

Der Mosbrucher Weiher – Bodenkundliche Kartierung und Charakterisierung eines Moores in einem verlandeten Maar

Bachelorarbeit
vorgelegt von

Willi Geiger

Matrikelnummer: 1026094

E-Mail: s6wigeig@uni-trier.de

Leanderstraße 8
54295 Trier

Angefertigt im Studiengang Bachelor of Science (B.Sc.) in
Angewandter Geographie an der Universität Trier,
Studienrichtung Physische Geographie

Wintersemester 2013/2014

Erstprüferin:

Dr. Birgit Kausch

Zweitprüfer:

Dr. Oliver Gronz

Danksagung

Zu Beginn möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mir diese Arbeit ermöglicht und mich während meines Studiums unterstützt haben.

Mein Dank gilt vornehmlich der Bodenkundeabteilung des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. Hierbei danke ich dem Geologiedirektor DR. ERNST-DIETER SPIES für die Unterstützung der Kartierarbeiten und der Möglichkeit zur Nutzung der Kartengrundlagen im Rahmen eines Werkvertrages. Weiterhin möchte ich DR. ULRICH DEHNER für die erkenntnisreichen Fachdiskussionen und MICHAEL GOLDSCHMITT für jegliche Hilfestellungen bei der Datenverarbeitung im GIS und Access danken. Ganz besonderer Dank gilt BRITTA VOM LEHN und MARION MAYS. Ich danke Euch herzlichst für die schönen und langen Tage am und im Moor. In kurzer Zeit wurde ich sowohl fachlich als auch technisch von Euch zum begeisterten Moorkundler ausgebildet. An dieser Stelle möchte ich mich nochmals bei BRITTA VOM LEHN für die großartige Unterstützung während der gesamten Arbeit bedanken.

Ein weiterer Dank gilt der Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz und ihrem EU LIFE Moor-Projekt, welches diese Arbeit erst ermöglicht hat. Hierbei danke ich dem Projektleiter MORITZ SCHMITT und ebenfalls JAN HOFFMANN.

Für Rat und Tat und zu jederzeit standen mir auch meine Betreuer von der Universität Trier zur Seite. So möchte ich mich bei DR. BIRGIT KAUSCH für viele Ratschläge bezüglich wissenschaftlichem Arbeitens und DR. OLIVER GRONZ für die enorme Hilfestellung bei den MATLAB-Arbeiten bedanken.

Nicht Zuletzt möchte ich mich bei meiner Familie, bei meiner Freundin, meinen Freunden und natürlich meiner grandiosen Wohngemeinschaft für die Motivation, Verrücktheit und schöne Zeit, bedanken.



Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
1. Einleitung.....	1
1.1 Einführung in das Projekt EU LIFE+	1
1.2 Aufgaben und Zielsetzung.....	3
2. Moore.....	5
2.1 Entstehung und Entwicklung	6
2.2 Moordegradation und Zersetzungsprozesse	7
2.3 Klassifikation	8
2.4 Kohlenstoffsinken und -quellen.....	15
3. Mosbrucher Weiher	17
3.1 Geographischer Überblick	17
3.2 Geologie	19
3.3 Entwicklungs- und Nutzungsgeschichte	20
4. Material und Methoden	22
4.1 Geländearbeit	22
4.1.1 Material und Grundlagen.....	22
4.1.2 Bohrungen und Profilaufnahme	27
4.1.3 pH-Messungen	31
4.1.4 Probenahme.....	32
4.2 Laboranalyse	33
4.3 Datenverarbeitung und Darstellung am Computer.....	34
4.3.1 Verarbeitung der Aufnahmebögen.....	34
4.3.2 Karte und Interpolation der Moor- und Torfmächtigkeiten (ArcGIS).....	35
4.3.3 3D-Modelle und Catena (MATLAB und GOCAD)	35
4.3.4 Berechnung der Kohlenstoffmenge.....	37

