übergangs- oder Zwischenmoor	FEU	h
Naturnahe Flachwasserzone des Bodensees	WASS	h
Naturnahe Quelle	FEU	h
Naturnaher Abschnitt eines Flachlandbachs	WASS	m
Naturnaher Abschnitt eines Mittelgebirgsbachs	WASS	m
Naturnaher Bachabschnitt	WASS	m
Naturnaher Flußabschnitt	WASS	m
Naturnaher Uferbereich des Bodensees	FEU	h
Pfeifengras-Streuwiese	Glext	m
Quellflur	FEU	h
Regenerations- und Heidestadien von Hoch-, Zwischen- oder Übergangsmoor	FEU	h
Rispenseggen-Ried	FEU	h
Rohrglanzgras-Röhricht	FEU	m
Röhricht	FEU	h
Röhricht des Großen Wasserschwadens	Glext	h
Rohrkolben-Röhricht	FEU	h
Schlankseggen-Ried	Glext	h
Schlehen-Feldhecke	GEH	t
Schnabelseggen-Ried	Glext	m
Schwarzerlen-Bruchwald	WA	h
Schwarzerlen-Eschen-Wald	WA	m
Sickerquelle	FEU	h
Silberweiden-Auwald (Weichholz-Auwald)	WA	m
Sonstiger waldfreier Sumpf	FEU	h
Sonstiges Großseggen-Ried	Glext	h
Sonstiges Röhricht	Glext	h
Steifseggen-Ried	Glext	h
Stillgewässer im Moorbereich	WASS	h
Sumpfseggen-Ried	Glext	h
Sumpfwald (Feuchtwald)	WA	m
Tauch- oder Schwimmblattvegetation der Stillgewässer	WASS	h
Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Wald	WA	m

Anhang 16 (Fortsetzung)

Tabelle 6 (Forts.): Zuordnung der Biotoptypen zu Landnutzungs- und GW-Standskl.

Biotoptyp	Landnutzungs-kategorie	Grundwasserstands-kategorie
Tümpel oder Hüle	WASS	h
Tümpelquelle	WASS	h
Ufer-Schilfröhricht	FEU	h
Uferweiden-Gebüsch (Auen-Gebüsch)	GEH	m
Verlandungsbereich eines naturnahen Sees, Weihers oder Teiches	FEU	h
Waldfreier Sumpf	FEU	h
Waldsimen-Sumpf	Glext	h
Feldgehölze und Feldhecken	GEH	t
Fließgewässer	WASS	h
Holunder-Feldhecke	GEH	t
Moorbirken-Moorwald	WA	h

Landnutzungs-kategorien: FEU= Feuchtfläche, GEH= Gehölz, Glext= extensives Grünland, WA= Wald, WASS= Wasser

Tabelle 7: Zuordnung der GISELA-Namen zu Landnutzungs- und Grundwasserstands-kategorien

GISELANAME	Landnutzungs-kategorie	Grundwasserstands-kategorie
Ackerland	AF	t
Baumreihe (CC-LE)	GEH	-
Baumreihe (LE)	GEH	-
Feldgehölz (CC-LE)	GEH	-
Feldgehölz (LE)	GEH	-
Feuchtgebiet (nicht nutzbar CC-LE)	FEU	h
Feuchtgebiet (nicht nutzbar)	FEU	h
Gebäudefläche	SIE	t
Gehölz	GEH	-
Gewässer	WASS	-
Grünland	GL	-
Grünland (Feuchtgebiet CC-LE)	Glext	h
Grünland (Feuchtgebiet)	Glext	h
Grünland (Streuobst)	GL	-
Hecke/Knick (CC-LE)	GEH	-
Hecke/Knick (LE)	GEH	-
sonst. landw. NF	SONST	-
sonst. landw. NF (Baumschule)	DK	t
sonst. landw. NF (Gartenland)	SONST	t
sonst. landw. NF (Gewächshaus)	AF	t
sonst. landw. NF (Heide)	SONST	-
sonst. landw. NF (Hopfen)	DK	t
sonst. landw. NF (Obstbaumplantage)	DK	t
sonst. landw. NF (Rebland)	DK	t
sonst. nicht landw. NF	SONST	-
sonst. Struktur	SONST	-
sonst. Struktur (LE)	SONST	-
Wald	WA	-
Weg-/Hofffläche	SIE	t

Landnutzungs-kategorien: AF= Ackerfläche, DK= Dauerkultur, GEH= Gehölz, GL= Grünland, Glext= extensives Grünland, SIE= Siedlung, SONST= sonstig, WA= Wald, WASS= Wasser

Anhang 16 (Fortsetzung)

Tabelle 9 (Forts.): Zuordnung der ATKIS-Vegetationsklassen zu Landnutzungs- und Grundwasserstandsklassen

Vegetationsklasse ATKIS	Landnutzungs-klasse	Grundwasserstandsklasse
4199 Fläche (z.Z. unbestimmbar)	SONST	-
5101 Strom/Fluß/Bach	WASS	-
5103 Graben/Kanal (Wasserwirtschaft)	WASS	-
5112 Binnensee/Stausee/Teich	WASS	-
7211 Insel	SONST	-
9999 Gap	SONST	-

Landnutzungs-klassen: AF= Ackerfläche, DK= Dauerkultur, FEU= Feuchtfläche, GEH= Gehölz, GL= Grünland, GLEXT= extensives Grünland, SIE= Siedlung, SONST= sonstig, WA= Wald, WASS= Wasser

Tabelle 10: MEKA-Code und Maßnahmen

MEKA-CODE	MEKA-Maßnahme
11	N-B1 Extensive Grünlandbewirtschaftung
14	N-B4 Bewirtschaftung von artenreichem Grünland
91	N-G1.1 Biotope - Extensive Nutzung
92	N-G1.2 Biotope - Messerbalkenschnitt
95	N-G2.1 (Natura 2000) - Extensive Nutzung
96	N-G2.1 (Natura 2000) - Messerbalkenschnitt

Anhang 16 (Fortsetzung)

Tabelle 11: Schutzgebietsfläche unterschieden nach Landnutzungen in Moorregion 1 (Voralpines Hügel- und Moorland)

Schutzgebiets- kategorie	Acker	Acker- brache	Extensiv- grünland	mittleres Grünland	Intensiv- grünland	Grünland- brache	Grünland o. landw. Nutzung	Biotop o. landw. Nutzung	LPR-Fläche	Gehölz	KUP	Wald	Sonder- kultur	Dauer- kultur	Feucht- fläche	Siedlung	Sonstiges	Wasser
§32-Biotop																		
h	0,00	0,00	349,40	15,68	0,00	0,01	2,73	6,35	44,08	107,84	0,00	53,16	25,97	0,65	304,64	0,00	37,55	0,00
m	0,00	0,00	178,79	29,79	0,00	0,27	1,33	1,05	19,15	25,84	0,00	27,38	6,55	0,65	0,00	0,00	2,00	0,00
t	37,96	0,76	242,41	244,43	653,78	0,15	1,03	3,46	13,83	53,99	0,14	18,84	23,03	1,74	0,00	4,53	3,04	0,00
no data	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	1,91	13,02	0,00	55,31	4,31	0,00	0,00	0,00	2,63	49,17
Summe	37,96	0,76	770,60	289,89	653,78	0,43	5,09	11,72	78,98	200,70	0,14	154,70	59,87	3,04	304,64	4,53	45,22	49,17
NSG																		
h	0,00	0,00	340,37	11,61	0,00	0,00	0,88	4,25	42,76	257,17	0,00	294,62	15,72	0,02	282,94	0,00	148,96	0,00
m	0,00	0,00	130,89	13,58	0,00	0,00	0,03	0,07	16,83	68,23	0,00	39,98	3,89	0,09	0,00	0,00	1,97	0,00
t	17,85	0,11	182,07	205,66	645,09	0,03	0,69	1,49	11,86	31,51	0,00	48,44	24,75	0,87	0,00	4,17	5,93	0,00
no data	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	6,98	238,94	0,00	1045,91	9,27	0,06	0,00	0,00	5,40	35,62
Summe	17,85	0,11	653,33	230,85	645,09	0,03	1,59	6,10	78,44	595,85	0,00	1428,95	53,63	1,04	282,94	4,17	162,26	35,62
FFH																		
h	0,00	0,00	395,23	22,98	0,00	0,17	2,65	4,55	46,80	366,77	0,00	321,51	22,45	0,04	352,16	0,00	153,54	0,00
m	0,00	0,00	162,46	29,64	0,00	0,04	0,11	0,18	18,76	70,87	0,00	54,77	4,25	0,09	0,00	0,00	3,99	0,00
t	72,26	0,19	300,00	491,71	1237,94	0,03	0,97	1,79	17,14	53,74	0,00	78,90	35,49	1,76	0,00	33,50	10,81	0,00
no data	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	1,54	8,28	252,79	0,00	1435,34	12,78	0,17	0,00	0,00	19,56	56,40
Summe	72,26	0,19	857,69	544,34	1237,94	0,25	4,02	8,06	90,98	744,17	0,00	1890,51	74,96	2,05	352,16	33,50	187,90	56,40

Anhang 16 (Fortsetzung)

Tabelle 12: Schutzgebietsfläche unterschieden nach Landnutzungen in Moorregion 2

Schutzgebiets- kategorie	Acker	Acker- brache	Extensiv- grünland	mittleres Grünland	Intensiv- grünland	Grünland- brache	Grünland o. landw. Nutzung	Grünland o. Biotop o. landw. Nutzung	LPR-Fläche	Gehölz	KUP	Wald	Sonder- kultur	Dauer- kultur	Feucht- fläche	Stellung	Sonstiges	Wasser
§32-Biotop																		
h	0,00	0,00	226,80	3,45	0,00	1,63	0,15	2,79	4,08	275,20	0,00	5,20	8,67	0,01	850,15	0,00	0,16	0,00
m	0,00	0,00	125,15	15,79	0,00	0,67	0,00	0,29	1,15	848,56	0,05	1,67	4,24	0,03	0,00	0,00	1,50	0,00
t	36,74	1,95	394,73	157,42	627,66	1,21	0,03	1,46	0,15	21,09	0,00	3,64	5,86	0,07	0,00	0,00	0,18	0,00
no data	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,51	0,04	24,45	15,90	0,00	6,01	12,74	0,00	0,00	1,52	6,11	29,73
Summe	36,74	1,95	746,68	176,66	627,66	3,50	3,69	4,58	29,84	1160,75	0,05	16,52	31,51	0,12	850,15	1,52	7,95	29,73
NSG																		
h	0,00	0,00	233,44	1,35	0,00	1,50	0,00	0,24	3,95	588,11	0,00	25,09	13,66	0,00	916,38	0,00	41,93	0,00
m	0,00	0,00	148,17	5,41	0,00	0,44	0,00	2,62	13,22	867,29	0,00	8,54	5,91	0,00	0,00	0,00	7,45	0,00
t	20,83	0,97	419,46	197,54	731,87	0,27	0,00	1,13	0,00	9,44	0,00	12,21	4,47	0,00	0,00	0,00	2,93	0,00
no data	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,51	0,63	25,31	122,25	0,00	259,45	20,78	0,00	0,00	2,88	24,90	32,80
Summe	20,83	0,97	801,08	204,30	731,87	2,21	3,51	4,62	42,48	1567,09	0,00	305,29	44,83	0,00	916,38	2,88	77,21	32,80
FFH																		
h	0,00	0,00	257,89	2,02	0,00	1,51	0,18	3,49	3,95	633,04	0,00	35,40	14,23	0,01	940,37	0,00	44,13	0,00
m	0,00	0,00	145,86	10,92	0,00	0,43	0,00	2,63	1,15	855,26	0,00	9,02	5,90	0,03	0,00	0,00	7,50	0,00
t	163,05	2,71	460,29	612,56	1207,50	2,38	1,64	1,47	0,00	15,37	0,00	19,53	10,34	0,17	0,00	0,00	4,34	0,00
no data	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,51	1,69	25,31	125,98	0,01	357,56	22,71	0,06	0,00	7,46	27,00	70,62
Summe	163,05	2,71	864,04	625,50	1207,50	4,33	5,33	9,29	30,41	1629,66	0,01	421,51	53,17	0,26	940,37	7,46	82,97	70,62

(Donau-Iller-Lechplatte)

Anhang 16 (Fortsetzung)

Ergebnis Gruppenvergleichstest

1. Test auf Homogenität der Varianzen zwischen den vier Klassen (Levene) ergab keine Signifikanz, daher einfaktorielle ANOVA durchgeführt (bei Signifikanz liegt Varianzhomogenität vor. Dann nur mit Kruskal-Wallis zu testen)

Test der Homogenität der Varianzen

MW_GWuF_cm

Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
,458	3	130	,712

2. ANOVA: Signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen mit einer Wahrscheinlichkeit $p \leq 0,05$; F-Ratio= 18,10).
3. Zwischen welchen Gruppen? -> Post-hoc Analyse mit LSD (least significant difference) zum Zwischengruppen-Mehrfachvergleich.

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: MW_GWuF_cm

	(I) GW_RB	(J) GW_RB	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
LSD	h	m	-21,40952 [*]	7,47984	,005	-36,2075	-6,6116
		o	-29,00952 [*]	9,68753	,003	-48,1751	-9,8439
		t	-34,14626 [*]	4,68136	,000	-43,4078	-24,8848
	m	h	21,40952 [*]	7,47984	,005	6,6116	36,2075
		o	-7,60000	10,66306	,477	-28,6956	13,4956
		t	-12,73673	6,46279	,051	-25,5226	,0491
	o	h	29,00952 [*]	9,68753	,003	9,8439	48,1751
		m	7,60000	10,66306	,477	-13,4956	28,6956
		t	-5,13673	8,92569	,566	-22,7951	12,5217
t	h	34,14626 [*]	4,68136	,000	24,8848	43,4078	
	m	12,73673	6,46279	,051	-,0491	25,5226	
	o	5,13673	8,92569	,566	-12,5217	22,7951	

*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.

Anhang 17: Bilanztabelle zu Landnutzung und Emission

Tabelle 1: Landnutzung und CO₂-Emission auf Moor in Moorregion 1 in Abhängigkeit des Grundwasserstandes

Landnutzung auf Moor	Grundwasser	Ausweisung/Kategorisierung		Summe ha	Nutzungstyp	Emissionstyp	CO ₂ -Äqu t/ha	Summe t CO ₂ -Äqu
		InVeKoS ha	LW-Bruttofläche ha					
Ackerfläche	t	1187,89	21,13	1281,44	Acker	Acker	38,3	49079,10
Grünland intensiv	t	4766,85	323,54	5879,30	GL-int	GL-int	34,4	202247,84
Mittleres Grünland	t	2446,97	-	2446,97	GL-int	GL-int	34,4	84175,73
	m	64,96	-	64,96	GL-int	GL-int	34,4	2234,78
	h	36,02	-	36,02	GL-int	GL-int	34,4	1239,04
Grünland extensiv	t	458,99	44,95	588,26	GL-ext_tr	GL-ext_tr	18,7	11000,50
	m	175,55	53,80	264,38	GL-ext_fe	GL-ext_fe	7	1850,67
	h	338,85	104,33	580,74	GL-ext_fe	GL-ext_fe	7	4065,21
Kurzumtriebsplantage	t	3,67	-	3,67	KUP_tr	KUP_tr	20	73,32
	m	0,00	-	0,00	KUP_fe	KUP_fe	5	0,00
	-	1,10	-	1,10	KUP_tr	KUP_tr	20	22,05
Dauerkultur	t	58,31	3,86	65,28	GL-int	GL-int	34,4	2245,50
	m	2,51	0,00	2,73	GL-int	GL-int	34,4	93,91
	h	1,55	0,00	1,78	GL-int	GL-int	34,4	61,18
	-	17,10	0,00	17,77	GL-int	GL-int	34,4	611,32
Biotop ohne landw. Nutzung	t	10,86	-	10,86	Brache_tr	Brache_tr	18,7	203,09
	m	1,94	-	1,94	Brache_fe	Brache_fe	7	13,61
	h	7,35	-	7,35	Brache_na	Brache_na	1	7,35
	-	3,99	-	3,99	Brache_tr	Brache_tr	18,7	74,62
Grünland ohne landw. Nutzung	t	2,44	-	2,44	Brache_tr	Brache_tr	18,7	45,64
	m	1,81	-	1,81	Brache_fe	Brache_fe	7	12,69
	h	2,73	-	2,73	Brache_na	Brache_na	1	2,73
	-	0,77	-	0,77	Brache_tr	Brache_tr	18,7	14,43
Wald	t	112,30	67,74	244,47	Forst_tr	Forst_tr	20	4889,39
	m	18,94	28,82	88,84	Forst_fe	Forst_fe	5	444,21
	h	141,19	218,57	485,91	Bruch-/Moorwald	Bruch-/Moorwald	-1	-485,91
	-	873,21	648,94	3959,75	Forst_tr	Forst_tr	20	79094,94
Feuchtfläche	h	865,27	221,70	1303,74	Brache_na	Brache_na	1	1303,74
Gehölz	t	1,65	32,86	103,13	Brache_tr	Brache_tr	18,7	1928,62
	m	1,60	9,50	97,62	Brache_fe	Brache_fe	7	683,37
	h	1,28	29,28	582,69	Brache_na	Brache_na	1	582,69
	-	0,89	8,55	332,55	Brache_tr	Brache_tr	18,7	6218,76

Anhang 17 (Fortsetzung)

Tabelle 2: Landnutzung und CO₂-Emission auf Moor in Moorregion 2 in Abhängigkeit des Grundwasserstandes

Landnutzung	Grundwasser	Ausweisung/Kategorisierung			Summe ha	Nutzungstyp	Emissionstyp	CO ₂ -Äqu t/ha	Summe t CO ₂ -Äqu
		InVeKoS ha	LW-Bruttofläche ha	ATKIS ha					
Ackerfläche	t	1215,22	31,05	115,90	1362,16	Acker		38,3	52170,64
Grünland intensiv	t	2330,53	470,01	542,99	3343,53	GL-int		34,4	115017,30
Mittleres Grünland	t	2339,87	-	-	2339,87	GL-int		34,4	80491,53
	m	27,02	-	-	27,02	GL-int		34,4	929,60
Grünland extensiv	h	6,60	-	-	6,60	GL-int		34,4	227,19
	t	415,23	98,73	206,76	720,72	GL-ext_tr		18,7	13477,45
Kurzumtrieblanlage	m	64,80	67,64	93,23	225,67	GL-ext_fe		7	1579,69
	h	88,12	68,33	181,90	338,35	GL-ext_fe		7	2368,48
	t	8,85	-	-	8,85	KUP_tr		20	176,98
Dauerkultur	m	0,05	-	-	0,05	KUP_fe		5	0,26
	-	1,07	-	-	1,07	KUP_tr		20	21,47
	t	1,51	0,00	0,00	1,51	GL-int		34,4	52,11
Biotop ohne landw. Nutzung	m	0,03	0,00	0,00	0,03	GL-int		34,4	1,19
	h	0,01	0,00	0,00	0,01	GL-int		34,4	0,39
	-	0,26	0,00	0,00	0,26	GL-int		34,4	8,91
	t	3,72	-	-	3,72	Brache_tr		18,7	69,56
Grünland ohne landw. Nutzung	m	2,91	-	-	2,91	Brache_fe		7	20,34
	h	3,50	-	-	3,50	Brache_na		1	3,50
	-	1,81	-	-	1,81	Brache_tr		18,7	33,79
	t	1,97	-	-	1,97	Brache_tr		18,7	36,83
Wald	m	0,00	-	-	0,00	GL-ext_fe		7	0,00
	h	0,18	-	-	0,18	Brache_na		1	0,18
	-	3,52	-	-	3,52	Brache_tr		18,7	65,84
	t	24,72	18,65	15,71	59,08	Forst_tr		20	1181,67
Feuchtwald	m	1,49	13,12	1,73	16,34	Forst_fe		5	81,69
	h	9,24	33,71	6,77	49,72	Bruch-/Moorwald		-1	-49,72
	-	277,89	161,83	552,66	992,38	Forst_tr		20	19847,57
Gehölz	h	0,00	859,73	143,14	1002,87	Brache_na		1	1002,87
	t	0,56	20,53	27,45	48,54	Brache_tr		18,7	907,76
Gehölz	m	0,01	8,54	872,02	880,58	GL-ext_fe		7	6164,04
	h	0,39	8,27	816,57	825,23	Brache_na		1	825,23
	-	0,11	6,76	229,78	236,65	Brache_tr		18,7	4425,27