5.	Auswertung der Gelände- und Laborergebnisse, Darstellung	38
5.1	Definition der Moormächtigkeit und der Substratgruppen	38
5.2	Profilauswertung mit Laborergebnissen.....	40
5.3	Oberflächennahe pH-Werte	43
5.4	Visuelle Darstellung des Moorkörpers.....	44
5.4.1	Kartographie der Moor- und Weißtorfmächtigkeit	44
5.4.2	3D-Modelle und Volumenberechnung	46
5.4.3	Catena	49
5.5	Kohlenstoffmenge des Moores.....	52
6.	Einordnung des Moores.....	54
7.	Zusammenfassung mit Ausblick.....	56
	Literaturverzeichnis	VIII
	Erklärung zur Bachelorarbeit.....	XII
	Anhang.....	XIII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: LIFE-Programm Logo	1
Abbildung 2: EU LIFE-Moor-Projekt Gebietsübersicht	2
Abbildung 3: Projektpartner EU LIFE-Moor-Projekt	3
Abbildung 4: Regenmoor	10
Abbildung 5: Versumpfungsmoor	11
Abbildung 6: Verlandungsmoor	11
Abbildung 7: Kesselmoor	12
Abbildung 8: Überflutungsmoor	12
Abbildung 9: Hangmoor	12
Abbildung 10: Quellmoor	13
Abbildung 11: Durchströmungsmoor	13
Abbildung 12: Übersicht der ökologischen Moortypen Mitteleuropas	14
Abbildung 13: Austausch klimarelevanter Gase in Moorböden	15
Abbildung 14: Übersicht NSG Hochkelberg mit Mosbrucher Weiher	17
Abbildung 15: Luftaufnahme Hochkelberg mit Mosbrucher Weiher	18
Abbildung 16: Arbeitsgeräte für die Bohrungen	23
Abbildung 17: Karte „Mosbrucher Weiher“ mit Bohrpunkten	26
Abbildung 18: Ziehen der Bohrung	27
Abbildung 19: Präparieren des Bohrprofils	27
Abbildung 20: Fotografieren des Bohrprofils	27
Abbildung 21: Aufnahme des Bohrprofils	28
Abbildung 22: Probenahme KLB 017	32
Abbildung 23: Bohrprofil Mos_120	32
Abbildung 24: Profil KLB 018	32
Abbildung 25: Auswertung der Stechzylinderproben	34
Abbildung 26: Tiefenprofil der Laborergebnisse Profil KLB 017	41
Abbildung 27: Tiefenprofil der Laborergebnisse Profil KLB 018	42
Abbildung 28: Moormächtigkeit im Mosbrucher Weiher	45
Abbildung 29: Weißtorfe im Mosbrucher Weiher	46
Abbildung 30: MATLAB 3D-Modelle im Vergleich	47
Abbildung 31: MATLAB 3D-Modell mit Luftbild	47
Abbildung 32: GOCAD 3D-Modell	48
Abbildung 33: GOCAD 3D-Modelle mit Luftbild	49

Abbildung 34: Lage der Catenen	49
Abbildung 35: W-O-Catena	50
Abbildung 36: West-Ost-Schnitt mit Luftbild	50
Abbildung 37: N-S-Catena	51
Abbildung 38: Nord-Süd-Schnitt mit Luftbild	52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Materialien für Kartierung und Probenahme.....	22
Tabelle 2: Substratkennzeichnung	28
Tabelle 3: Zersetzungsgrad nach v. POST	30
Tabelle 4: Substratgruppen mit Kennzeichnung.....	39
Tabelle 5: Laborergebnisse Profil KLB 017	40
Tabelle 6: Laborergebnisse Profil KLB 018	41
Tabelle 7: Oberflächennahe pH-Werte	43
Tabelle 8: Volumen der 3D-Modelle	49
Tabelle 9: Berechnung der Kohlenstoffmenge	52
Tabelle 10: Ergebnisse von Volumen und Kohlenstoffmenge	53