Anhang 18: Zuordnung einer Feuchtestufe zu den Kartiereinheiten der PNV

Vegetationsgesellschaft	0 = trocken 1 = feucht 2 = nass
Alpenheckenkirschen-Tannen-Buchenwald; örtlich Edellaubholz-Steinschutt-Hangwälder; in der Talsohle Grauerlen-Auenwald und Bergahorn-Eschen-Feuchtwald	1
Bergahorn-Eschen-Feuchtwald mit flussbegleitendem Grauerlen-Auenwald und Weidengebüschen	1
Eichen-Eschen-Hainbuchen-Feuchtwald im Wechsel mit Buchenwäldern basenreicher Standorte	1
Eichen-Eschen-Hainbuchen-Feuchtwald; örtlich Eschen-Erlen-Sumpfwald oder Walzenseggen-Erlenbruchwald	2
Eschen-Erlen-Sumpfwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Bergahorn-Eschen-Feuchtwald; örtlich Walzenseggen-Erlenbruchwald	2
Eschen-Erlen-Sumpfwald im Wechsel mit Bergahorn-Eschen-Feuchtwald, örtlich mit Stieleichen-Eschen-Ulmen-Auenwald	2
Eschen-Erlen-Sumpfwald; örtlich im Übergang zu und/oder Wechsel mit Walzenseggen-Erlenbruchwald	2
Eschen-Erlen-Sumpfwald; örtlich mit Übergängen zum Walzenseggen-Erlenbruchwald oder Eichen-Eschen-Hainbuchen-Feuchtwald	2
Hainsimsen-(Tannen-)Buchenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Waldmeister-(Tannen-)Buchenwald	0
Hainsimsen-Buchenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Waldmeister-Buchenwald (jeweils verbreitet Ausbildungen mit Frische- und Feuchtezeigern); örtlich Eichen-Eschen-Hainbuchen-Feuchtwald oder Eschen-Erlen-Sumpfwald; auch Übergänge zum Beerstrauch-T	1
Hainsimsen-Tannen-Buchenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Waldmeister-Tannen-Buchenwald	0
Hainsimsen-Tannen-Buchenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Waldmeister-Tannen-Buchenwald (jeweils Ausbildungen mit Frische- und Feuchtezeigern); örtlich Beerstrauch-Tannenwald und Rundblattlabkraut-Tannenwald	0
Hainsimsen-Tannen-Buchenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Waldmeister-Tannen-Buchenwald; örtlich Beerstrauch- oder Rundblattlabkraut-Tannenwald sowie Eschen-Erlen-Sumpfwald oder Schwarzerlen-Bruchwald	0
Röhrichte und Großseggenriede	2
Röhrichte, Grauweiden-Gebüsche und Eschen-Erlen-Sumpfwald, örtlich offene Wasserflächen mit Tauch- und Schwimmblattvegetation	2
Schwarzerlen-Bruchwälder im Übergang zu und/oder Wechsel mit Eschen-Erlen-Sumpfwald; örtlich mit Vegetation waldfreier Niedermoore	2
Stieleichen-Eschen-Ulmen-Auenwald, einschließlich Silberweiden-Auenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Eschen-Erlen-Sumpfwald; örtlich Strandling-Gesellschaften und Röhrichte	2
Typischer Hainsimsen-Tannen-Buchenwald und Waldschwingel-Hainsimsen-Tannen-Buchenwald im Wechsel; örtlich Ausbildungen mit Frische- und Feuchtezeigern; örtlich Beerstrauch-Tannenwald	1
Typischer Waldmeister-Buchenwald	0
Vegetation stark degraderter Moore	0
Vegetation teilweise waldfreier Hochmoore mit Anteilen an Moorwäldern sowie Niedermoorevegetation basenreicher, örtlich auch kalk-oligotropher Standorte	2

Anhang 18 (Fortsetzung)

Vegetationsgesellschaft	0 = trocken 1 = feucht 2 = nass
Waldgersten-Buchenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Waldmeister-Buchenwald	0
Waldgersten-Buchenwald; örtlich Waldmeister-Buchenwald, Seggen-Buchenwald, Edellaubholz-Steinschutt-Hangwälder oder Bergahorn-Eschen-Feuchtwald	1
Waldgersten-Tannen-Buchenwald, Waldmeister-Tannen-Buchenwald und Hainsimsen-Tannen-Buchenwald im Wechsel; örtlich mit Rundblatlabkraut-Tannenwald und Bergulmen-Bergahorn-Hangwald	0
Waldgersten-Tannen-Buchenwald; örtlich Waldmeister-Tannen-Buchenwald, Alpenheckenkirschen-Tannen-Buchenwald, Edellaubholz-Steinschutt-Hangwälder, Seggen-Buchenwald oder Bergahorn-Eschen-Feuchtwald	0
Waldmeister-Buchenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Hainsimsen-Buchenwald; örtlich Eichen-Eschen-Hainbuchen-Feuchtwald oder Eschen-Erlen-Sumpfwald	1
Waldmeister-Buchenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Hainsimsen-Buchenwald	1
Waldmeister-Buchenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Waldgersten-Buchenwald; örtlich Hainsimsen-Buchenwald	0
Waldmeister-Buchenwald im Wechsel mit Hainsimsen-Buchenwald, jeweils überwiegend Ausbildungen mit Frische- und Feuchtezeigern; örtlich Waldgersten-Buchenwald, Eichen-Eschen-Hainbuchen-Feuchtwald oder Eschen-Erlen-Sumpfwald	1
Waldmeister-Buchenwald, Ausbildungen mit Frische- und Feuchtezeigern; örtlich Eichen-Eschen-Hainbuchen-Feuchtwald	1
Waldmeister-Buchenwald; örtlich Hainsimsen-Buchenwald, Eichen-Eschen-Hainbuchen-Feuchtwald, Bergahorn-Eschen-Feuchtwald oder Eschen-Erlen-Sumpfwald	1
Waldmeister-Tannen-Buchenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Hainsimsen-Tannen-Buchenwald; örtlich Rundblatlabkraut- und Beerstrauch-Tannenwald, Eschen-Erlen-Sumpfwald oder Walzenseggen-Erlenbruchwald sowie Röhrichte und Großseggen-Gesellschaften	2
Waldmeister-Tannen-Buchenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Waldgersten-Tannen-Buchenwald; örtlich Hainsimsen-Tannen-Buchenwald	0
Waldmeister-Tannen-Buchenwald; örtlich Bergahorn-Eschen-Feuchtwald oder Eschen-Erlen-Sumpfwald	1
Walzenseggen-Erlenbruchwald und Eschen-Erlen-Sumpfwald im Wechsel	2

Anhang 19: Emission nach Landkreisen und Gemeinden

Auf Grund komplexer Geodatenverarbeitungsprozesse ist die zu den Gemeinden zugeordnete Summe der THG-Emission in der Aggregation etwas größer als die im Bericht aus den Einzelflächen der Flurstücke bilanzierte Gesamtemission.

Gemeindekennziffer	Gemeinde name	Landkreis	Gemeindefläche [ha]	THG-Emission [t/a]	THG-Emission aus landw. Flächen [t/a]
8135020	Herbrechtingen	Heidenheim	5864	0	0
8135027	Niederstotzingen	Heidenheim	2981	0	0
8135031	Sontheim a.d. Brenz	Heidenheim	2894	6509	6494
8327038	Neuhausen ob Eck	Tuttlingen	4627	193	192
8327057	Ermingen-Liptingen	Tuttlingen	5451	0	0
8335001	Aach	Konstanz	1066	737	722
8335002	Allensbach	Konstanz	2643	2056	1729
8335015	Büdingen am Hochrhein	Konstanz	762	0	0
8335021	Eigeltingen	Konstanz	5928	3385	3117
8335022	Engen	Konstanz	7054	235	235
8335025	Gaienhofen	Konstanz	1218	271	92
8335026	Gailingen	Konstanz	1317	75	73
8335028	Gottmadingen	Konstanz	2358	730	568
8335035	Hilzingen	Konstanz	5307	2429	1987
8335043	Konstanz	Konstanz	5418	2088	1519
8335055	Moos	Konstanz	1426	1238	1213
8335057	Mühlingen	Konstanz	3267	796	787
8335061	Öhringen	Konstanz	2811	156	56
8335063	Radolfzell am Bodensee	Konstanz	5832	6063	5651

Anhang 19 (Fortsetzung)

Gemeindekennziffer	Gemeindename	Landkreis	Gemeindefläche [ha]	THG-Emission [t/a]	THG-Emission aus landw. Flächen [t/a]
8335066	Reichenau	Konstanz	1244	30	8
8335075	Singen (Hohentwiel)	Konstanz	6173	8565	8142
8335077	Steißlingen	Konstanz	2452	10458	10045
8335079	Stockach	Konstanz	6971	3005	2830
8335080	Tengen	Konstanz	6204	22	10
8335081	Volkertshausen	Konstanz	515	2890	2707
8335096	Hohenfels	Konstanz	3053	6687	5781
8335097	Mühlhausen-Ehingen	Konstanz	1783	2979	2927
8335098	Bodman-Ludwigshafen	Konstanz	2818	1420	1314
8335099	Orsingen-Nenzingen	Konstanz	2226	1259	1120
8335100	Rielasingen-Worblingen	Konstanz	1860	3412	3340
8337060	Jestetten	Waldshut	2063	12	12
8337070	Lottstetten	Waldshut	1339	0	0
8415085	Zwiefalten	Reutlingen	4539	0	0
8421000	Ulm	Ulm	11872	0	0
8425011	Asselfingen	Alb-Donau-Kreis	1287	9594	9492
8425028	Dietersheim	Alb-Donau-Kreis	1877	106	32
8425033	Ehingen (Donau)	Alb-Donau-Kreis	17830	2693	2583
8425035	Emeringen	Alb-Donau-Kreis	751	0	0
8425036	Emerkingen	Alb-Donau-Kreis	742	0	0
8425039	Erbach	Alb-Donau-Kreis	6329	0	0
8425050	Griesingen	Alb-Donau-Kreis	817	0	0
8425052	Grundstheim	Alb-Donau-Kreis	370	125	117
8425055	Hausen am Bussen	Alb-Donau-Kreis	351	0	0
8425064	Hüttisheim	Alb-Donau-Kreis	1035	0	0
8425066	Illerrieden	Alb-Donau-Kreis	1820	0	0
8425072	Langenau	Alb-Donau-Kreis	7503	23536	23190
8425081	Munderkingen	Alb-Donau-Kreis	1309	0	0

Anhang 19 (Fortsetzung)

Gemeindekennziffer	Gemeindename	Landkreis	Gemeindefläche [ha]	THG-Emission [t/a]	THG-Emission aus landw. Flächen [t/a]
8425088	Oberdisingen	Alb-Donau-Kreis	882	0	0
8425090	Obermarchtal	Alb-Donau-Kreis	2651	0	0
8425091	Oberstadion	Alb-Donau-Kreis	1581	45	17
8425093	Öpfingen	Alb-Donau-Kreis	887	0	0
8425097	Rammingen	Alb-Donau-Kreis	1405	9889	9855
8425104	Rottenacker	Alb-Donau-Kreis	1030	0	0
8425110	Schnürpflingen	Alb-Donau-Kreis	1073	0	0
8425123	Untermarchtal	Alb-Donau-Kreis	561	0	0
8425124	Unterstadion	Alb-Donau-Kreis	882	0	0
8425125	Unterwachingen	Alb-Donau-Kreis	258	0	0
8425137	Illerkirchberg	Alb-Donau-Kreis	1149	0	0
8425138	Staig	Alb-Donau-Kreis	1773	0	0
8425140	Balzheim	Alb-Donau-Kreis	1758	263	262
8426001	Achstetten	Biberach	2335	1212	1205
8426005	Alleshäuser	Biberach	1132	4704	4478
8426006	Allmannsweiler	Biberach	411	0	0
8426008	Altheim	Biberach	2373	1287	1285
8426011	Attenweiler	Biberach	2720	733	732
8426013	Bad Buchau	Biberach	2376	21042	19574
8426014	Bad Schussenried	Biberach	5501	27538	23849
8426019	Berkheim	Biberach	2502	113	107
8426020	Betzenweiler	Biberach	970	3234	3187
8426021	Biberach a.d. Riss	Biberach	7227	1450	1045
8426028	Burgrieden	Biberach	2187	0	0
8426031	Dettingen a.d. Iller	Biberach	1114	0	0
8426035	Dürmentingen	Biberach	2411	552	507
8426036	Dürnau	Biberach	727	1100	1090
8426038	Eberhardzell	Biberach	5974	3100	2821

Anhang 19 (Fortsetzung)

Gemeindekennziffer	Gemeindename	Landkreis	Gemeindefläche [ha]	THG-Emission [t/a]	THG-Emission aus landw. Flächen [t/a]
8426043	Erlenmoos	Biberach	2422	93	85
8426044	Erolzheim	Biberach	2635	587	587
8426045	Ertingen	Biberach	3764	1011	907
8426058	Hochdorf	Biberach	2380	9174	8991
8426062	Ingoldingen	Biberach	4418	10823	9987
8426064	Kanzach	Biberach	1114	4228	4066
8426065	Kirchberg a.d. Iller	Biberach	1865	173	173
8426066	Kirchdorf a.d. Iller	Biberach	2282	204	204
8426067	Langenenslingen	Biberach	8830	189	188
8426070	Laupheim	Biberach	6181	4741	4082
8426071	Maselheim	Biberach	4698	7830	7325
8426073	Mietingen	Biberach	2634	4746	3648
8426074	Mittelbiberach	Biberach	2369	1888	781
8426078	Moosburg	Biberach	185	1641	1638
8426087	Ochsenhausen	Biberach	5993	534	310
8426090	Oggelshausen	Biberach	1311	6473	6147
8426097	Riedlingen	Biberach	6512	578	569
8426100	Rot a.d. Rot	Biberach	6344	544	537
8426108	Schwendi	Biberach	4924	386	352
8426109	Seekirch	Biberach	574	2558	2502
8426113	Steinhausen a.d. Rot	Biberach	2987	122	93
8426117	Tannheim	Biberach	2770	0	0
8426118	Tiefenbach	Biberach	694	309	195
8426120	Ummendorf	Biberach	2061	1433	1255
8426121	Unlingen	Biberach	2683	551	550
8426124	Uttenweiler	Biberach	4983	2141	2023
8426125	Wain	Biberach	2014	245	245
8426128	Warthausen	Biberach	2574	2042	1693

Anhang 19 (Fortsetzung)

Gemeindekennziffer	Gemeindename	Landkreis	Gemeindefläche [ha]	THG-Emission [t/a]	THG-Emission aus landw. Flächen [t/a]
8426134	<u>Schemmerhofen</u>	Biberach	5021	11715	11101
8426135	<u>Gutzell-Hürbel</u>	Biberach	3783	619	428
8435005	<u>Bermatingen</u>	Bodenseekreis	1545	736	728
8435010	<u>Daisendorf</u>	Bodenseekreis	244	245	234
8435013	<u>Eriskirch</u>	Bodenseekreis	1456	227	185
8435015	<u>Frickingen</u>	Bodenseekreis	2643	5655	5613
8435016	<u>Friedrichshafen</u>	Bodenseekreis	6998	2190	2034
8435018	<u>Hagnau am Bodensee</u>	Bodenseekreis	292	13	12
8435020	<u>Heiligenberg</u>	Bodenseekreis	4077	1388	1219
8435024	<u>Immenstaad</u>	Bodenseekreis	928	6	6
8435029	<u>Kressbronn am Bodensee</u>	Bodenseekreis	2033	906	844
8435030	<u>Langenargen</u>	Bodenseekreis	1524	0	0
8435034	<u>Markdorf</u>	Bodenseekreis	4093	2502	2494
8435035	<u>Meckenbeuren</u>	Bodenseekreis	3187	945	928
8435036	<u>Meersburg</u>	Bodenseekreis	1205	1394	1366
8435042	<u>Neukirch</u>	Bodenseekreis	2661	8135	7851
8435045	<u>Oberteuringen</u>	Bodenseekreis	2014	759	713
8435047	<u>Owingen</u>	Bodenseekreis	3672	420	385
8435052	<u>Salem</u>	Bodenseekreis	6275	3143	2883
8435053	<u>Sipplingen</u>	Bodenseekreis	428	0	0
8435054	<u>Stetten</u>	Bodenseekreis	429	179	179
8435057	<u>Tettngang</u>	Bodenseekreis	7123	5586	5014
8435059	<u>Überlingen</u>	Bodenseekreis	5869	4437	4178
8435066	<u>Uhdlingen-Mühlhofen</u>	Bodenseekreis	1565	386	362
8435067	<u>Deggenhausertal</u>	Bodenseekreis	6214	103	101
8436001	<u>Achberg</u>	Ravensburg	1290	2040	2008
8436003	<u>Aichstetten</u>	Ravensburg	3379	12	12
8436004	<u>Aitrach</u>	Ravensburg	3019	63	27

Anhang 19 (Fortsetzung)

Gemeindekennziffer	Gemeindename	Landkreis	Gemeindefläche [ha]	THG-Emission [t/a]	THG-Emission aus landw. Flächen [t/a]
8436005	Altshausen	Ravensburg	2049	15377	12630
8436006	Amtzell	Ravensburg	3059	3483	3305
8436008	Aulendorf	Ravensburg	5233	19803	11825
8436009	Bad-Waldsee	Ravensburg	10854	28500	22177
8436010	Bad-Wurzach	Ravensburg	18225	23224	16570
8436011	Baienfurt	Ravensburg	1605	442	301
8436012	Baiert	Ravensburg	2309	223	203
8436013	Berg	Ravensburg	2843	2306	2213
8436014	Bergatreute	Ravensburg	2317	3745	3251
8436018	Bodnegg	Ravensburg	2456	7651	7511
8436019	Boms	Ravensburg	955	4099	3331
8436024	Ebenweiler	Ravensburg	1016	5120	4441
8436027	Eichstegen	Ravensburg	1419	5280	4879
8436032	Fleischwangen	Ravensburg	580	3149	3068
8436039	Grünkraut	Ravensburg	1713	3166	3064
8436040	Guggenhausen	Ravensburg	830	4548	4356
8436047	Hofkirch	Ravensburg	1587	4673	4367
8436049	Isny-im-Allgäu	Ravensburg	8540	15505	11709
8436052	Kießlegg	Ravensburg	9246	48771	39871
8436053	Königsegwald	Ravensburg	687	1754	1747
8436055	Leutkirch-Allg.	Ravensburg	17500	18132	12751
8436064	Ravensburg	Ravensburg	9207	2308	2187
8436067	Riedhausen	Ravensburg	840	8769	8575
8436069	Schlier	Ravensburg	3256	9010	7535
8436077	Unterswaldhausen	Ravensburg	413	363	349
8436078	Vogt	Ravensburg	2229	5882	5566
8436079	Waldburg	Ravensburg	2277	3119	2816
8436081	Wangen-im-Allgäu	Ravensburg	10138	14159	12936

Anhang 19 (Fortsetzung)

Gemeindekennziffer	Gemeindename	Landkreis	Gemeindefläche [ha]	THG-Emission [t/a]	THG-Emission aus landw. Flächen [t/a]
8436082	Weingarten	Ravensburg	1215	0	0
8436083	Wilhelmsdorf	Ravensburg	3807	24040	20677
8436085	Wolfegg	Ravensburg	3951	7663	6275
8436087	Wolpertswende	Ravensburg	2634	5666	4874
8436093	Ebersbach-Musbach	Ravensburg	2677	11452	10419
8436094	Argenbühl	Ravensburg	7649	12224	8751
8436095	Horgenzell	Ravensburg	5614	964	911
8436096	Fronreute	Ravensburg	4611	18732	17656
8437008	Bingen	Sigmaringen	3697	0	0
8437044	Herbertingen	Sigmaringen	3864	7119	6985
8437053	Hohentengen	Sigmaringen	3662	8201	7920
8437056	Illmensee	Sigmaringen	2494	3428	3117
8437059	Inzigkofen	Sigmaringen	2875	0	0
8437065	Krauchenwies	Sigmaringen	4468	6348	6301
8437072	Leibertingen	Sigmaringen	4723	0	0
8437076	Mengen	Sigmaringen	4979	3936	3812
8437078	Meßkirch	Sigmaringen	7618	1773	1516
8437086	Ostrach	Sigmaringen	10880	36206	31416
8437088	Pfullendorf	Sigmaringen	9053	15467	14136
8437100	Bad Saulgau	Sigmaringen	9739	15407	14849
8437101	Scheer	Sigmaringen	1875	93	93
8437104	Sigmaringen	Sigmaringen	9283	0	0
8437105	Sigmaringendorf	Sigmaringen	1245	0	0
8437118	Wald	Sigmaringen	4387	9094	6778
8437123	Sauldorf	Sigmaringen	4970	1982	1492
8437124	Herdwangen-Schönach	Sigmaringen	3650	2489	1962

Anhang 19 (Fortsetzung)

Gemeindekennziffer	Gemeindename	Landkreis	Gemeindefläche [ha]	THG-Emission [t/a]	THG-Emission aus landw. Flächen [t/a]
Summe nach Landkreisen:					
	Heidenheim		6509	6494	
	Tuttlingen		193	192	
	Konstanz		60986	55973	
	Waldshut		12	12	
	Alb-Donau-Kreis		46250	45547	
	Biberach		143645	130543	
	Bodenseekreis		39356	37331	
	Ravensburg		345419	285145	
	Sigmaringen		111542	100376	
Summe gesamt:					
			753911	661613	

Anhang 20: Beschreibung der Schwerpunktgebiete

Beschreibung der Schwerpunktgebiete

Autor: Dr. Ingo Holz

1 Übersicht

An dieser Stelle werden repräsentative Mooregebiete (sog. Schwerpunktgebiete) des Moorkatasters exemplarisch dargestellt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die ausgewählten Mooregebiete. In jeder Moorregion wurde mindestens ein Schwerpunktgebiet näher betrachtet. Ein besonderes Augenmerk liegt auf Moorregion 2.

Für die Schwerpunktgebiete wurden die vorliegenden Informationen (Luftbilder, Pflegepläne, Diplomarbeiten, etc.) zusammengetragen und durch selektive Geländeerhebungen ergänzt. Ziel ist es den aktuellen Zustand der dargestellten Moore zu dokumentieren.

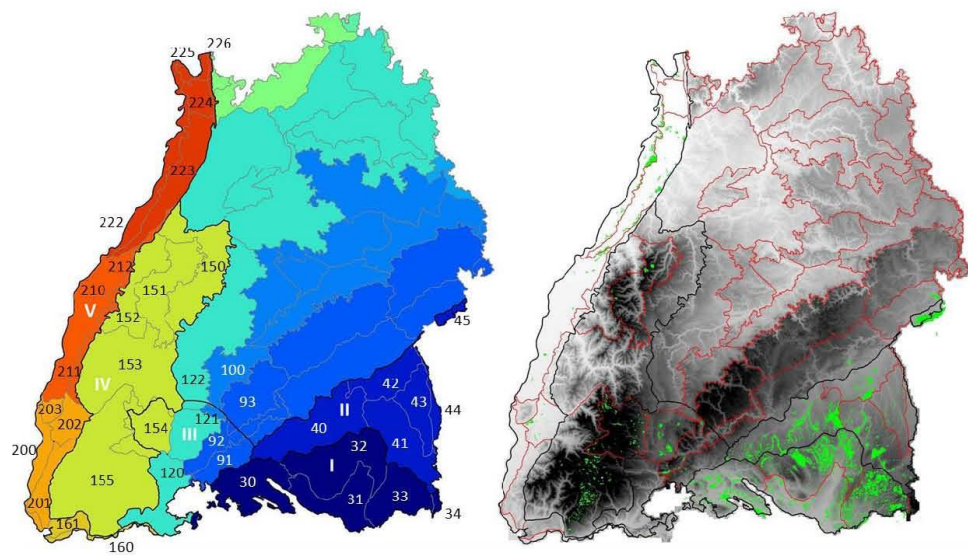


Abbildung 1. Links: Die Moorregionen Baden-Württembergs abgeleitet auf Grundlage der Naturräumlichen Gliederung. Graue Linien, farbige Flächen und arabische Ziffern - Naturräumliche Gliederung von Baden-Württemberg. Schwarze Linien und römische Ziffern - Moorregionen von Baden-Württemberg: I: Vor-alpines Hügel- und Moorland, II: Donau-Iller-Lech-Platte, III: Donauquellen-Baar-Hegau-Alb, IV: Schwarzwald, V: Ober- und Hochrhein. Rechts: Verteilung der Moore auf die Naturräumlichen Haupteinheiten und Moorregionen.

Anhang 20 (Fortsetzung)

Die Erfassung und Darstellung von Schwerpunktgebiet liefert Inputdaten für die ökonomisch-ökologische Modellierung, Grundlagen für den „Ground-Truth Check“ bei der Methodenentwicklung der Moorausprache durch Fernerkundung und für eine naturschutzfachliche Bewertung der Moore.

Tabelle 1. Übersicht über die Schwerpunktmooere

Nr	Gebiet	Moorkataster BW						Anmerkung	
		Moor-region	Moor-karte	Fläche [ha]	HM [%]	NM [%]	AM [%]		NSG [%]
1	Pfrunger-Burgweiler Ried	MR1	L8122	2488.0	13.1	83.4	3.5	27.5	
2	Federseemoor	MR2	L7922/24	3501.8		95.6	4.4	61.2	
3	Wurzacher Ried	MR2	L8124	1679.0	59.9	36.3	3.8	96.7	
4	Äpfinger Ried	MR2	L7924	945.7		79.9	17.3	0.0	und 3 kleine Anmoore
5	Osterried	MR2	L7924	176.1		89.6	9.6	66.7	und kleines Moor mit Anmoor
6	Schwenninger Moor	MR3	L7916	123.2		70.3	29.6	64.1	mit Kugelmoos
7	Wildseemoor	MR4	L7316	186.8	36.1	63.9		89.0	
8	Graben-Neudorf	MR5	L6916	882.1		22.1	12.3	34.0	

MR1: Voralpines Hügel- und Moorland, MR2: Donau-Iller-Lech-Platte, MR3: Donauquellen-Baar-Hegau-Alb
MR4: Schwarzwald, MR5: Ober- und Hochrhein
HM: Hochmoor, NM: Niedermoore, AM: Anmoore, NSG: Naturschutzgebiet

2 Das Pfrunger-Burgweiler Ried (Moorregion I)

Moorgebiete im Moorkataster: Pfrunger Ried
Moorkarte: L8122

Naturschutzgebiete:

Kennung	NSG_Name
4.028	Pfrunger-Burgweiler Ried
4.069	Überwachsener See
4.090	Laubbachmühle
4.258	Mühlebach

Wichtige Literatur:

Bertsch (1935), Zillenbiller (1954), Görs (1961), Göttlich (1965-1980): L8122 (1967), Zier (1985), Wagner & Wagner (1996), Romer & Schall (2004), Kapfer (2005)

Literaturlisten:

http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/4/4028.htm
http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/4/4069.htm
http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/4/4090.htm
http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/4/4258.htm

Etwa 23 km vom Bodensee entfernt, noch im Bereich der älteren Jungmoräne, liegt in einer vom Rheintalglotcher ausgehobelten Mulde zwischen Ostrach und Wilhelmsdorf das Pfrunger-Burgweiler Ried. Der etwa 2600 ha große Moorkomplex aus mehreren entwicklungs-geschichtlich-hydrologisch eigenständigen Teilmooren ist nach dem Federseeried, das zweitgrößte Moorgebiet Südwestdeutschlands. Es ist etwa 10 km lang und 3,5 km breit. Im Süden wird es durch die innere Jung-Endmoräne begrenzt, die hier das Tal der Rotach abriegelt und eine Entwässerung des Beckens nach Süden verhindert. Die Sohle des Moores befindet sich etwa 610 m üNN, die höchsten Erhebungen der Randhöhen 700-725 m üNN. Durch die Ostrach wird die Mulde nach Nordwesten entwässert.

Anhang 20 (Fortsetzung)

Die tertiäre Molasse ist im Talbereich von ca. 75 m mächtigen, eiszeitlichen Schottern überlagert. Darüber wurden am Ende der letzten Eiszeit Süßwassertone abgelagert, so dass im Norden des Gebietes ein durch die Äußere Würm-Endmoräne aufgestauter See entstand. Durch Verlandung des Sees bildeten sich bis zu 5 m mächtige Seekreide- und Kalkmuddeschichten, denen Leber- und Torfmudden als limnische Torfbildungen folgten. Das bewegte Untergrundrelief mit mehreren Vertiefungen deutet auf weitere ehemalige Seen im Süden des Gebietes hin. Die Verlandung begann in den Bereichen des ehemaligen Sees ca. 2000 v. Chr., in den nicht von Wasser bedeckten Gebieten schon wesentlich früher. Es bildeten sich mehrere Meter mächtige Niedermoortorfe, die durch fortschreitende Versumpfung teilweise mit den randlichen Quell- und Hangmooren zusammenwuchsen. Das Gebiet des sogenannten „Überwachsenen Sees“ verlandete erst Ende des 19. Jahrhunderts.

Über den Niedermoortorfen hat sich im zentralen Teil eine flache Hochmoordecke gebildet. Im ehemals württembergischen Teil wurde sie weitgehend abgebaut, im ehemals badischen Teil ("Große Trauben") blieb sie erhalten und ist sogar heute noch im Wachstum begriffen.

Der "Große Trauben" ist ein schwach aufgewölbttes Bergkiefern-Moor mit einer Hochmoortorfschicht von nur geringer Mächtigkeit. In seinem Zentrum stockt ein aufgelockerter Spirkenwald (Spirke: Baumförmige Bergkiefer, *Pinus mugo* ssp. *rotundata*), Schlenken, Torfbulte und Wald wechseln sich miteinander ab. Im Spirkenwald finden sich Pflanzenarten, die den Einfluss von Mineralbodenwasser anzeigen - sogenannte "Niedermoorenfenster". Vor allem das Auftreten von *Phragmites communis* im zentralen Bereich der Hochmoordecke deutet auf den Einfluss von Mineralbodenwasser hin. Die Anwesenheit der Mineralbodenwasserzeiger kann nur damit erklärt werden, dass der von SO nach NW streichende Grundwasserstrom hier die obersten Partien des Moores beeinflusst.

Im "Kleinen Trauben" ist die natürliche Hochmoorvegetation durch den Torfabbau zerstört. Im Wechsel mit Torfstichseen stocken hier großflächige Moorbirkenwälder. Abhängig von der Wassertiefe wachsen in den Seen Laichkraut- oder Seerosengesellschaften. Die Bruchwälder haben sich je nach Nährstoff-Angebot ganz unterschiedlich ausgeprägt: Auf nährstoffreichen Flachmoortorfen trifft man Weiden-Birkenbruch an, auf nährstoffarmen Zwischenmoortorfen und entwässerten Hochmoortorfen stockt ein Birken-Kiefern-Bruch. In Randbereichen ist auch Fichte beigemischt. Das Kopfbinsenmoos konnte sich in diesem Gebiet nur noch an wenigen Stellen halten, in quelligen Bereichen oder in der Nähe kleiner Bäche.

An Stellen niedriger Seetonbedeckung, die unter dem Druck artesisch angespannten Grundwassers stehen, und im Bereich von Hangwasserströmen bildeten sich in einigen Gebieten Zwischenmoore. Im Randbereich des Moorgebietes entwickelten sich an den unteren Hangbereichen der Talflanken Quellmoore (z.B. Laubbachmühle).

Der maschinelle Torfabbau durch die Torfwerke Ostrach und Pfrungenried in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts zerstörten im Schnöden ("Baggersee") und vor allem im "Kleinen Trauben" größere Moorbereiche. 1928 kam jedoch der Torfabbau vorerst wieder zum Erliegen. Erst 1939 wurde dann im Schnöden wieder begonnen, Torf abzubauen und nach dem Zweiten Weltkrieg wurde im württembergischen Teil des Gebietes wieder im größeren Maßstab Torf abgebaut. Der wertvollste Teil des Hochmoores, der "Große Trauben", blieb als großer Privatbesitz aus jagdlichen Gründen vom Torfabbau verschont. Die in den zwanziger Jahren abgebauten Bereiche des "Kleinen Trauben" wurden 1939 und 1941 vom Schwäbischen Heimatbund erworben und blieben seither sich selbst überlassen, so dass sich das Moor dort teilweise wieder regenerieren konnte.

Das Pfrunger Ried diente auch intensiven Untersuchungen zur Nutzung von Moorstandorten. Während noch in den 1960er Jahren zentrale Bereiche des Rieds zu kulturtechnischen Forschungszwecken entwässert und umgebrochen wurden (Göttlich 1977), wurden in den

Anhang 20 (Fortsetzung)

1980er Jahren bereits Versuche zur Extensivierung von Intensivgrünland und zu Sukzessionsfragen durchgeführt (Briemle 1980, Kapfer 1988).

Gerade in den Jahrzehnten nach 1950 erfuhr das Moorgebiet durch großangelegte Melorationen gravierende Veränderungen. 1953 wurde die „Arbeitsgemeinschaft für die Förderung der Erschließung des Pfrunger Riedes“ gegründet, auf deren Gründungsversammlung mehr als 200 Landwirte erschienen waren (Zillenbiller 1954). Zier (1985) berichtet über eine Notiz aus dem Südkurier vom 13. Januar 1956, in der großangelegte Kultivierungsmaßnahmen im Pfrunger Ried mit einem geschätzten Mittelaufwand von 4 Millionen DM bekanntgegeben wurden. Nach Zier (1985) wurden noch Mitte der 1980er Jahre 2000 ha Moorboden (75% der gesamten Moorfläche) zur Grünfuttergewinnung genutzt. Die Bewirtschaftung findet dabei auch heute fast ausschließlich in Form von Wiesennutzung mit Mehrfachschnitt statt (Romer & Schall 2004). In diesem Wirtschaftsgrünland ist eine eutrophe, intensivgenutzte Variante der Fuchsschwanz-Glatthaferwiese die typische Wiesengemeinschaft. Von der ursprünglich weiter verbreiteten Kohldistelwiese findet sich auf Grund intensiver Entwässerung und Düngung nur noch fragmentarische Restbestände.

Tiefgreifende Entwässerungsmaßnahmen und die Umstellung der landwirtschaftlichen Produktionsweisen haben dazu geführt, dass intensivste Nutzungen bis in den Kern des Pfrunger-Burgweiler Riedes vorgedrungen sind. Intensive Futterproduktion mit Entwässerung und Gülledung wechselt auf engstem Raum mit Flächen, an denen keinerlei Nutzungsinteresse besteht. Auf Grund der zahlreichen Interessenskonflikte wurde bereits 1991 von der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Tübingen ein Pflege- und Entwicklungsplan in Auftrag gegeben und veröffentlicht (Wagner & Wagner 1993, 1996).

Im Jahre 2002 wurde das Pfrunger-Burgweiler Ried in das Förderprogramm des Bundes zur Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung (Naturschutzgroßprojekte des Bundes) aufgenommen. In einem auf 10 Jahre angelegten Förderzeitraum wurde das Moorgebiet durch umfassende Maßnahmen renaturiert und nachhaltig gesichert. Als Grundlage hierfür wurde ein Pflege- und Entwicklungsplan erstellt (Kapfer 2005). Abb. 2 zeigt die Kartierung der Nutzungs- und Biotopstruktur aus Kapfer (2005).

Beim „Naturschutzgroßprojekt Pfrunger-Burgweiler Ried“ handelt es sich um ein definiertes Moorschutz-Projekt dessen Hauptziele (1) die Unterbindung moorabbauender Prozesse, (2) die Wiederherstellung der ursprünglichen Wasserströme, (3) die Regeneration torfbildender, hydrologisch-trophisch ungestörter Moor-Ökosysteme und (4) die Erhaltung und Entwicklung der moortypischen Faunen und Florenelemente und ihrer Lebensgemeinschaften sind (Kapfer, 2005). Für die 642 ha große Regenerationszone gilt das Leitbild „Naturnahes Moor“, innerhalb einer 472 ha großen Stabilisierungszone gilt das Leitbild „Bedingt naturnahes Moor“ und für die 357 ha große Extensivierungszone gilt das Leitbild „Kulturbetontes Moor“.

Anhang 20 (Fortsetzung)

Tabelle 3. Gesamtfläche und Flächenanteile der in Abb. 2 dargestellten Nutzungs- und Biotoptypen im Projektgebiet des Naturschutzprojektes „Pfrunger-Burgweiler Ried“ (aus: Kapfer 2005).

Biotoptyp	Fläche (%)
Gesamtfläche:	2940 ha
Fließgewässer (Bach, Graben)	0,57
Anthropogenes Stillgewässer im Moor (insb. Torfstich)	2,29
Natürliches Hochmoor	2,33
Natürliches Übergangs- oder Zwischenmoor	0,33
Heidestadium eines Moors	6,79
Kleinseggen-Ried basenarmer Standorte	0,10
Waldsimsen-Sumpf	0,65
Pfeifengras-Streuwiese (einschließlich Brachestadium)	0,24
Nasswiese (inkl. Nasswiesenbrache)	4,55
Fettwiese mittlerer Standorte	47,01
Tauch- oder Schwimmblattvegetation der Stillgewässer	0,08
Röhricht	0,55
Schneiden-Ried	0,01
Sumpfseggen-Ried	0,11
Sonstiges Großseggen-Ried	0,88
Saumvegetation, Dominanzbestände, Hochstauden- und Schlagfluren, Ruderalvegetation	1,06
Dominanzbestand (Brennnessel/ Neophyten)	0,02
Hochstaudenflur quelliger oder sumpfiger Standorte	0,26
Äcker, Sonderkulturen und Feldgärten	10,17
Feldgehölze und Feldhecken	0,57
Gebüsch mittlerer Standorte	0,01
Gebüsch feuchter Standorte	0,37
Allee oder Baumreihe	0,03
Moorkiefern-Moorwald	2,72
Waldkiefern-Moorwald	1,83
Rauschbeeren-Fichten-Moorrandwald	2,43
Schwarzerlen-Bruchwald	0,07
Birken-Bruchwald	2,62
Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Wald	0,28
Laubbaum-Bestand (Laubbaumanteil über 90%)	2,63
Nadelbaum-Bestand (Nadelbaumanteil über 90%)	5,98
Biotoptypen der Siedlungs- und Infrastrukturflächen	0,56
Straße, Weg oder Platz	1,86

Anhang 20 (Fortsetzung)

3 Das Federseemoor (Moorregion II)

Moorgebiete im Moorkataster:

Federseemoor
 Federseemoore, suedoestl. Teil Steinhauser Ried
 und Steinhauser Weiher
 Moore und Anmoore bei Detingen

Moorkarte:

L7922 + L7924

Naturschutzgebiete:

Kennung	NSG_Name
4.019	Federsee
4.026	Riedschachen
4.036	Wildes Ried
4.240	Südliches Federseeried
4.294	Westliches Federseeried/Seelenhofer Ried
4.301	Nördliches Federseeried

Wichtige Literatur:

Schoenichen (1923), Gradmann, R. (1923a, 1923b) Paul (1923), Zimmermann (1961), Kuhn (1961), Göttlich (1962), Göttlich (1965-80): L7922 (1965, 2. Aufl.: 1969) und L7924 (1972), Günzl (1989), Grüttner & Warnecke-Grüttner (1996), Biewer & Poschlod (1997), ILN Singen (1999), Günzl (2007)

Literaturlisten:

http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/4/4019.htm
http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/4/4026.htm
http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/4/4036.htm
http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/4/4240.htm
http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/4/4294.htm

Im Pleistozän, vor allem während der Risseiszeit, wurde das heutige Becken des Federsees aus den Molasseschichten des Alpenvorlandes „herausgehobelt“. Beim Rückzug der Gletscher wurde das Becken mit Sedimenten nahezu aufgefüllt und es entstand ein nach Süden entwässerndes Tal. Die große Endmoräne des Würmeiszeit-Hauptvorstoßes riegelte das Federseegebiet dann nach Süden ab, so dass ein geschlossenes Becken entstand. In diesem Becken bildete sich während der Würmeiszeit ein im Maximum 42 km² großer See, der im Wesentlichen vom Schmelzwasser des Gletschers gespeist wurde.

Nach der Würmeiszeit nahm der Federsee eine Fläche von rund 30 km² ein. Im Laufe der Nacheiszeit verlandete er auf natürliche Weise – die Seefläche nahm ab, rings herum entwickelte sich langsam ein Moor. Bis zur Neuzeit war der See auf eine Fläche von 10,8 km² geschrumpft. Um neues Land auf ehemaligem Seeboden zu gewinnen wurde der See durch die Vertiefung der Kanzach 1787/88 und 1808/1809 gefüllt. Durch die beiden Seefüllungen wurde der Seespiegel um insgesamt 1,9 m gesenkt und seine Fläche auf 2,8 km² verkleinert. Bis 1953 verkleinerte sich der See, wohl vor allem durch Bewegung der vom Wasserentlasteten Seemudden auf eine Fläche von 1,4 km².

Das neu gewonnene Land blieb wegen des geringen Gefälles zum See naß und war zunächst kaum begehbar. Im inneren des Riedes war lediglich Streunutzung möglich. Durch den Ausfall der temperatenausgleichenden Wirkung des Wasserkörpers des vorherigen großen Sees verschlechterte sich das Klima im gesamten Seebecken. Für Bad Buchau liegt das Jahresmittel der Temperatur bei etwa 7,1°C, das Mittel der jährlichen Niederschläge bei etwas weniger als 800 mm. Da sich im Federseeried die Kaltluft der Umgebung sammelt und die Röhrichtvegetation mit ihrer großen Oberfläche ein effektiver Kaltluftproduzent ist, ist im inneren des Riedes kein Monat sicher frostfrei. Während der Würmeiszeit wurden in das Federseebecken glaziale Bändertone sedimentiert. Mit Beginn der Nacheiszeit führte das zunehmende Phytoplankton des Sees durch den Entzug von

Anhang 20 (Fortsetzung)

Kohlendioxid zur Ausfällung von Seekreiden (Kalkmudde) aus dem kalkreichen Wasser. Die stärker werdende biologische Produktion führte schließlich zu sauerstoffarmen Verhältnissen am Seeboden und damit zu einer gehemmten Zersetzung der organischer Substanzen. Es lagerten sich s.g. Lebermudden am Boden des Sees ab.

Vom Rand des Sees drang Röhrichtvegetation vor, aus deren unvollkommen zersetzten Resten die ersten Riedtorfe entstanden. Sobald der Untergrund bis etwa in die Höhe des mittleren Wasserspiegels emporgewachsen war, wurden die Röhrichte von Niedermoorvegetation (Großseggen und Braunmoose) abgelöst. Das weitere Wachstum des Moore führte schließlich zur Übergangs- und Hochmoorbildung. Es entstand ein mooreigener Grundwasserspiegel, der vorwiegend von Regenwasser gespeist wurde. In dem entstandenen sauren und nährstoffarmen Milieu gewannen Spezialisten (*Scheuchzeria palustris*, *Sphagnum cuspidatum*, *Sph. magellanicum*, *Eriophorum vaginatum*) die Oberhand.