Abkürzungsverzeichnis

FFH	Flora-Fauna-Habitat
HNE	Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
KA 5	Bodenkundliche Kartieranleitung, Hannover 2005
LGB	Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
NSG	Naturschutzgebiet
Projekt	EU LIFE-Natur-Projekt Moore
TRD	Trockenrohdichte

1. Einleitung

In den letzten Jahrzehnten gewinnen Moore auf internationaler Ebene an Bedeutung. Somit ergeben sich Fragestellungen bezüglich land- und forstwirtschaftlicher Nutzung, Rohstoff- und Wasserwirtschaft, Ressourcenschutz, Umweltschutz, aber auch für den Naturschutz (Succow & Joosten 2001: S. 1). Nach wie vor werden weltweit Moore entwässert, aufgeforstet und Torf abgebaut. Im Zuge der Klimadiskussion steigt das Bewusstsein für die Schutzwürdigkeit der Moore.

Im Folgenden wird das EU LIFE-Natur-Projekt mit dessen Zielen und Projektpartnern vorgestellt. In diesem Rahmen ist in Zusammenarbeit mit dem Bodenkundereferat des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz - Abteilung 3 Boden/Grundwasser - diese Arbeit entstanden. Des Weiteren sollen die Aufgaben und Ziele für diese Arbeit definiert werden.

1.1 Einführung in das Projekt EU LIFE+

Das Finanzierungsinstrument LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement) ist für die Förderung von Umwelt- und Naturschutzaktivitäten nutzbar. Dabei übernimmt die Europäische Union in der Regel 50 Prozent der Kosten für Entwicklungsmaßnahmen in beispielsweise LIFE-Natur-Projekten, wodurch wertvolle Lebensräume und gefährdete Tier- und Pflanzenarten geschützt und erhalten werden sollen (Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz 2014: o. S.). Das LIFE Programm hat seit 1992 bereits vier erfolgreiche Phasen durchlaufen und etwa 3.954 Projekte in der Europäischen Union mitfinanziert (European Commission 2014: o. S.). Die Letzte Phase lief im Zeitraum vom 1. Januar 2007 bis 31. Dezember 2013, trug als Nachfolgeprogramm den Titel LIFE+ und wurde in drei Bereiche gegliedert:

LIFE+ „Natur und biologische Vielfalt“

LIFE+ „Umweltpolitik und Verwaltungspraxis“

LIFE+ „Information und Kommunikation“



Abbildung 1: LIFE-Programm Logo
(European Commission 2014: o. S.)

Die eingereichten Projekte müssen dabei diverse Kriterien erfüllen, welche im Interesse der Union und deren Umweltpolitik, sowie in einem technisch und finanziell sinnvollen Rahmen, liegen. Hierbei stellen Demonstrationsprojekte für den Schutz von natürlichen Lebensräumen

1. Einleitung

und ebenfalls der Demonstrationscharakter zu den Umweltzielen der Gemeinschaft, wichtige Kriterien dar (Europäische Union 2010: o. S.).

Die Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz startete zum 1. Januar 2011 das EU LIFE-Natur-Projekt zur „Wiederherstellung und Erhalt von Hang-, Hoch- und Zwischenmooren sowie angrenzenden Lebensräumen im Hunsrück und der Eifel“. Dieses Projekt läuft bis Ende des Jahres 2016 und dient der Renaturierung von Moorflächen und Moorlandschaften (Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz 2014: o. S.).



Abbildung 2: EU LIFE-Moor-Projekt Gebietsübersicht
(Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz 2014: o. S.)

Die Projektgebiete sind in Abb. 2 dargestellt. Sie wurden aufgrund ihrer Besonderheit als FFH-Gebiete ausgewiesen und gehören deshalb dem europäischen Schutzgebietsverbund „Natura 2000“ an (Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz 2014: o. S.). Das Untersuchungsgebiet dieser Arbeit zählt zu den Eifelmaaren.