Zur Hochmoorbildung kam es nur im südlichen Federseeried, das früh verlandete und wo aufgrund der morphologischen Verhältnisse eine ausreichend große Moorfläche entstand, in deren Zentrum es zu einer entsprechenden Nährstoffverarmung kommen konnte. In den Randbereichen des Federseebeckens entstanden auch Hangquellmoore mit Kalksintervorkommen und topogene Vesumpfungsmoore.

Andere Verhältnisse findet man in dem Teil des Federseebeckens, der erst vor etwa 200 Jahren durch die Seefällungen landfest wurde. Hier liegen die Riedtorfe ohne Übergang direkt auf den Seemudden. Es handelt sich um einen ca. 40 cm mächtigen Horizont aus grobem, wenig zersetztem Material und Schilf- bzw. Seggenrhizomen.

Entwicklungsgeschichtlich läßt sich das Federseebecken also grob in 3 Abschnitte gliedern:

- Die älteren Verlandungsmoorbereiche, zu denen das Südliche Federseeried, aber auch die Randbereiche im Norden und Westen zählen.
- Das Verlandungs-Regenmoor des Steinhauser Riedes.
- Das sehr junge Verlandungsmoor des zentralen Beckens, das im NSG Federsee mit Ausnahme der Randbereiche dominiert.

Das Federseegebiet wurde durch zahlreiche Eingriffe des Menschen verändert. Bereits 1470 legte das Kloster Schussenried den längst verschwundenen Steinhauser Weiher an. Nach dem 1764 die ersten Entwässerungsgräben angelegt worden waren setzte auch die Torfnutzung im Gebiet ein. 1858 entstand im Hochmoor des südlichen Federseerieds (Wildes Ried/Steinhauser Ried) eine staatliche Torfmeisterei. Jeweils nach den beiden Weltkriegen erreichte die Torfnutzung aufgrund des Brennstoffmangels ihren Höhepunkt. Der großmaßstäbliche Torfabbau endete am Federsee in den 1960er Jahren. Heute finden sich im südlichen Federseeried nur noch kleine Reste des ehemaligen Hochmoores. Diese Reste sind haben einen stark gestörten Wasserhaushalt und ihre Oberfläche ist durch Torfsackung und -zersetzung um bis zu 3m verringert. Sichtbare Zeichen der menschlichen Torfnutzung sind auch die Torfabsatzbecken, in denen der Badetorf mit dem Fernziel einer Wiederverwendung, abgelagert wurde.

Vegetation des Federseemoores

Der See ist vollständig von einem Schilfröhricht-Gürtel (*Phragmitetum*) umgeben, dessen Breite von 30 m bis ca. 400 m wechselt. Es finden sich aber davon abgetrennte Schilfflecken im seefernen Ried. Im direkten Kontakt dazu stehen fast überall Großseggenengesellschaften. Dabei handelt es sich in Seenähe größtenteils um bultiges, relativ artenarmes Wunderseggenried (*Caricetum appropinquatae*) oder um die nahverwandte, aber hochstauden- und schachtelhalmreiche Teichschachtelhalm-Großseggen-Gesellschaft (*Equisetum fluviatile*-Magnocaricion-Gesellschaft).

Die Übergangsmoor-Gesellschaften (Scheuchzerietalia), charakterisiert durch geringe Bultigkeit der Seggen und hohe Moosdeckung - oft handelt es sich um Torfmoose -, stehen in der

Anhang 20 (Fortsetzung)

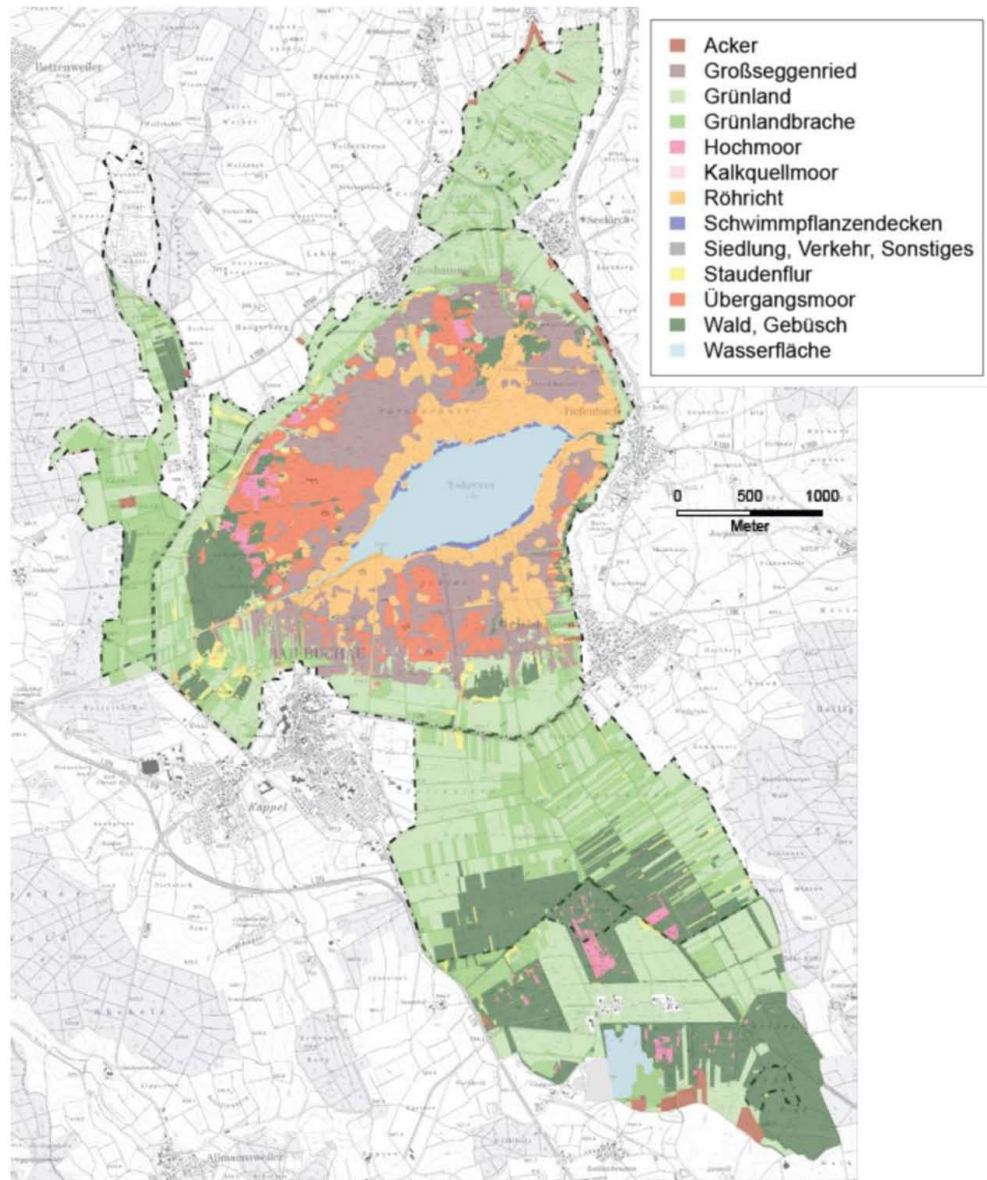


Abbildung 3. Biotoptypenstruktur des Federseemoores, aus: ILN Singen (1999).

Anhang 20 (Fortsetzung)

Tabelle 4. Gesamtfläche und Flächenanteile der in Abb. 3 dargestellten Nutzungs- und Biotoptypen im Projektgebiet des Naturschutzprojektes „Pfrunger-Burgweiler Ried“ (aus: Kapfer 2005).

Vegetationstyp	Fläche (ha)
Bunte Torfmoos-Gesellschaft	8.99
Hochmoorgesellschaft, mineralbodenwasserbeeinflusst	15.47
Hochmoorgesellschaft, verheidet	2.72
Hochmoorgesellschaft, degeneriert mit Pfeiffengras- /Zwergstrauchdominanz	8.03
Krummstielmoos-Gesellschaft auf offenem Torf	0.06
Schnabelseggen-Ried	2.86
Fadenseggen-Ried	22.49
Rasenschmiele-Rasen	111.84
Davallseggen-Ried	0.20
Steifseggenried	3.62
Wunderseggenried	139.52
Schlankseggenried	72.18
andere Großseggen-Gesellschaften	116.53
Mehlprimel-Kopfbinsen-Ried	0.97
andere Übergangsmoor-Gesellschaften	139.86
Rohrglanzgras-Röhricht	9.22
Rohrkolben-Röhricht	0.32
Schilf-Röhricht einschließlich Wasserschwaden- und Schnabelseggen-Röhricht	230.57
Tausendblatt-Teichrosen-Ges. einschl. Teichbinsen- und Wasserschierling-Röhricht	9.83
Grauweiden-Gebüsch	8.28
Schwarzweiden-Schneeball-Gesellschaft	4.49
Moorwald, intakt	206.56
Moorbirkenwald, gestört	29.23
Bruchwaldgesellschaften, Weidengebüsche	29.37
Laubwaldgesellschaften und Feldgehölze auf Mineralboden	8.05
Laubholz-Aufforstungen	2.28
Fichtenwälder- und forste	161.42
Schlag- und Vorwaldgesellschaften	9.85
Fuchsschwanzwiese	205.10
Kohldistel-Glatthaferwiese	336.85
Bachkratzdistelwiese	15.03
Kohldistelwiese	196.09
andere Sumpfdotterblumenwiesen	2.49
Pfeiffengraswiese	5.01
andere Feuchtwiesengesellschaften	40.33
Feuchtwiesen mit Flutrasenartenn	39.27
artenarmes Saatgrünland	6.40
Weißklee-Wegerich-Fettweiden	16.10
Intensivgrünland-Brache	21.87
Kohldistelwiese-Brache	74.17
Ruchgras-Rotschwengel-Rasen	35.37
Queckenrasen	73.63
alte Grünlandbrache mit Dominanzbeständen ruderaler Arten	59.11
alte Grünlandbrache mit Dominanzbeständen feuchtgebietstypischer Arten	87.24
Nitrophytische Staudenflur	21.29
Mädesüß-Flur	12.14
Acker	23.51
Wasserfläche	157.36
Gesamtfläche	2783.16

Anhang 20 (Fortsetzung)

4 Das Wurzacher Ried (Moorregion II)

Moorgebiete im Moorkataster: Moorkarte:
Wurzacher Ried L8124

Naturschutzgebiete:
Kennung NSG_Name
4.035 Wurzacher Ried

Wichtige Literatur:

Bertsch & Bertsch (1938), Illschner (1959), Göttlich (1965-80): L8124 (1968), Pfadenhauer et al. (1990), Böcker et al. (1993), Böcker et al. (1994), Schuckert et al. (1994), Lüth (1989), Böcker (1997), Schuckert (1997), Naturschutzzentrum Bad Wurzach (1998)

Literaturliste:

http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/4/4035.htm

Das Wurzacher Ried liegt, nördlich der Stadt Bad Wurzach (Landkreis Ravensburg), in einer von Altmoränen umzogenen Mulde, die während der Riß-Eiszeit durch eine Gletscherzunge gebildet worden ist. Sie erstreckt sich von Südwest nach Nordost in einer Länge von 7-8 km bei einer Breite von 3-4 km. Der würmeiszeitliche Gletscher riegelte mit seiner Endmoräne dieses Zungenbecken am Südwestrand ab. Die in das Wurzacher Becken fließenden Schmelzwässer konnten nicht abfließen und stauten sich zu einem flachen See.

Das Wurzacher Ried gilt mit seiner Ausdehnung von 1715 ha als der größte zusammenhängende Hochmoorkomplex Mitteleuropas (Kaule 1974). Es wird geprägt von großen Regenmoorflächen, die von Übergangsmooren und ausgedehnten Grundwassermooren umgeben sind. Daneben finden sich durch Menschenhand entstandene Torfstichgebiete, in denen Wassergräben, Moortümpel, verlandende Torfstiche, Moorwälder und trockenere Heiden ein buntes Mosaik verschiedener Lebensräume bilden. Der Moorkomplex liegt bei ca. 650 m üNN und hat einen Jahresniederschlag von ca. 1100 mm und eine Jahresdurchschnittstemperatur von ca. 6 °C. Die maximale Torfmächtigkeit im Wurzacher Ried beträgt bis zu 10 m (5-7 m Hochmoortorf, 2-3 m Niedermoortorf).

Wie überall in Mitteleuropa wurde auch im Wurzacher Ried großflächig Torfgewonnen. Fünf der ehemals sieben großen Hochmoorschilder des Wurzacher Riedes wurden im Verlauf der letzten hundertfünfzig Jahre entwässert und weitgehend abgetorft, vier davon im bäuerlichen Handtorfstichverfahren. Das Wurzacher Ried umfasst heute noch zwei nahezu ungestörte Regenmoorbereiche, den großen Haidgauer Regenmoorschild und das kleinere Alberser Ried. Der westliche Teil des Haidgauer Regenmoor-Schildes ist durch industriellen Torfabbau stark beeinträchtigt (Haidgauer Torfstichgebiet). Der zentrale Teil des Regenmoores ist weitgehend offen und gehölzfrei. Im Randbereich der Regenmoore bildet die Moorkiefer einen dichten Spirkenfilz.

In den Quelltöpfen des Haidgauer Quellsee-Gebietes tritt kalk- und mineralreiches Grundwasser aus. Im Umfeld der Quellseen finden sich ausgedehnte Schneidriedgesellschaften. Das abfließende Wasser bildet die Haidgauer Ach. Am Riedrand trifft sie auf die Dietmannser Ach, die ihr entgegenkommt. Entlang der Fließgewässer sind Grundwassermoore ausgebildet. Durch den Zusammenfluss der beiden Bäche am Riedrand entsteht die Wurzacher Ach. Sie fließt durch Bad Wurzach und über die Iller zur Donau. Der Riedsee (ehemaliger Torfstich) ist mit rund 10 ha die größte Wasserfläche im Ried. Feucht- und Nasswiesen umgeben das Wurzacher Ried. Die frühere extensive Nutzung dieser Grundwassermoorwiesen im Herbst und Winter zur Gewinnung von Einstreu führte zur Ausprägung von artenreichen Streuwiesen.

Anhang 20 (Fortsetzung)

Die Einzigartigkeit des Feuchtgebietes resultiert neben seiner Flächenausdehnung auch aus der von Natur aus großen Spannweite der Standortbedingungen, die von kalkoligotroph (Kalkquellen mit Kalkausfällungen) bis ombrotroph reichen. Das Wurzacher Ried wurde wegen seiner internationalen Bedeutung vom Europarat mit dem „Europadiplom“ der Kategorie A ausgezeichnet.

Die Vegetation im Wurzacher Ried setzte sich 1990 folgendermaßen zusammen (Lüth 1989, Pfadenhauer et al. 1990):

- ca. 450 ha nahezu ungestörte Hochmoorgesellschaften (Latschen- und Spirkenhochmoor, bunte Torfmoosrasen und Schlenkengesellschaften),
- ca. 70 ha Zwischen- und Übergangsmoore (Torfmoos- und Braunmoosseggenriede im Alberser und Williser Zwischemoor),
- entlang von Quellen und Bachläufen einerseits kalkoligotrophe Niedermoore: Kopf- und Schneidbinsenriede, andererseits meso- bis eutrophe Röhrichte und Seggenriede,
- in bäuerlichen Handtorfstichen und im industriellen Torfabbaugebiet verschiedene Heide-, Gehölz und Brachestadien unterschiedlicher Trophie,
- in den Randbereichen Wiesen, Wiesenbrachen, Hochstaudenfluren, Gehölze und Fichtenforste.

Um das Ried zu schützen und es in einen naturnahen Zustand zurückzuführen, wurde es 1987 in das Programm „Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgenommen. Mit einem Mittelvolumen von insgesamt ca. 25 Mio. DM über einen Zeitraum von 10 Jahren wurden vorrangig der Ankauf von Flächen und biotoplenkende Maßnahmen, vorwiegend zur Wiedervernässung, gefördert. Dies hatte zum Ziel, in den zentralen Teilen, nach weitgehender Wiederherstellung der ursprünglichen Standortbedingungen, eine selbstregulierende Entwicklung zu unterstützen bzw. zu initiieren und die bisherige intensive Nutzung in der Umgebung zu extensivieren.

Wasserbauliche Maßnahmen fanden im großen Umfang im Haidgauer Torfstichgebiet und an der Haidgauer Ach sowie entlang des Stadtkanals statt. Weitere Maßnahmen wurden 1997 entlang des Wengener Mühlbaches und im Williser Zwischenmoor durchgeführt.

Zum Erhalt der verbliebenen Riedwiesen und zur Verringerung des Nährstoffeintrages werden rund 300 ha Riedwiesen rund um das Wurzacher Ried heute in der traditionellen Art und Weise gepflegt. Ziel dieser Pflegemaßnahmen ist es, die verbliebenen Riedwiesen zu erhalten und ehemaliges intensiv genutztes Grünland wieder in standortsgerechte, blumenreiche Wiesen zurückzuführen. Damit soll ein Pufferbereich geschaffen werden, der die Urlandschaft Wurzacher Ried von der umgebenden Landschaft abgrenzt.

Nach Beendigung der Wiedervernässungsmaßnahmen wurde in den Jahren 1992 bis 1996 durch vier Universitätsinstitute unter der Federführung des Institutes für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim eine umfangreiche Erfolgskontrolle durchgeführt (z.B. Böcker 1997, Schuckert 1997, Naturschutzzentrum Bad Wurzach 1998).

Anhang 20 (Fortsetzung)

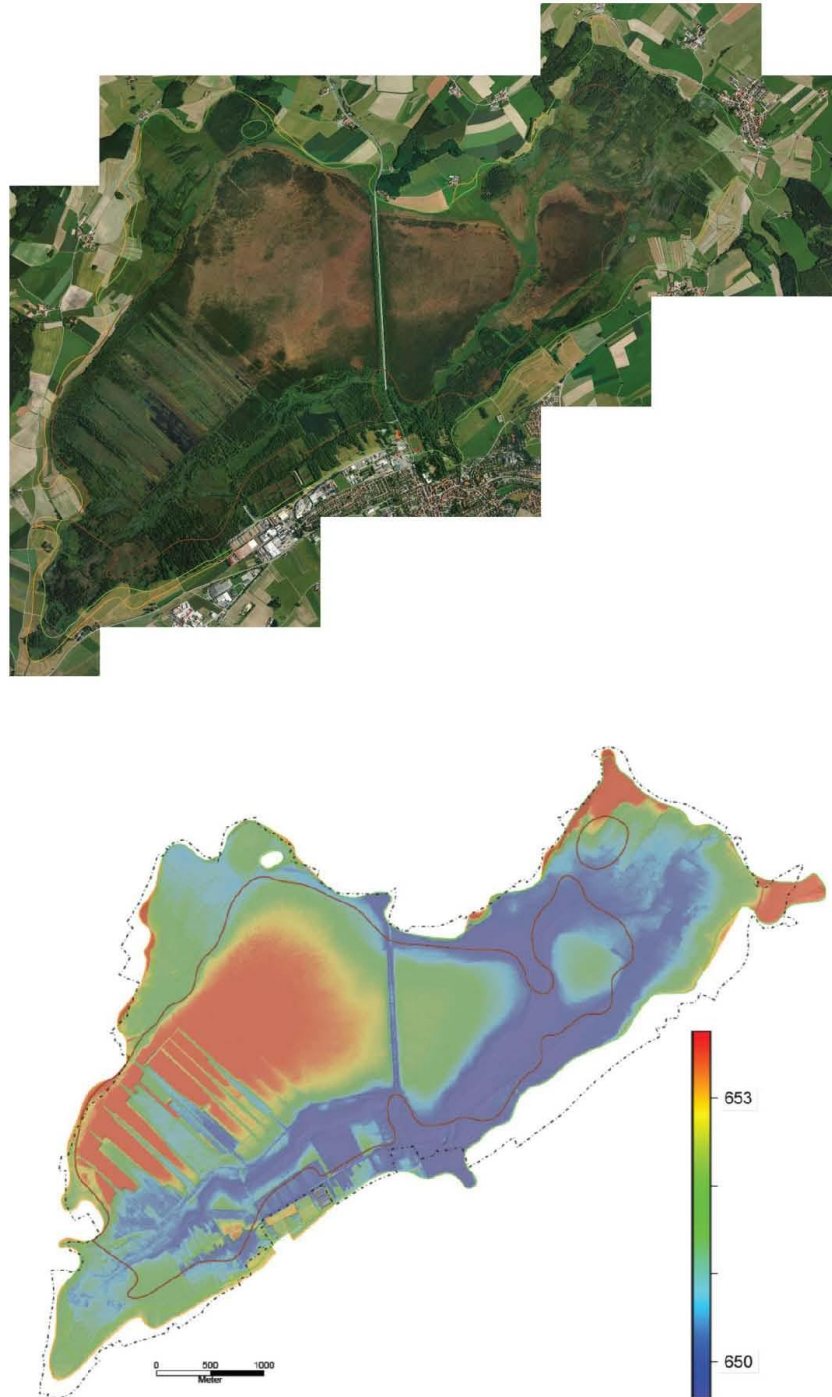


Abbildung 4 Luftbild und digitales Höhenmodell (dhm1) des Wurzacher Riedes.

Anhang 20 (Fortsetzung)

5 Das Äpfinger Ried (Moorregion II)

Moorgebiete im Moorkataster:

Aepfinger Ried und 3 kleine Anmoore

Moorkarte:

L7924

Naturschutzgebiete:

Kennung	NSG_Name
	Geplantes Naturschutzgebiet „Mittleres Rissstal“

Wichtige Literatur:

Göttlich (1965-80): L7924 (1972), Deuschel & Reidl (2011)

Literaturlisten:

keine

Das Äpfinger Ried gehört zum Naturraum „Hügelland der unteren Riss“ und liegt zwischen den Ortschaften Schemmerhofen, Baltringen und Äpfingen im Landkreis Biberach. Das etwa 950 ha große An- und Niedermoor entstand durch hochanstehendes Grundwasser und periodische Überschwemmungen der Talaue. Das durchwegs sehr flachgründige Moor hat seine größte Moortiefe (230 cm) im nördlichen Abschnitt. Der mineralische Untergrund ist meist von kiesig-toniger Körnung. Darüber stehen flachgründige, dicht gelagerte und schon weitgehend zersetzte Seggen- und Bruchwaldtorfe an. Die Ablagerungen des einstigen Auenwaldes sind reich an Schlick und feinkörnigen mineralischen Sinkstoffen.

Bis Mitte des 19. Jahrhunderts war das Gebiet durch zur Streugewinnung offene Niedermoore geprägt. Bäuerliche Torfstiche fanden sich vor allem im nördlichen Teil des Äpfinger Riedes. Nach Flurbereinigung in den 1950er Jahren entstand überwiegend recht gutes Grünland. Heute finden sich im südlichen Teil überwiegend intensiv genutzte Wiesen und Äcker. Ihnen stehen im nördlichen Teil aufgelassene Bereiche mit fortgeschrittener Sukzession oder standortfremden Aufforstungen (Fichtenforste) gegenüber.

Im nördlichen Teil des Äpfinger Riedes befindet sich das geplante Naturschutzgebiet „Mittleres Rissstal“ (Deuschel und Reidl 2011). Naturschutzfachlich relevante Restflächen der ehemals ausgedehnten Streuwiesen, Kleinseggenrieder und Feuchtgrünlandbestände sind heute meist nur noch kleinräumig im nördlichen Teil des Gebietes zu finden. Deuschel und Reidl (2011) nennen folgende naturschutzfachlich relevanten Biotoptypen für das Gebiet: Kleinseggenried basenreicher Standorte (0,4 ha), Pfeifengras-Streuwiese (einschl. Brachestadien) (1,2 ha), Naßwiese basenreicher Standorte der Tieflagen (7,3 ha), Magerwiese mittlerer Standorte (0,6 ha), Land-Schilfröhricht (2 ha), Rispenseggen-Ried (0,1 ha), Hochstaudenflur quelliger oder sumpfiger Standorte (2,7 ha), Feldgehölze und -hecken (0,6 ha), Feuchtgebüsche (28,8 ha), Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald (12,1 ha). Dies sind etwa 6% der Gesamtfläche des Äpfinger Riedes (ca. 945 ha).

Anhang 20 (Fortsetzung)

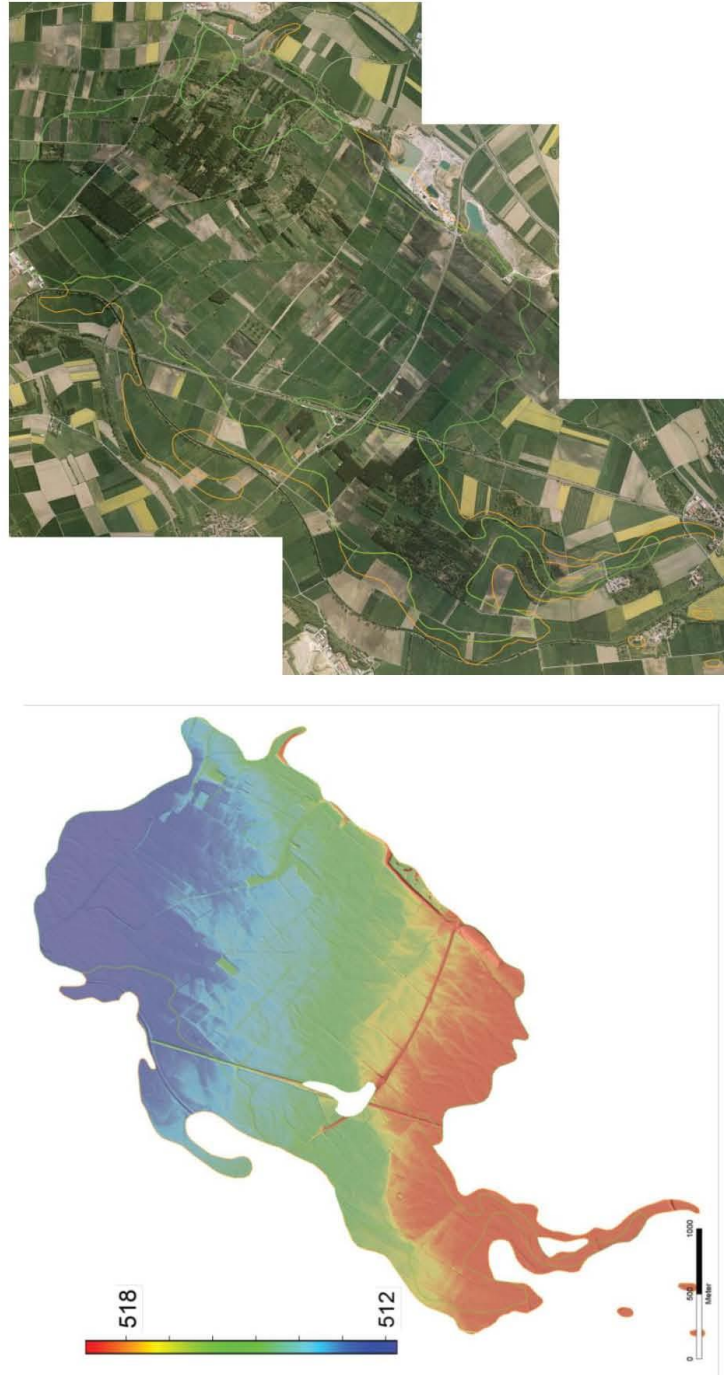


Abbildung 5. Luftbild und digitales Höhenmodell (dhm1) des Äpfinger Riedes.

Anhang 20 (Fortsetzung)

6 Das Osterried (Moorregion II)

Moorgebiete im Moorkataster: Osterried und kleines Moor mit Anmoor

Moorkarte: L7924

Naturschutzgebiete:

Kennung	NSG_Name
4.269	Osterried

Wichtige Literatur:

Göttlich (1965-80): L7924 (1972), Bellmann et al. (1980), Köttner (1993), Roth (1993), Schneider (1994), Roth & Poschlod (1994), Biewer (1994), Schneider & Poschlod (1994), Biewer, Köttner & Poschlod (1994), Biewer, H. & H. Brunner-Schäfer (2004)

Literaturlisten:

http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/4/4269.htm

Das Osterried liegt im unteren Risstal zwischen den Orten Laupheim und Biberach auf einer Höhe von etwa 510 m üNN. Es liegt außerhalb des Moränengebietes und wird naturräumlich dem „Hügelland der Unteren Riss“ zugeordnet. Die mittlere jährliche Niederschlagssumme beträgt 750 bis 800 mm. Das Ried erstreckt sich auf einer Fläche von 165 ha und ist als Talmoor dem orographisch rechten Niederungsrand der Riss angelehnt. Unmittelbar östlich des Riedes erhebt sich die 15 m hohe Hochterrasse aus Schmelzwasserablagerungen des ehemaligen Rhein-Vorlandgletschers, während im Westen die parallel zur Riss fließende Dürnach das Gebiet begrenzt. Seinen besonderen ökologischen Wert verdankt das Osterried vor allem seiner geographischen Lage im Rißtal, wo ihm als Glied in einer ganzen Kette von biologisch hochwertigen Feuchtgebieten eine internationale Bedeutung für den Vogelzug zukommt.

Beim Osterried handelt es sich um einen Niedermoorkomplex, in dem sich verschiedene hydrologische Moortypen durchdringen. Durch Grundwasseranstieg im Risstal konnte eine Vermoorung (Versumpfung) im Osterried, das sich im Bereich einer flachen Geländedepression erstreckt, stattfinden. Im weiteren Verlauf der Moorgenese konnte, infolge eines talwärts strömenden Bodenwasserstroms, sekundär ein Durchströmungsmoor aufwachsen. Die eutrophen, dürnachnahen Randpartien des Osterriedes lassen sich hydrologisch als Auen-Überflutungsmoor charakterisieren. Bei den oberen Torfschichten ist eine für Niedermoore in Grundmoränenlandschaften typische Dreiteilung erkennbar, am Fuße der Hochterrasse ein Quellmoor mit vorgelagertem kleinen Versumpfungsmoor und ein nach Nordwest ziehendes Durchströmungsmoor.

In topischer Sicht ist ein kontinuierliches Sinken der mittleren Wasserstände von der Hochterrasse zur Dürnach festzustellen, die aus der Tieferlegung der Vorflut durch Laufkorrektur der Dürnach herrührt. Dieser Eingriff ist als Hauptursache des starken Entwässerungsgrades des Osterriedes anzusehen. Die Quellaufbrüche im Kernbereich des Schutzgebiets sorgten aber immerhin dafür, daß sich der Wasserstand einigermaßen halten konnte.

Die aktuelle Vegetation des Osterriedes ist stark anthropogen überprägt. Herausragenden Einfluss auf das heutige Landschaftsbild haben dabei Torfstiche, Entwässerungsgräben, ehemalige landwirtschaftliche Nutzung, sekundäre Sukzession nach Nutzungsaufgabe und Aufforstungen.

Innerhalb der Torfstiche finden sich oft Kleinseggenrieder (Gesellschaften der Nieder- und Zwischenmoore), die bei fortschreitender Sukzession zu Weidenbusch- und Moorbirkenstadien überleiten.

Anhang 20 (Fortsetzung)

Entwässerung und nachfolgende Bewirtschaftung haben Feucht- und Nasswiesen entstehen lassen, die sich je nach Grad der Entwässerung und Intensität der Nutzung stark unterscheiden. Im Bereich der ehemals als Streuwiesen genutzten Grünlandes lassen sich heute folgende Vegetationstypen unterscheiden: Kohldistelwiesen, Kleinseggenrieder, Pfeifengraswiesen, Pfeifengrasröhrichte, Feuchtwiesenbrachen, Hochstaudenfluren, Großseggenriede (z.B. Sumpfseggenried und Schneidried) und Schilfröhrichte sowie Landreitgrasröhrichte. Die verschiedenen Vegetationstypen und ihre nutzungs- und standortabhängigen Variationen bilden meist ein kleinräumiges Mosaik.

Sukzession findet derzeit vorwiegend nach Nutzungsaufgabe statt. Im Verbreitungsgebiet von *Phragmites communis* setzt in Feuchtwiesen und Seggenriedern eine Verschilfung ein, die zur Entstehung artenarmer Schilfröhrichte führt. Die Stabilität der Röhrichte scheint von der Wuchskraft von *Phragmites* gesteuert zu werden, die standortabhängig stark variieren kann. Bei größerem Mineralwassereinfluß treten Schilfröhrichte verstärkt auf. Außerhalb seines Verbreitungsgebietes von *Phragmites* kommt es zur Verbuschung: Weiden (*Salix spec.*) dominieren im nassen Bereich, während Faulbaum (*Frangula alnus*) die Verbuschung der Pfeifengraswiesen einleitet. Das Aufkommen von Gehölzen ist auch bei Verschilfung zu beobachten. Die geschilderte Entwicklung verdeutlicht die potentielle Bedrohung der gefährdeten Pflanzenarten, von denen wenige auch in Röhrichtern und Gehölzen vorkommen können.

Im südlichen Teil des Riedes bestimmen Pfeifengraswiesen wechselfeuchter und wechsellrockener Ausprägung weite Bereiche. An ihre Stelle treten bei Aufgabe der Streunutzung, Streuwiesenbrachen, in denen *Frangula alnus* die dominierende Rolle spielt. Peripher gelegene Weiden und Glatthafer-Kohldistelwiesen sind durch Intensivierung der Bewirtschaftung aus Streuwiesen hervorgegangen.

Der Nordteil des Schutzgebietes wurde größtenteils mit Fichten aufgeforstet; ebenso dürften viele der Laubwälder auf Pflanzungen zurückgehen. Nur wenige Flächen entsprechen einem naturnahen Riedwald.

Anhang 20 (Fortsetzung)

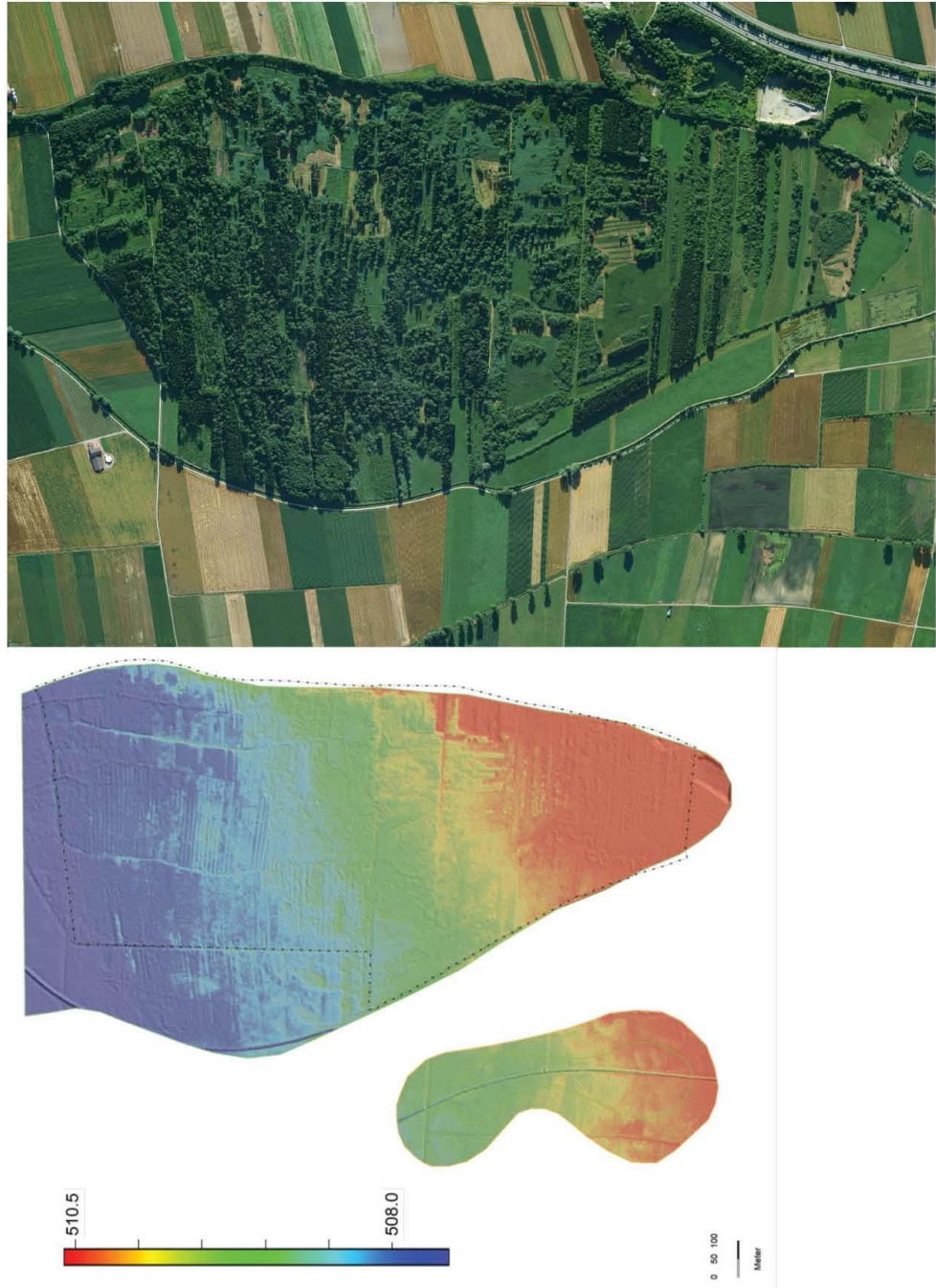


Abbildung 6. Luftbild und digitales Höhenmodell (dhm1) des Osterriedes.

Anhang 20 (Fortsetzung)

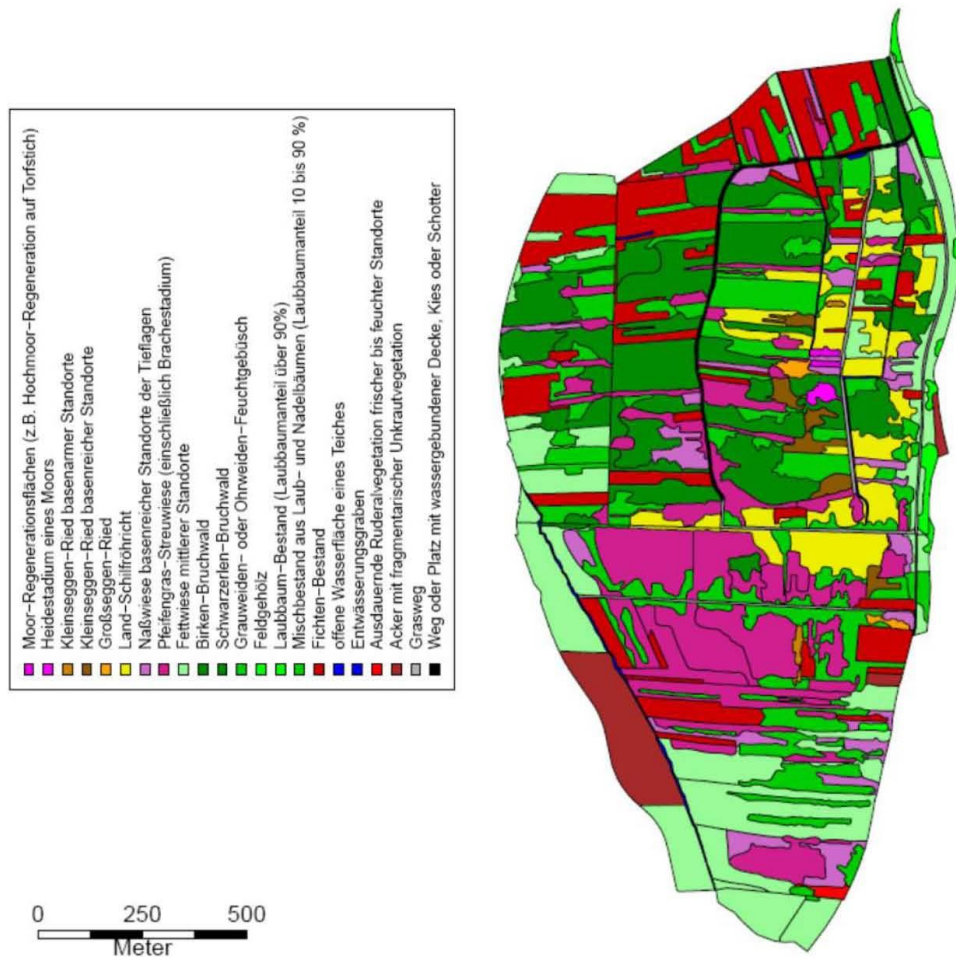


Abbildung 7. Biotoptypenstruktur des Osterriedes. Nach: Biewer & Brunner-Schäfer (2004).

Anhang 20 (Fortsetzung)

Tabelle 5. Gesamtfläche und Flächenanteile der in Abb. 7 dargestellten Biotoptypen im „NSG Osterried“, ausgewertet nach: Biewer & Brunner-Schäfer (2004).

Biotoptyp	Fläche (ha)
Moor-Regenerationsflächen (z.B. Hochmoor-Regeneration auf Torfstich)	0.23
Kleinseggen-Ried basenarmer Standorte	0.26
Kleinseggen-Ried basenreicher Standorte	1.84
Heidestadium eines Moors	0.26
Pfeifengras-Streuwiese (einschließlich Brachestadium)	27.51
Naßwiese basenreicher Standorte der Tieflagen	7.54
Großseggen-Ried	0.45
Land-Schilfröhricht	11.32
Grauweiden- oder Ohrweiden-Feuchtgebüsch	24.29
Schwarzerlen-Bruchwald	11.51
Birken-Bruchwald	17.84
Fettwiese mittlerer Standorte	28.05
Feldgehölz	1.09
Laubbaum-Bestand (Laubbaumanteil über 90%)	0.57
Mischbestand aus Laub- und Nadelbäumen (Laubbaumanteil 10 bis 90%)	3.70
Fichten-Bestand	21.01
Ausdauernde Ruderalvegetation frischer bis feuchter Standorte	0.29
offene Wasserfläche eines Teiches	0.08
Entwässerungsgraben	0.80
Acker mit fragmentarischer Unkrautvegetation	4.94
Grasweg	2.14
Weg oder Platz mit wassergebundener Decke, Kies oder Schotter	1.05
Gesamtfläche	166.77

Anhang 20 (Fortsetzung)

7 Das Schwenninger Moos (Moorregion III)

Moorgebiete im Moorkataster: Schwenninger Moor mit dem Kugelmoos Moorkarte: L7916

Naturschutzgebiete:

Kennung	NSG_Name
3.028	Schwenninger Moos

Wichtige Literatur:

Schlenker (1908), Göttlich (1965-1980): L7916/8116 (1978), Benzing (1968), Görs (1968a, 1968b), Göttlich (1968), Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (1968), Kaule (1974), Irsslinger (1980, 1983), Dierssen & Dierssen (1984), Irsslinger (1986), LfU (1986), Kretzschmar & Bogenschütz (1994), Serranoli (1999), Reiber (2000), Böcker et al. (2001), Röhl (2005)

Literaturlisten:

http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/3/3028.htm

Auf der zwischen Schwarzwald und Schwäbischer Alb gelegenen Baar-Hochmulde findet sich am Fuß der Keuper-Lias-Stufe ein ursprünglich von Feuchtgebieten beherrschter Streifen, die sog. Ried-Baar. Das Schwenninger Moos liegt am Südrand der Stadt Schwenningen, dem nördlichen Rand der Ried-Baar. Das Moor erstreckt sich auf der Mitteleuropäischen Wasserscheide zwischen erhöhten Anmoorbereichen im Osten und Westen. Die württembergische beziehungsweise Schwenninger Gemarkung, die etwa 2/3 der Fläche einnimmt, entwässert nach Norden in Richtung Neckar. Der kleinere badische Teil wird durch zwei Hauptgräben nach Süden ins danubische System dräniert. Im Westen hinter dem mit Fichten aufgeforsteten Hannenberg schließt sich eine vermoorte Talsenke mit dem Kugelmoos und dem ebenfalls größtenteils aufgeforsteten Salinenmoos an.

Von den ursprünglich rund 130 ha Moor- und Anmoorfläche sind derzeit 97,3 ha als Naturschutzgebiet (NSG) ausgewiesen. Das Schwenninger Moos ist zusammen mit dem NSG Plattenmoos der wichtigste Hochmoorrest der Baar. Obwohl das Moor mehrfach abgetorft wurde umfasst das Schutzgebiet eine Vielzahl naturschutzfachlich bedeutender Vegetationseinheiten sowie seltene Tier- und Pflanzenarten. Das Naturschutzgebiet und die westlich angrenzenden Flächen des Kugelmooses sind inzwischen Teil des Natura 2000-Gebiet 7917-301 „Baar“.

Die Zerstörung des Moores begann 1746 durch die planmäßige Abtorfung auf der Schwenninger Gemarkung. Damals betrug die durchschnittliche Mächtigkeit der Torflagerstätte 4-5 m. An der tiefsten Stelle maßen die Torfe 6,3 m (Rösler 1788 in Röhl 2005). Das Moor wurde mehrfach flächig abgetorft, sodass die ursprüngliche Mooroberfläche nicht mehr vorhanden ist. Heute ist das Moor im Durchschnitt 1,5-2 m mächtig (Röhl 2005). Der ‚Neue Moosweiher‘ stellt den letzten Torfstich auf Schwenninger Seite dar. Er wurde 1946 bis 1947 angelegt und ist heute eine offene Wasserfläche. Auf badischer Seite wurden noch bis in 50er Jahre in geringem Umfang in bäuerlichen Handtorfstichen Torfe gestochen.

Aus den Zeiten des Torfabbaus stammt ein dichtes Netz von Entwässerungsgräben, das das Moor aktuell weiterhin entwässert und eine Reihe von Torfstichkanten. Diese bewirken einen Niveauunterschied von bis zu 3 m auf der heutigen Mooroberfläche. Das Zentrum des Moores wird von einer markanten, bis zu 1 m hohen Torfstichkante durchzogen. Diese „zentrale Torfstichkante“ ist ein wichtiger Geländeeinschnitt für die Wiedervernässungsmaßnahmen und unterteilt das Gebiet in Bereiche ober- und unterhalb dieser Torfstichkante – mit entscheidenden Auswirkungen für den Wasserhaushalt der betreffenden Flächen. Die zentrale

Anhang 20 (Fortsetzung)

Wasserfläche mit ausgedehnten Röhrichtbeständen, die durch Restitutionsmaßnahmen in den 80er Jahren entstanden ist, wird heute meist als „Neckarquelle“ bezeichnet.

Der Torfabbau führte zu drastischen Änderungen in der Vegetation der Mooroberfläche: während ursprünglich auf großer Fläche ein lichter Moorkiefernwald stockte war das Moor nach Beginn des Torfabbaus und der Rodung der Bäume von ausgedehnten Beständen der Bunten Torfmoosgesellschaft sowie der Gesellschaft des Weißen Schnabelrieds bedeckt. Mit fortschreitendem Torfabbau und zunehmender Entwässerung wurden diese hochmoortypischen Pflanzengesellschaften auf immer kleinere Bereiche zurück gedrängt. Heute findet man auf der ehemals einheitlichen Mooroberfläche eine Vielzahl unterschiedlicher Vegetationstypen, die die vielfältigen Eingriffe in das Moor widerspiegeln.

Der durch intensive Pflegemaßnahmen heute wieder weitgehend von Waldkiefern, Fichten und Birken befreite Kernbereich des Moores wird von einem Mosaik verschiedener Pflanzengesellschaften eingenommen. In den feuchteren Bereichen der ehemaligen Torfstiche finden sich kleinflächig die Bunte Torfmoosgesellschaft sowie Moor-Wollgras-Bestände. Oberhalb der Torfstich-Kanten gedeihen dagegen ausgedehnte Heidekraut-Bestände.

An verschiedenen Stellen im sonst sauren bis mäßig sauren Moor sind Grundwasseraustritte aus dem liegenden Gipskeuper vorhanden, die sich durch eine hohe elektrische Leitfähigkeit und subneutrale bis neutrale pH-Werte auszeichnen. Beim Schwenninger Quellsee handelt es sich z.B. um einen Bereich mit austretenden kalk- und sulfatreichen Quellwassern, der entsprechenden kalkliebende Niedermoorgesellschaften mit einer Reihe von bemerkenswerten Pflanzenarten beherbergt. Diese Quellstandorte sind sehr anfällig und könnten durch weitere Aufstaumaßnahmen im Rahmen der Moorrenaturierung beeinträchtigt werden.

Auf die offenen Kernbereiche folgt nach außen ein Moorwald-Gürtel, der entweder aus verschiedenen Weiden-Arten und (Moor-)Birke aufgebaut wird, oder von der Waldkiefer dominiert ist. Im Westteil hat sich infolge der Austrocknungsprozesse bereits ein Fichten-Waldkiefern-Moorwald entwickelt. Die eigentlichen Moorränder sind wieder waldfrei und von Magerrasen, sonstigem Grünland und Grünlandbrachen bedeckt.

Umfangreiche Beschreibungen der Vegetation des Schwenninger Riedes liefern Görs (1968) und Irsslinger (1983); neuere, aber auf Grund methodischer Unterschiede kaum vergleichbare, Angaben zur Vegetation finden sich bei Röhl (2005).

Görs (1968) und Irsslinger (1983) nennen folgende typische Pflanzengesellschaften für das Schwenninger Ried (ohne Gesellschaften der Wege, Gräben und Moorränder):

Sphagnetum medii	– Rote Hochmoor-Bultgesellschaft
Eriophoro-Sphagnetum recurvi	– Wollgras-Hochmoor-Bultgesellschaft
Triglochin palustris-Carex flava-Carex pulicaris-Gesellschaft	
	– Sumpfdreizack-Gesellschaft
Caricetum diandrae	– Drahtseggenmoor
Scirpetum tabernaemontani	– Graues Teichbinsenröhricht
Typhetum angustifolio-latifoliae	– Rohrkolbenröhricht
Caricetum pseudocyperi	– Zypergrasseggenried
Caricetum rostratae	– Schnabelseggenried
Eriophorum angustifolium-Gesellschaft	– Schmallblättrige Wollgras-Gesellschaft
Caricetum fuscae	– Braunseggen-Moor
Molinia-Calluna-Gesellschaft	– Pfeifengras-Besenheide-Gesellschaft
Salicetum auritae	– Ohrweiden-Busch
Salix x multinervis-Gesellschaft	– Grauweiden-Busch

Anhang 20 (Fortsetzung)

Salix pentandra-Gesellschaft	– Lorbeerweiden-Busch
Salici-Betuletum pubescentis	– Weiden-Birkenbruch
Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris	– Waldkiefern-Moor

Aus dem Schwenninger Moos liegen verschiedene Vegetations- und Biotopkartierungen vor, die von Röhl (2005) vergleichend dargestellt werden. Die neuste Kartierung wird hier in Abb. 8 wiedergegeben.

Anhang 20 (Fortsetzung)

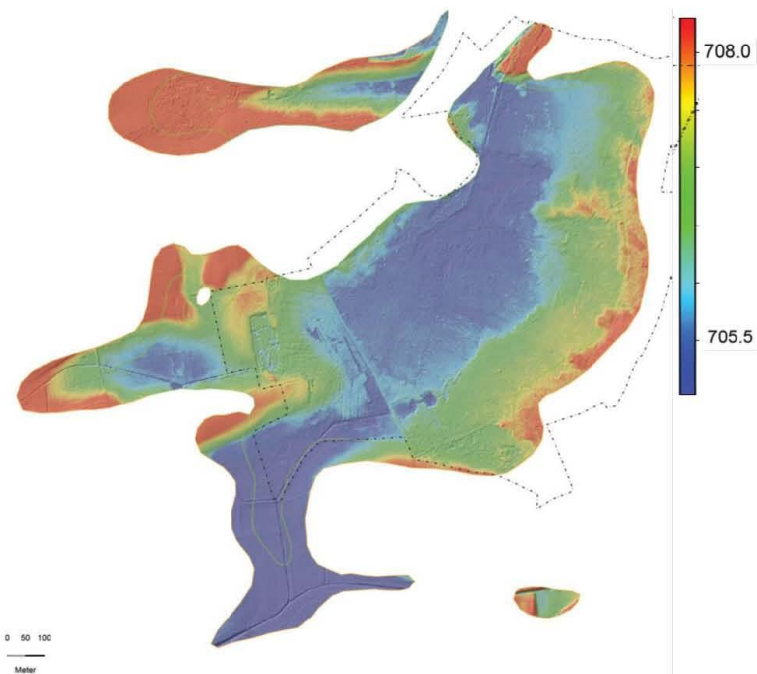


Abbildung 8. Digitales Höhenmodell (Auflösung 1m x 1m, Stand: 2002) des „Schwenninger Riedes“, mit Grenze des NSGs (schwarz, Strichpunkt-Linie) und mit Grenzen des Moorkatasters: Hochmoor (grün), Niedermoor (braun).

Anhang 20 (Fortsetzung)

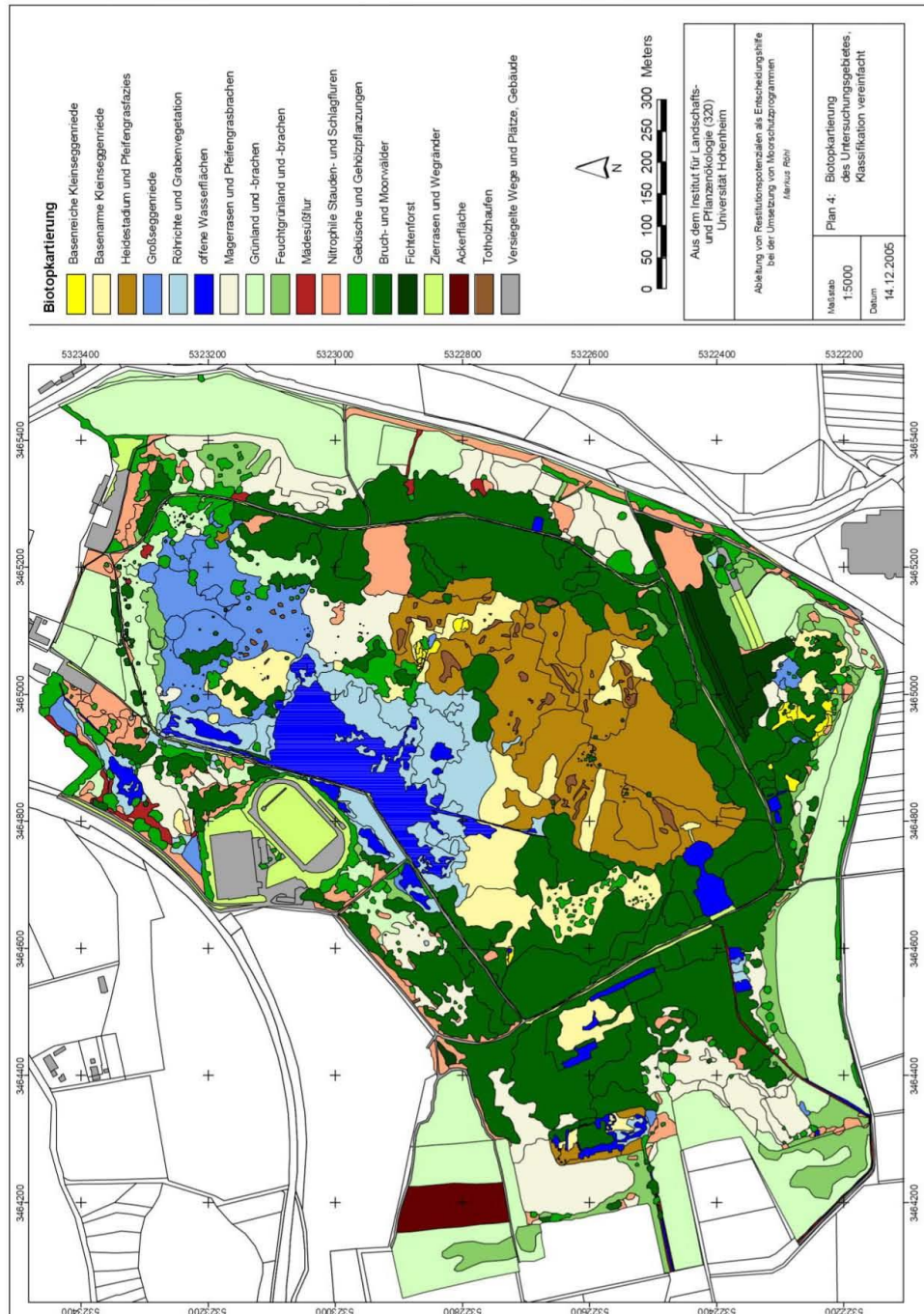


Abbildung 9. Biotopkartierung des NSG „Schwenninger Ried“, aus Röhl (2005).

Anhang 20 (Fortsetzung)

Tabelle 6. Gesamtfläche und Flächenanteile der in Abb. 9 dargestellten Biotoptypen im „NSG Schwenninger Ried“ (ausgewertet nach: Röhl 2005).

Biotoptyp	Fläche (ha)
Basenarmes Kleinseggenried	4.97
Basenreiches Kleinseggenried	1.13
Heidestadium und Pfeifengrasfazies	11.42
Feuchtgrünland und -brachen	4.60
Magerasen und Pfeifengrasbrachen	10.24
Großseggenried	4.27
Röhrichte und Grabenvegetation	6.44
Grünland und -brachen	21.67
Mädesüßflur	0.56
Nitrophile Stauden- und Schlagfluren	4.39
Gebüsch und Gehölzpflanzung	6.63
Bruch- und Moorwald	31.88
offene Wasserfläche	4.86
Fichtenforst	1.74
Ackerfläche	0.93
Zierrasen	1.89
Zierrasen und Wegränder	0.40
Feldweg	0.33
Weg	2.08
versiegelte Fläche	1.99
Gesamtfläche	122.42

Anhang 20 (Fortsetzung)

8 Das Wildseemoor (Moorregion IV)

Moorgebiete im Moorkataster: Wildseemoor
Moorkarte: L7316

Naturschutzgebiete:

Kennung	NSG_Name
2.222	Kaltenbronn

(hier: ehemaliges NSG 2.280 Wildseemoor bei Wildbad-Kaltenbronn)

Wichtige Literatur:

Müller (1924), Müller (1941), Kaule (1974), Dierssen & Dierssen (1984), Caspari (1991)

Literaturlisten:

http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/2/2222.htm

Im subatlantisch getönten Klima bei durchschnittlichen Jahresniederschlägen um 1600 mm konnten sich zwischen Murg und Enz im Nordschwarzwald auf dem nährstoffarmen Buntsandstein-Plateau der Enzhöhen in der Umgebung von Kaltenbronn mit Hohlohmoor, Wildseemoor, Breitlohmissie und Öllachen vier Versumpfungs-Hochmoore bilden.

Das, in plateauartiger Lage auf einem flachen Sattel nordöstlich von Kaltenbronn gelegene, Wildseemoor ist mit etwa 190 ha das größte Moor des Schwarzwaldes. Es ist durch einen Besuchersteg erschlossen und weist eine 68 ha große, fichtenfreie Hochmoorfläche auf. Das Moor besteht heute größtenteils aus einem Spirkenfilz mit einigen lichten oder offenen Flächen mit Wachstumskomplexen. Die Rasenbinse ist nur in einem gestörten Bereich entlang einer alten Trasse zu finden. Im Nordosten des Hochmoores liegen die großen, randlich mit ausgedehnten Schwingdecken versehene Moorkolke des Wildsees und des Hornsees. Im östlichen Teil des Hochmoores befinden sich noch drei kleine, verlandende Kolke. Das Hochmoor ist von einem Spirken-Fichten- und Fichtenmoorwald umgeben. Auf Mineralboden, z.T. auf Blockschutt, steht ein hochwüchsiger Wald aus Fichte, Waldkiefer und Tanne. Nach Kaule (1974) ist die auf den topographischen Karten erkennbare Aufwölbung eher topographisch als morphologisch bedingt. Wie die ursprünglichen Randzonen des Moores aussahen, ist nicht mehr zu erkennen, da sie forstlich genutzt wurden. Am Südostrand des NSG kommt auf einer Fläche mit Hochmoorvegetation ein lichter Waldkiefernbestand vor.

Kaule (1974) bezeichnet den Moorkomplex Wildseemoor-Hohlohmoor-Breitlohmissie als „größtes Gebiet mit Spirkenmooren in Hochlagen in einem herzynischen Gebirge“ und stuft ihn als „international bedeutend“ ein.

Die größten Torfmächtigkeiten von 7-8 m liegen südlich und südöstlich vom Wildsee. Der Torfkörper ist in diesem Gebiet von Wollgras durchsetztem *Sphagnum*-Torf aufgebaut. Bis in 2 m Tiefe ist der Torf überwiegend gering zersetzt, zwischen 2-3 m tritt stärker zersetzter Torf auf. Darunter folgt mittel bis stärker zersetzter Sphagnum- und Wollgrastorf, erst auf den untersten 20 cm, unmittelbar über dem meist felsigen, z. T. sandig-lehmigen Untergrund ist stark zersetzter Torf mit Holzbeimengungen erkennbar (LUBW 2012).

Müller (1924, 1941) beschreibt ausführlich Geschichte, Flora und Vegetation des Wildseemoores und bietet für die Beurteilung des heutigen Zustandes eine wertvolle Vergleichsgrundlage. Ursprünglich handelt es sich offensichtlich um ein großflächig unbewaldetes Plateauhochmoor (Gwinner 1837 in Müller 1941). Torfabbau hinterließ im Wildseemoor kaum Schäden. Um jedoch Flößerei zu ermöglichen wurden die beiden Seen angezapft (1783 Anlage des sog. Seegrabens), wodurch der Wasserspiegel des Wildsees um bis zu 1,4 m sank. Die baumfreie Moorfläche besiedelte sich

Anhang 20 (Fortsetzung)

anschließend binnen weniger Jahrzehnte mit einem mehr oder weniger dichten Spirkenfilz (Müller 1924, 1941).

Von 1829 bis 1830 wurde auf württembergischer Seite ein Netz von Entwässerungsgräben angelegt, um das Moor für einen umfassenden Torfabbau vor zu entwässern, der jedoch nie zustande kam. Das gesamte Moor wird über viele, alte Gräben hauptsächlich nach Westen zum Brotenbach, nach Norden zum Rotwasser und nach Süden zum Schwarzwässerle entwässert. An der östlichen Moorgrenze ist ein deutliches Randgehänge vorhanden; im Norden und im Westen verläuft meist in unmittelbarer Nähe der äußersten Moorgrenze ein breiter Graben (der s.g. Ringgraben). Seit 1925 wurde in den Wasserhaushalt des Wildseemoores zumindest nicht mehr gravierend eingegriffen. Die als Folge zu beobachtende Invasion der Moorkiefer auf die ehemals wohl weitgehend baumfreie Moorfläche (Müller 1924, Müller 1941) scheint aber erst in jüngster Zeit zum Stillstand gekommen zu sein.

In den 1970er und 1980er Jahren waren die Schwingrasen des Wildsees durch Besucher bedroht (Dierssen & Dierssen 1984, Caspari 1991). So konnte man Ende der 1980er Jahre von jährlich 360.000 Besuchern im Wildseemoor ausgehen (DBV-Institut 1989 zitiert in Caspari 1991). Durch Maßnahmen der Besucherlenkung (Steg mit Geländer) konnten diese Bedrohung zum Teil eingeschränkt werden, allerdings sind die am Steg angebrachten Geländer heute an vielen Stellen, insbesondere auch am Wildsee, wieder defekt.

Dierssen & Dierssen (1984) beschreiben das Wildseemoor als Spirkenhochmoor mit Kolken, die Schwingdecken tragen. In dieser Arbeit finden sich zahlreiche Vegetationsaufnahmen und floristische Angaben. Caspari (1991) gibt eine detaillierte Beschreibung der Schwingrasen an Wild- und Hornsee.

Folgende Vegetationseinheiten wurden im Gebiet nachgewiesen: *Caricetum rostratae*, *Caricetum fuscae*, *Eriophorum angustifolium*-Stadium, *Eriophorum angustifolium-Sphagnum cuspidatum*-Stadium, *Eriophorum angustifolium-Sphagnum fallax*-Stadium, *Caricetum limosae*, *Eriophorum vaginatum*-Stadium, *Sphagnetum magellanicum*, *Pino mugo-Sphagnetum magellanicum*, *Eriophoro-Trichophoretum cespitosi*, *Betula pubescens*-Stadium, *Bazzanio-Piceetum*, *Molinia caerulea*-Stadium, *Sphagnum fallax-Vaccinium oxycoccos*-Stadium

Anhang 20 (Fortsetzung)

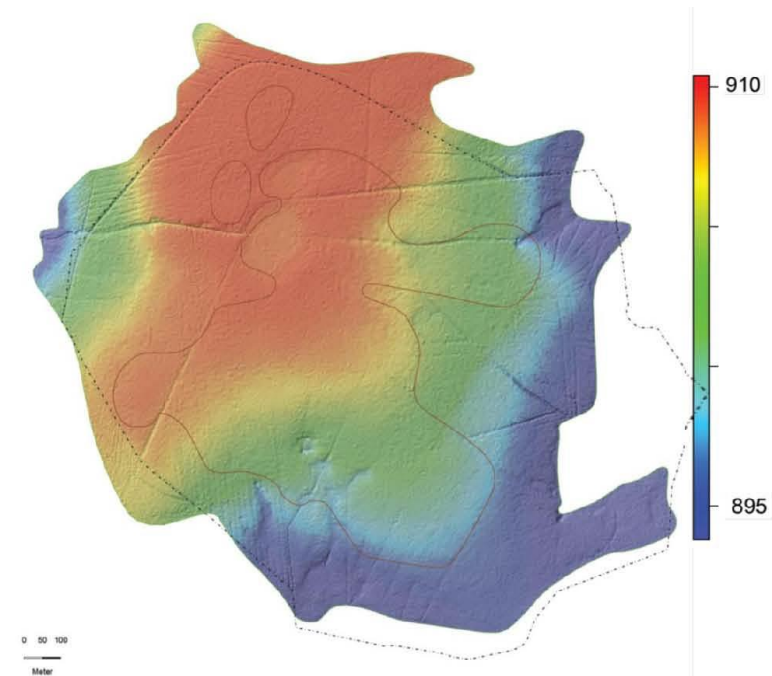
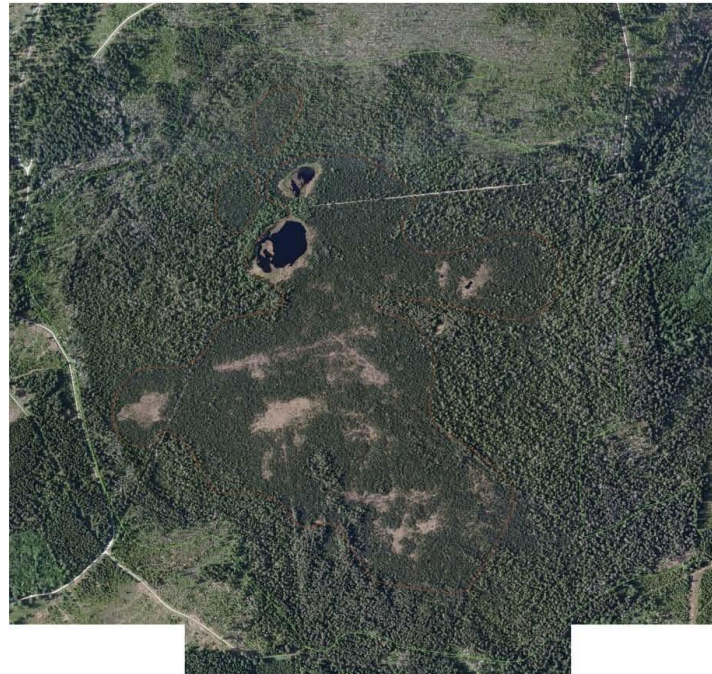


Abbildung 10. Wildseemoor bei Bad Wildbad-Kaltenbronn. Oben: Luftbild, Unten: Digitales Höhenmodell, mit Grenzen des Moorkatasters. braun: Hochmoor, grün: Niedermoer.

Anhang 20 (Fortsetzung)

9 Graben-Neudorf (Moorregion V)

Moorgebiete im Moorkataster:
Graben-Neudorf

Moorkarte:
L6916

Naturschutzgebiete:

Kennung	NSG_Name
2.127	Oberbruchwiesen
2.225	Erllich

Wichtige Literatur:

Heinle (1985), Raab (1997), Thomas & Kübler-Thomas (1993), Schach & Breuning (2000), AG Tier- und Landschaftsökologie Deuschle & werkgruppe GRUEN (2005)

Literaturlisten:

http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/2/2127.htm

http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/biblio/2/2225.htm

Größtes Moorgebiet der badischen Oberrheinebene zwischen Liedolsheim, Graben, Neudorf, Huttenheim und Rußheim. In großen Schlingen hat der Rhein Buchten in die Niederterrasse genagt, dabei verlagerte er innerhalb einer Bucht mehrmals seinen Lauf.

Nach dem Rückzug des Rheins aus der Bucht verlandeten die Rinnen und es konnten sich Durchströmungsmoore entwickeln. Bis auf wenige Ausnahmen wurden sie aber noch häufig durch Rheinhochwässer überschwemmt, so dass sich wechselnde Schichten von Sand, Lehm und Ton ablagerten. In ruhigeren Zeiten konnten Pflanzen aufwachsen, die beim nächsten Hochwassereinbruch wieder verschüttet wurden. In Bohrungen zeigen sich diese Schichten wie mineralische Mudden. Diese "fluviatilen" Mudden bilden den Großteil des Mooruntergrundes, nicht nur in den Altarmrinnen. Über den Mudden und Hochwasserabsätzen entwickelten sich Torfe. Es zeigt sich, daß die Torfbildung weit über die Altarme hinausreicht und die ganze Bucht erfaßt hat. Die Torfmächtigkeit ist am Niederterrassestrand am größten und nimmt ins Innere der Bucht hin ab, allgemein ergibt sich eine Abnahme von Südost nach Nordwest.

Die häufigste Torfart ist der Schilftorf, oftmals sind Radizellen beigemischt, reiner Seggentorf ist dagegen selten. Ebenso ist reiner Bruchtorf auf einzelne Bohrpunkte beschränkt, Beimengungen von Holzresten finden sich besonders zur Niederterrasse hin. Eine größere Bedeutung erlangen Laubmoose. Sie kommen gemischt mit anderen Pflanzenresten vor, häufig jedoch in Bändern als reine Laubmoostorfe, vielfach mit Kalkausfällungen (Alm) überzogen. Die Laubmoostorfe sind schwach bis mittel, die Schilftorfe stark bis sehr stark zersetzt, nach oben, besonders bei fehlender Deckschicht, humifiziert.

Fast drei Viertel der Moorflächen tragen eine mineralische Deckschicht. Diese stammt nicht vom Rhein, sondern aus den lößbedeckten Bergen des Kraichgau und wurde systematisch durch Wiesenwässerung eingetragen.

Bis um die Jahrhundertwende wurde in den Mooren Torf gestochen, es war die alternative Nutzung zur Wiesenwässerung. Diese nicht überdeckten Moorflächen sind inzwischen mit Erlen, Pappeln und Eschen aufgeforstet, naturnahe Erlenbruchwälder finden sich nur vereinzelt am Hangfuß der Steilkante zur Niederterrasse. Die überdeckten Flächen dienten ursprünglich der Wiesennutzung, durch tiefgreifende Entwässerung kann inzwischen ein großer Teil als Acker genutzt werden. Weite Gebiete im Norden des Moores wurden durch Kiesabbau zerstört, aufgrund der Entwässerung sind vor allem Randflächen durch Torfmineralisation verloren gegangen.

In diesem Moorkomplex befinden sich heute 2 Naturschutzgebiete: „Oberbruchwiesen“ und „Ehrlich“. Bei den im Süden gelegenen Oberbruchwiesen handelt es sich um ein 125 ha großes

Anhang 20 (Fortsetzung)

Wiesengebiet in einer ehemaligen Rheinschlinge. Es ist eines der letzten großen und zusammenhängenden, zum Teil feuchten Wiesengebiete in der Rheinaue. Heute prägen üppige Glatthafer- und Kohldistel-Glatthaferwiesen die Niederung. Entlang der zahlreichen Gräben gibt es noch Reste der früher weit verbreiteten Kalkbinsen-Wiesen mit Knotenbinse und Prachtnelke als charakteristische Arten.

Schutzzweck des im Norden liegenden „NSG Ehrlich“ ist der Erhalt der auentypischen, reich strukturierten Landschaft mit wertvollen Flachmoorstandorten, mageren Feucht- und Wirtschaftswiesen, Schilfflächen, feuchten Brachflächen, Feldhecken, Weidengebüschen, Erlen-Bruchwäldern, Erlen-Eschenwäldern und Eichen-Hainbuchenwäldern. Es hat eine Gesamtfläche von 280 ha.

Für beide Naturschutzgebiete liegt ein aktueller Pflege- und Entwicklungsplan vor (Schach & Breuning 2000, AG Tier- und Landschaftsökologie Deuschle & werkgruppe GRUEN 2005).

Anhang 20 (Fortsetzung)

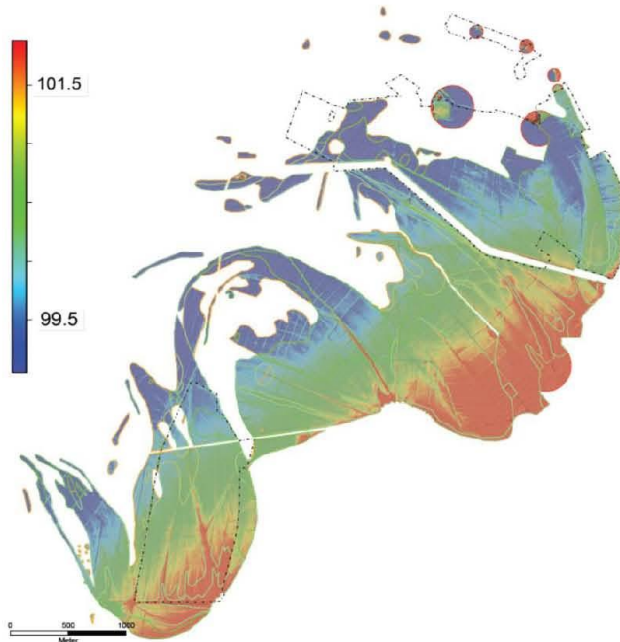


Abbildung 11. Moorkomplex „Graben-Neudorf“. Oben: Luftbild, Unten: Digitales Höhenmodell, mit Grenzen des Moorkatasters. grün: Niedermoor, hellgrün: überdecktes Niedermoor, orange: Anmoor, rot: zerstörtes Moor (Kiesabbau).

Anhang 20 (Fortsetzung)

10 Literatur

- AG Tier- und Landschaftsökologie Deuschle & werkgruppe GRUEN (2005): Nutzungs-, Pflege- und Entwicklungskonzept zum Naturschutzgebiet „Erlich“- unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Karlsruhe, Karlsruhe, 188 Seiten.
- Bellmann, H., Buschle, A., Fröhlich, V., Klepser, H.-H., Mader, M., Müller, R. und J. Ott (1980): Landschaftsschutzgebiet Osterried bei Laupheim.- (=Führer durch Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 3), Karlsruhe, 78 Seiten.
- Benzing, A.G. (1968a): Der landschaftliche Rahmen der Baar-Moore.- in: Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (Hrsg.): Das Schwenninger Moos – Der Neckarursprung.- (= Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 5: 89-98), Ludwigsburg.
- Bertsch, F. (1935): Das Pfrunger Ried und seine Bedeutung für die Florengeschichte Südwestdeutschlands.- Beihefte zum Botanischen Centralblatt 54/B: 185-243, Kassel.
- Bertsch, K. & F. Bertsch (1938): Das Wurzacher Ried.- Veröffentlichungen der württembergischen Landesstelle für Naturschutz 14 : 59-146.
- Biewer, H. (1994): Landschaftsökologisch-moorkundliche Untersuchungen im Osterried bei Laupheim. II. Vegetation und Flora.- in: Böcker, R. & A. Kohler (Hrsg): Feuchtgebiete. Gefährdung – Schutz- Renaturierung. Hohenheimer Umwelttagung 26: 271-276.
- Biewer, H., Köttner, A. & P. Poschlod (1994): Landschaftsökologisch-moorkundliche Untersuchungen im Osterried bei Laupheim. III. Die generative Diasporenbank in unterschiedlich genutzten Flächen.- in: Böcker, R. & A. Kohler (Hrsg): Feuchtgebiete. Gefährdung – Schutz- Renaturierung. Hohenheimer Umwelttagung 26: 287-296.
- Biewer, H. & P. Poschlod (1997): Regeneration artenreicher Feuchtwiesen im Federseeried. Vegetation, Standorte und Bestandesdynamik nach Diasporeneintrag - (= Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg): Projekt "Angewandte Ökologie" 24), Karlsruhe, 344 Seiten.
- Biewer, H. & H. Brunner-Schäfer (2004): Pflege- und Entwicklungsplan für das Naturschutzgebiet Osterried (N-269).- unveröffentlicht, im Auftrag des Regierungspräsidiums Tübingen (Akten NSG Osterried N-269).
- Böcker, R., Geissler, S., Jansen, W., Kaule, G., Köhler, H., Pfadenhauer, J., Poschlod, P., Rahmann, H., Reck, H., Schopp-Guth, A., Schuckert, U. & R. Walter (1993): Monitoringkonzept Wurzacher Ried, Abschlußbericht.- Unveröffentlichtes Gutachten, Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie (Projektleitung und Koordination) der Universität Hohenheim, Institut für Landschaftsökologie der II der TU München/Weihenstephan, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie der Universität Stuttgart, Institut für Zoologie der Universität Hohenheim, Stuttgart, 312 Seiten.
- Böcker, R., Jansen, W., Kaule, G., Pfadenhauer, J., Poschlod, P., Rahmann, H., Reck, H., Schopp-Guth, A. & U. Schuckert (1994): Monitoring für den Hochmoorkomplex Wurzacher Ried. Teil 1: Einführung und Grundlagen.- in: Böcker, R. & A. Kohler (Hrsg): Feuchtgebiete. Gefährdung – Schutz- Renaturierung. Hohenheimer Umwelttagung 26: 93-98.
- Böcker, R., Kammerer, K., Koha, A., Reiber, A., Serranoli, M., Werner, A. & M. Röhl (2001): Restitutionspotenziale im Schwenninger Moos. Endbericht des Fachgutachtens zur Renaturierung des Naturschutzgebietes "Schwenninger Moos".- unveröffentlichtes Fachgutachten im Auftrag der BNL Freiburg, Freiburg, 208 Seiten.
- Böcker, R. (1997) (Hrsg): Erfolgskontrolle im Naturschutz am Beispiel des Moorkomplexes Wurzacher Ried.- (= Agrarforschung in Baden-Württemberg 28), Ulmer Verlag, Stuttgart-Hohenheim, 336 Seiten.
- Bogenrieder, A. (1982): Die Flora der Weidfelder, Moore, Felsen und Gewässer.- in: LfU, Landesanstalt für Umweltschutz (Hrsg.): Der Feldberg im Schwarzwald. Subalpine Insel im Mittelgebirge.- Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 12: 244-316, Karlsruhe.

Anhang 20 (Fortsetzung)

- Breuning, T. (1995): Die Biotoperhebungen in den naturräumlichen Großlandschaften Baden-Württembergs – Ergebnisse der Biotopkartierung 1981 – 1989.- In: Höll, N. und Breuning, T. (1995): Biotopkartierung Baden-Württemberg – Ergebnisse der landesweiten Erhebungen 1981-1989. Beiheft zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 81: 1-544, Karlsruhe.
- Briemle, G. (1980): Untersuchungen zur Verbuschung und Sekundärbewaldung von Moorbrachen im südwestdeutschen Alpenvorland.- *Disserationes Botanicae* 57: 1-269, Cramer, Vaduz.
- Caspari, S. (1991): Vegetationskundliche Untersuchungen an den Schwingdecken der Moorkolke des Hohlohsees und des Wildseemoors (Kaltenbronn, Nordschwarzwald).- *Naturschutzforum* 3/4 (1989/1990): 165-187.
- Dierssen, B. & K. Dierssen (1984): Vegetation und Flora der Schwarzwaldmoore.- Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 39: 1-512.
- Dierssen, K., Dierssen, B. (2001): Moore. - Ökosysteme Mitteleuropas aus Geobotanischer Sicht, Stuttgart (Hohenheim): Ulmer Verlag, 230 Seiten.
- Eggelsmann, R. (1990): Ökohydrologie und Moorschutz.- in: Göttlich, Kh. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde. 3. neubearb. Auflage, Stuttgart, Seiten 357 – 373,
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V. & Werner, W. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa.- *Scripta Geobotanica* 18: 1-262, 3. Auflage.
- European Commission (2013): Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR 28.- 146 Seiten.
- Görs, S. (1961): Das Pfrunger Ried. Die Pflanzengesellschaften eines oberschwäbischen Mooregebietes.- Veröffentlichungen der Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg und der württembergischen Bezirksstellen in Stuttgart und Tübingen 27/28: 5-45.
- Görs, S. (1968a): Die Flora des Schwenninger Moores.- in: Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (Hrsg.): Das Schwenninger Moos – Der Neckarursprung.- (= Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 5: 148-189), Ludwigsburg.
- Görs, S. (1968b): Der Wandel der Vegetation im Naturschutzgebiet Schwenninger Moos unter dem Einfluß des Menschen in zwei Jahrhunderten.- in: Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (Hrsg.): Das Schwenninger Moos – Der Neckarursprung.- (= Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 5: 190-284), Ludwigsburg.
- Göttlich, K. (1960): Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Moore in Oberschwaben. Teil I: Moore im Bereich der Altmoräne und der äußeren Jungmoräne.- *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg*, 115: 93-174, Stuttgart.
- Göttlich, Kh. (1962): Federseestudien.- *Jahresheft des Vereins für vaterländische Naturkunde Württemberg* 117: 141-177.
- Göttlich, Kh. (1964): Zur Stratigraphie, Entwicklungsgeschichte und Typologie der Moore in der Baar.- *Beiträge zur Phytologie, Arbeiten der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim* 30: 211-220.
- Göttlich, Kh. (1965 - 1980): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50000 mit Erläuterungen, Hrsg. vom Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und dem Regierungspräsidium Südwürttemberg-Hohenzollern (später Regierungspräsidium Tübingen), Abt. Wasserwirtschaft, Stuttgart: Landesvermessungsamt.
- Göttlich, Kh. (1968): Die Entwicklungsgeschichte des Schwenninger Moores und einiger wichtiger Moore der Baar.- in: Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (Hrsg.): Das Schwenninger Moos – Der Neckarursprung.- (= Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 5: 99-134), Ludwigsburg.
- Göttlich, K. (1973): Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Moore in Oberschwaben. Teil II: Moore im Bereich des württembergischen Allgäu.- *Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg*, 128: 127-141, Stuttgart.
- Göttlich, K. (1973): Das Naturschutzgebiet Weingartner Moor im Kreis Karlsruhe – Aufbau und Entwicklungsgeschichte.- *Veröff. Landesst. N. u. L. Bd.-Wttb.* 41: 166-179.

Anhang 20 (Fortsetzung)

- Göttlich, Kh. (1977): Öko-hydrologische Untersuchungen an südwestdeutschen Niedermoorstandorten unter der Einwirkung kulturtechnischer Eingriffe 1961-1973.- [Kuratorium für Wasser und Kulturbauwesen], Parey Verlag, Hamburg, 177 Seiten.
- Göttlich, Kh. (1990) (Hrsg.): Moor- und Torfkunde. - 3., neubearbeitete Auflage, Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), 529 Seiten.
- Gradmann, R. (1923a): Geographische Übersicht. In: Schoenichen, W. (Hrsg.): Das Naturschutzgebiet am Federsee in Württemberg. Beiträge zur Naturdenkmalpflege 8: 1-33.
- Gradmann, R. (1923b): Pflanzengeographie. In: Schoenichen, W. (Hrsg.): Das Naturschutzgebiet am Federsee in Württemberg. Beiträge zur Naturdenkmalpflege 8: 34-114.
- Grüttner, A. (1987): Das Naturschutzgebiet Briglirain bei Furtwangen.- Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württemberg 62: 161-271, Karlsruhe.
- Grüttner, A. (1990): Die Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe der Moore des westlichen Bodenseegebietes.- Dissertationes Botanicae 157, J. Cramer, Berlin – Stuttgart, 323 Seiten + Anhang.
- Grüttner, A. & R. Warnke-Grüttner (1996): Flora und Vegetation des Naturschutzgebietes Federsee (Oberschwaben) - Zustand und Wandel; mit einem Exkurs zur Vegetation des Allgemeinen Rieds im südlichen Federseebecken.- (= Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 86), Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 314 Seiten.
- Günzl, H. (1989): Das Naturschutzgebiet Federsee. Geschichte und Ökologie des größten Moores Südwestdeutschlands.- (=Führer durch Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 7); 2. erweiterte und verbesserte Auflage, Karlsruhe, 164 Seiten (1. Auflage: 1983, 115 Seiten).
- Günzl, H. (2007): Das Naturschutzgebiet Federsee. Ein Führer durch Landschaftsgeschichte und Ökologie.- Silberburg-Verlag, Tübingen, 126 Seiten.
- Heinle, E. (1985): Begründung für die Schutzwürdigkeit der „Oberbruchwiesen“ in Graben-Neudorf, Baden-Württemberg, und Vorschläge für Ihre Unterschutzstellung und Pflege aus der Sicht von Naturschutz und Landschaftspflege.- Diplomarbeit an der Fachhochschule Wiesbaden, 112 Seiten, Geisenheim.
- Hölzer, A. (1977): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen im Blindensee-Moor bei Schonach (Mittlerer Schwarzwald) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes.- Dissertationes Botanicae 36, 195 Seiten.
- Hölzer, A. & A. Hölzer (1994): Studies on the vegetation history of the Lautermoor in the Upper Rhine Valley (SW-Germany) by means of pollen, macrofossils and geochemistry.- Lotter, A.F. & B. Amann (Hrsg): Festschrift Gerhard Lang.- Dissertationes Botanicae 234: 309-336, Stuttgart.
- ILN Singen, Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz Singen (1999): Pflege- und Entwicklungskonzept für das Federseebecken in Oberschwaben.- im Rahmen des LIFE-Projektes "Sicherung und Entwicklung der Natur in der Federseelandschaft (SENF)", 1997-1999, (EU/Ministerium Ländlicher Raum Bad.-Württ.), 191 Seiten + Anhang.
- ILPÖ – Institut für Landschaftsplanung und Ökologie der Universität Stuttgart (1996): Räumlich differenzierte Schutzprioritäten für den Arten und Biotopschutz in Baden-Württemberg – Zielartenkonzept. 1691 S.
- Ilchner, G. (1959): Die Pflanzengesellschaften des Wurzacher Riedes. Zur Systematik, Ökologie und Kenntnis des Vegetationsgefüges von Moorgesellschaften.- Dissertation, Tübingen.
- Irsslinger, W. (1980): Die Vegetation im Naturschutzgebiet „Schwenninger Moos“ und seinen Randgebieten.- Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit Universität Freiburg, 118 Seiten.
- Irsslinger, W. (1983): Das Schwenninger Moos in der östlich des Schwarzwaldes gelegenen Baar.- Telma 13: 53-71, Hannover.
- Irsslinger, W. (1986): Die Pflanzendecke.- in: LfU, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (1986)(Hrsg.): Das Schwenninger Moos. Ein naturkundlicher Führer.- (= Führer durch Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 12: 28-72.

Anhang 20 (Fortsetzung)

- Köppler, D. (2004): Landschaften, Lebensräume und Vegetation.- in: Landesanstalt für Umweltschutz (Hrsg.): Wälder, Weiden, Moore. Naturschutz und Landnutzung im Oberen Hotzenwald (= Serie: Naturschutz-Spectrum, Themen 94). Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher, 440 Seiten.
- Köttner, A. (1993): Vegetation und Pflege der Streuwiesen im Osterried.- Diplomarbeit, Universität Hohenheim, Institut für Landeskultur und Pflanzenökologie, Stuttgart, 67 Seiten.
- Kapfer, A. (1988): Versuche zur Renaturierung gedüngten Feuchtgrünlandes – Aushagerung und Vegetationsentwicklung.- Dissertationes Botanicae 120: 1-144, J.Cramer Verlag, Berlin, Stuttgart.
- Kaule, G. (1974): Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. Landschaftsökologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Ziele der Raumordnung und des Naturschutzes.- (= Dissertationes Botanicae 27), Verlag J. Cramer, Lehre, 345 Seiten.
- Kretzschmar, F. & Bogenschütz, H. (1994): Pflege- und Entwicklungskonzeption Naturschutzgebiet „Schwenninger Moos“.- Unveröff. Gutachten im Auftrag der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Freiburg, 39 Seiten.
- Kuhn, L. (1961): Die Verlandungsgesellschaften des Federseeriedes. In: Zimmermann, W. (Hrsg.): Der Federsee. Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 2: 1-69. (= Dissertation Universität Tübingen 1954)
- Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (1968) (Hrsg.): Das Schwenninger Moos – Der Neckarursprung.- (= Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 5), Ludwigsburg, 362 Seiten.
- Lang, G. (1990): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebiets. – Pflanzensoziologie 17, 2. Aufl.- Fischer Verlag, Stuttgart/New York, 462 Seiten (1. Auflage: 1973, 451 Seiten).
- LfU, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (1986)(Hrsg.): Das Schwenninger Moos. Ein naturkundlicher Führer.- (= Führer durch Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 12), Karlsruhe, 216 Seiten.
- LfU, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2002)(Hrsg.): Moore in Baden-Württemberg - Eigenschaften, Inventur und Funktionen.- Materialien zum Bodenschutz 11, Karlsruhe, 14 Seiten.
- LUBW, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2009) (Hrsg.): Arten, Biotope, Landschaft. Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten. - 4. Aufl.: 312 S. Karlsruhe.
- LUBW, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2012): Moorkataster Baden-Württemberg.-
http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brs-web/show.xhtml?repositoryId=.Boden%20und%20Geologie.Moorkataster.moore.layer&pid=.Boden%20und%20Geologie.Moorkataster&AUTO_ANONYMOUS_LOGIN (Anwendung Moorkataster)
<http://rips-dienste.lubw.baden-wuerttemberg.de/rips/ripsservices/apps/uis/metadaten/beschreibung.aspx?typ=0&uuid=a193e6a9-6125-4c9d-9fea-30631d9270e0>
(Metadateninformation)
- Lüth, M. (1989): Die Pflanzengesellschaften des Wurzacher Riedes mit einer Vegetationskarte 1:5000.- Manuskript (im Auftrag der BNL Tübingen), 92 Seiten.
- Lüth, M. (1999): Auf schwankendem Grund – die Moore.- in: Landesanstalt für Umweltschutz (Hrsg.): Der Rohrhardsberg. Neue Wege im Naturschutz für den Mittleren Schwarzwald (= Serie: Naturschutz-Spectrum, Themen 91). Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher, 413 Seiten.
- Mayer, C. (1937): Die Niederungswälder und die Moore der Freiburger Bucht.- Bot. Jb. f. Systematik, Pflanzengesch. und Pflanzengeogr. 68: 216-243.
- Meynen, E. & J. Schmithüsen (1953-1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. - Selbstverlag der Bundesanstalt für Landeskunde, Remagen, 1339 S.
- Müller, K. (1924): Das Wildseemoor bei Kaltenbronn im Schwarzwald, ein Naturschutzgebiet.- Verlag G. Braun, Karlsruhe, 161 Seiten.
- Müller, K. (1941): Naturschutzgebiet Wildseemoor bei Wildbad-Kaltenbronn.- Veröffentlichungen der Württembergischen Landesstelle für Naturschutz 17: 7-56.

Anhang 20 (Fortsetzung)

- Naturschutzzentrum Wurzacher Ried (1998): Zehn Jahre Projekt "Wurzacher Ried". Internationale Fachtagung zur Erhaltung und Regeneration von Mooregebieten.- Margraf Verlag, Bad Wurzach, 263 Seiten.
- Oberdorfer, E. (1934): Zur Geschichte der Sümpfe und Wälder zwischen Mannheim und Karlsruhe.- Ver. Naturkunde Mannheim 100/101: 99-124.
- Oberdorfer, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I: Fels- und Mauergesellschaften, alpine Fluren, Wasser-, Verlandungs- und Moorgesellschaften.- Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 314 Seiten.
- Paul, H. (1923): Pilze, Flechten, Moose und Gefäßpflanzen. In: Schoenichen, W. (Hrsg.): Das Naturschutzgebiet am Federsee in Württemberg. Beiträge zur Naturdenkmalpflege 8: 115-159.
- Pfadenhauer, J., Krüger, G.-M. & E. Muhr (1990): Ökologisches Entwicklungskonzept Wurzacher Ried.- unveröff. Gutachten im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg, TU München/Weißenstephan, 304 Seiten.
- Raab, K. (1997): Moore und Anmoore in der Oberrheinebene.- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Materialien zum Bodenschutz 6, Karlsruhe, 114 Seiten, Ill., graph. Darst., Kt.
- Regierungspräsidium Freiburg (2010) (Hrsg.): Managementplan für das FFH-Gebiet „Oberer Hotzenwald“ bearbeitet von Ingenieurbüro Bischoff, 146 Seiten + Anhang.
- Regierungspräsidium Freiburg (2011) (Hrsg.): EU-LIFE-Projekt Oberer Hotzenwald LIFE 05 NAT / D / 000056, Technischer Endbericht.- bearbeitet von Ingenieurbüro Bischoff, 70 Seiten + Anhang.
- Regierungspräsidium Karlsruhe (2006) (Hrsg.): EU-LIFE-Projekt „Grindenschwarzwald“ LIFE 00 NAT / D / 7039, Abschlussbericht 2001 - 2005.- 79 Seiten + Anhang.
- Reiber, A. (2000): Ökologische Gefährdungsanalyse für das Schwenninger Moos – exogene und endogene Gefährdungsfaktoren – Wasser- und Nährstoffhaushalt - Mineralisierung - Regenerationspotential.- Diplomarbeit, Geographisches Institut, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, 117 Seiten + Anhang.
- Röhl, M. & R. Böcker (2003): Die Moore der Baar.- in: Siegmund, A. (Hrsg.): Faszination Baar, Konstanz, Seiten 65-78.
- Röhl, M. (2005): Ableitung von Restitutionspotenzialen als Entscheidungshilfe bei der Umsetzung von Moorschutzprogrammen.- Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie, Universität Hohenheim, Dissertation, Stuttgart, 334 Seiten.
http://opus.ub.uni-hohenheim.de/volltexte/2007/163/pdf/Diss_roehl.pdf
- Romer, S. & B. Schall (2004): Naturschutzgroßprojekt Pfrunger-Burgweiler Ried, Baden-Württemberg.- Natur und Landschaft 79(9/10): 454-460.
- Roth, S. (1993): Hydrologisch-entwicklungsgeschichtliche und vegetationskundlich-ökologische Charakterisierung des Osteriedes bei Laupheim.- Diplomarbeit, Universität Hohenheim, Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie, Stuttgart, 132 Seiten.
- Roth, S. & P. Poschod (1994): Landschaftsökologisch-moorkundliche Untersuchungen im Osterried bei Laupheim. I. Hydrologisch-entwicklungsgeschichtliche und vegetationskundlich-ökologische Charakterisierung.- in: Böcker, R. & A. Kohler (Hrsg.): Feuchtgebiete. Gefährdung – Schutz-Renaturierung. Hohenheimer Umwelttagung 26: 263-270.
- Schach, J. & Th. Breuning (2000): Nutzungs-, Pflege- und Entwicklungskonzept zum Naturschutzgebiet „Oberbruchwiesen“.- unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Karlsruhe, Karlsruhe, 115 Seiten.
- Schlenker, G. (1908): Geologisch-biologische Untersuchungen von Torfmooren: Das Schwenninger Zwischenmoor und zwei Schwarzwald-Hochmoore in Bezug auf ihre Entstehung, Pflanzen- und Tierwelt.- (= Mitteilungen der Geologischen Abteilung des Königlich-Württembergischen Statistischen Landesamtes 5), Stuttgart, 279 Seiten.
- Schneider, S. (1994): Vergleichende Untersuchungen zur Diasporenbank unterschiedlicher Vegetationstypen auf Niedermoorstandorten im Osterried bei Laupheim.- Diplomarbeit, Universität Hohenheim, Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie, Stuttgart, 120 Seiten.
- Schneider, S. & P. Poschod (1994): Landschaftsökologisch-moorkundliche Untersuchungen im Osterried bei Laupheim. III. Die generative Diasporenbank in unterschiedlich genutzten Flächen.-

Anhang 20 (Fortsetzung)

- in: Böcker, R. & A. Kohler (Hrsg.): Feuchtgebiete. Gefährdung – Schutz- Renaturierung. Hohenheimer Umwelttagung 26: 277-285.
- Schoenichen, W. (1923) (Hrsg.): Das Naturschutzgebiet am Federsee in Württemberg.- (= Beiträge zur Naturdenkmalpflege 8), Gebrüder Borntraeger, Berlin, 515 Seiten.
- Schopp-Guth, A. (1999): Renaturierung von Moorlandschaften.- (= Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 57), Landwirtschaftsverlag, 219 Seiten.
- Schuckert, U., Gremer, D., Deuschle, A. & P. Poschlod (1994): Monitoring für den Hochmoorkomplex Wurzacher Ried. Teil 2: Vegetation.- in: Böcker, R. & A. Kohler (Hrsg.): Feuchtgebiete. Gefährdung – Schutz- Renaturierung. Hohenheimer Umwelttagung 26: 99-110.
- Schuckert, U. (1997): Monitoring der Hoch- und Zwischemoorvegetation mit Methoden der Fernerkundung am Beispiel des Wurzacher Riedes.- (= Schriftenreihe Agrarwissenschaftliche Forschungsergebnisse 8), Verlag Dr. Kovac, 123 Seiten (Diss. Universität Hohenheim).
- Schuhwerk, F. (1988): Naturnahe Vegetation im Hotzenwald.- Dissertation, Universität Regensburg, Biologie und Vorklinische Medizin, 526 Seiten + Anhang.
- Serrancoli, M. (1999): Das Schwenninger Moos – Beurteilung der Moorenaturierung nach 20 Jahren Wiedervernässung unter besonderer Berücksichtigung der Gehölzsukzession.- Diplomarbeit, Fakultät für Biologie, Universität Tübingen, 114 Seiten + Anhang.
- Succow, M., Joosten, H. (2001)(Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. - 2., neu bearbeitete Auflage, Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), 622 Seiten.
- Ssysmank, A., Hauke, U., Rückriem, C. & Schröder, E. unter Mitarbeit von Messer, D. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000.- BfN Handbuch zur Umsetzung der FFH-Richtlinie und der Vogelschutzrichtlinie (= Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz Heft 53), BfN, Bonn- Bad Godesberg.
- Thomas, P. & K. Kübler-Thomas (1993): Das geplante Naturschutzgebiet Rußheimer Erlich und Neudorfer Bruch – Zustand, Schutz, Pflege und Entwicklung.- Gutachten im Auftrag der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe, 81 Seiten.
- von Sengbusch, P. & A. Bogenrieder (2001): Rückgang der Moorkiefer im südlichen Schwarzwald. Ökologische Untersuchungen an *Pinus rotundata* LINK.- Naturschutz und Landschaftsplanung 33: 249-254.
- von Sengbusch, P. (2002): Untersuchungen zur Ökologie von *Pinus rotundata* LINK (Moor-Kiefer) im Südschwarzwald.- Dissertation, Fakultät für Biologie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 151 Seiten.
- von Sengbusch, P. (2006): Ein multivariates Monitoring-Verfahren zur Bewertung der Gefährdung von Bergkiefern-Mooren im Schwarzwald.- Dissertationes Botanicae 400: 1-139, Borntraeger-Cramer, Stuttgart.
- Wagner, A. & I. Wagner (1993): Pflege- und Entwicklungsplan Pfrunger-Burgweiler Ried.- Auftragsarbeit BNL Tübingen. Unveröffentlicht. 214 Seiten.
- Wagner, A. & I. Wagner (1996): Pfrunger Ried Pflege- und Entwicklungsplan. Ökologische Grundlagen und Konzeption zum Schutz einer oberschwäbischen Moorlandschaft.- (= Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 85), Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 304 Seiten.
- Wagner, A. & I. Wagner (2006): Ökohydrologisches Gesamtkonzept NSG Taufach-Fetzachmoos.- Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidium Tübingen (Referat 56), 235 Seiten.
- Wagner, A. & I. Wagner (2011): Managementplan für das FFH-Gebiet 8226-341 „Feuchtgebietskomplexe nördlich Isny“.- Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidium Tübingen (Referat 56), 150 Seiten.
- Wuchter, K., Offenwanger, H., Röhl, M. & K. Reidl (2011): ReMoKo - Regionales Moorentwicklungskonzept – Abschlussbericht.- Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, Institut für Landschaft und Umwelt, Nürtingen, 157 Seiten.

Anhang 20 (Fortsetzung)

- Zier, L. (1989): Das Pfrunger Ried. Entstehung und Ökologie eines oberschwäbischen Feuchtgebietes.- (=Führer durch Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 10), 2. korrigierte und erweiterte Auflage, Karlsruhe, 310 Seiten (1. Auflage: 1985, 308 Seiten).
- Zillenbiller, E. (1954): Das Pfrunger Ried. Meliorationsgeschichte und Bodenphysikalische Untersuchungen.- Dissertation Universität Hohenheim, 91 Seiten.
- Zimmermann, W. (1961) (Hrsg.): Der Federsee. (= Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 2), Schwäbischer Albverein e.V., Stuttgart, 411 Seiten.

Anhang 21: *Fragenkatalog zur Bedeutung der Moore in der Landschaftsplanung*

Fragenkatalog zur Bedeutung der Moore in der Landschaftsplanung

Im Rahmen des BWPLUS- Projektes „Ökologische und ökonomische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg“ (im Auftrag des Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft) soll neben den ökologischen und ökonomischen Analysen auch die Bedeutung der Landschaftsplanung diesbezüglich bewertet werden.

Projektschwerpunkt ist die Aufarbeitung des Zielkonflikts zwischen Klima- und Naturschutz einerseits und den landwirtschaftlichen Nutzungsinteressen andererseits. Die Trade-Offs werden in einer ökonomisch-ökologische Modellierung dargestellt. Das Modell liefert Kostenabschätzungen unterschiedlicher Nutzungsoptionen zur Reduzierung der Klimawirksamkeit der Moore zusammen mit ihren Naturschutzsynergien, die mit alternativen Maßnahmen zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen vergleichend bewertet werden.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen werden Handlungsempfehlungen für die unterschiedlichen Moorregionen in Baden-Württemberg abgeleitet, wobei auch explizit die Bedeutung der Landschaftsplanung als querschnittsorientierte Planung herausgearbeitet werden soll.

Um die aktuelle Bedeutung der Landschaftsplanung hinsichtlich der Moore mit ihrer klimawirksamen Senkenfunktion einschätzen zu können, bitten wir Sie, sich kurz Zeit zu nehmen und die folgenden Fragen zu beantworten. Für Ihre Mithilfe bedanken wir uns!

- (1) Welchen Stellenwert hat der Moorschutz in Ihrer Region/Gemeinde im Allgemeinen?

- (2) Welche Moorschutzstrategien/Lösungsansätze zum Moorschutz (z.B. Förderprogramme, Vertragsnaturschutz, Großschutzprojekte etc.) wurden bisher auf regionaler bzw. kommunaler Ebene unternommen?

- (3) Wurden Moore im Landschaftsrahmenplan/Landschaftsplan bisher berücksichtigt?
Wenn ja, in welcher Form finden diese Berücksichtigung?
[z.B.: welche Funktionen werden dargestellt, welche Zielsetzungen werden vorgeschlagen (bspw. Ausweisung als „Vorrangflächen für den Naturschutz“), welche Maßnahmen wurden formuliert?]

- (4) Wie stark werden Moore in thematischen Karten/Textteil neben „Arten und Biotope berücksichtigt?

- (5) Finden sich Moore in kartographischen Darstellungen der Fachpläne wider?

Anhang 21 (Fortsetzung)

- (6) Wo liegen die Probleme/Hindernisse, den Moorschutz gezielt in den Landschaftsrahmenplan/Landschaftsplan einzubinden sowie umzusetzen?
(z.B. *landwirtschaftliche Besitzverhältnisse etc.*)
- (7) Bietet der Landschaftsrahmenplan/Landschaftsplan aus Ihrer Sicht eine geeignete Möglichkeit, Moorschutzkonzepte auf eine solide Basis zu stellen und damit gezielter umsetzen zu können?
- (8) Welche Moorschutzstrategien eignen sich aus Ihren Erfahrungen besonders, Maßnahmen zum Moorschutz umzusetzen?
- (9) Weitere Kommentare, Anregungen, Hinweise

Bitte senden Sie den Fragebogen ausgefüllt bis zum 15. Juli 2013 an folgende Adresse:

Verena Marggraff
Institut für Landschaftsplanung und Ökologie
Universität Stuttgart
email: vm@ilpoe.uni-stuttgart.de