Die Moorlebensräume sind durch Entwässerung, Torfabbau und Aufforstungen in der Vergangenheit stark beeinflusst worden, was zu negativen Veränderungen geführt

hat. Durch die Renaturierung der Moorflächen sollen sich seltene und bedrohte moortypische Pflanzen und Tiere wieder ansiedeln und mittelfristig wieder Torf gebildet werden, was einen wichtigen Beitrag für den Klimaschutz darstellt. Die Maßnahmen für die Umsetzung dieser Ziele reichen hierbei von der Wiedervernässung, der Entnahme der standortsfremden Bestockung, der Wiederansiedlung gefährdeter Arten, sowie über Öffentlichkeitsarbeit und schließlich der Untersuchung der klimarelevanten Effekte von Mooren (Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz 2014: o. S.).

1. Einleitung

Nachfolgend werden die beteiligten Projektpartner (Abb. 3) mit ihren jeweiligen Aufgaben innerhalb des Projektes kurz vorgestellt:

Die Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz ist eine gemeinnützige Stiftung des öffentlichen Rechts und ist der hauptverantwortliche Projektkoordinator. Durch die Stiftung soll die Maßnahmenplanung und -umsetzung koordiniert, überwacht und dokumentiert werden. Die Landesforsten Rheinland-Pfalz sind ein enger Kooperationspartner der Stiftung, was die Planung und Ausführung der Maßnahmen betrifft. Des Weiteren ist die Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft durch Kompetenzen in Wasserrückhaltemaßnahmen und die Schulung der Forstpraktiker in das Projekt involviert. Das Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz ist für die Bereitstellung von Informationen über den Untergrund sowie die Beratung bei den Wiedervernässungsmaßnahmen verantwortlich. Die Aufgaben der Abteilung Boden/Grundwasser liegen außerdem darin, die Moore räumlich abzugrenzen, ihren Zustand zu erfassen und auf ihre Entwicklung einzugehen. Weitere Partner sind das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten und der NABU Rheinland-Pfalz. Beide sind in das Projekt als Kofinanzierer bezüglich Klima- und Naturschutz eingebunden (Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz 2014: o. S.).

Stiftung Natur und Umwelt
Rheinland-Pfalz



Abbildung 3: Projektpartner EU LIFE-Moor-Projekt
(Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz 2014: o. S.)

1.2 Aufgaben und Zielsetzung

Die Aufgaben dieser Arbeit sind es, zunächst auf die Moorthematik aufmerksam zu machen. Was sind Moore, wie entstehen diese und wie lässt sich die Vielfalt dieser Landschaften gliedern oder zuordnen? Wofür sind Moore gut oder auch schlecht? Warum spricht man von einer bundesweiten, ja sogar weltweiten Gefährdung von Mooren und was hat das alles mit dem

Klima zu tun? Diese Fragen sollen erst einmal geklärt werden und anhand einer Moorkartierung am Mosbrucher Weiher, moorkundliches Arbeiten vorgestellt werden. Dabei geht es darum, den aktuellen Zustand des Moores zu erfassen und das Moor aus landschaftsökologischer Sicht zu charakterisieren.

Bodenkundliche Kartierarbeiten - als Teilbereich der physischen Geographie - sollen hierbei Aufschluss über die räumliche Lage und die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Moores geben. Die Geländetätigkeiten sollen vorgestellt werden, da sie eine große Datengrundlage bieten, welche ebenfalls in dieser Arbeit vorgestellt und ausgewertet werden soll. Dabei wird ein großer Fokus auf den visuellen Einblick in den Moorkörper gesetzt. Dies soll durch unterschiedliche Modellierungen und Darstellungsmöglichkeiten am Computer umgesetzt werden.

Durch Laboranalysen sollen weitere Informationen über das Moor generiert werden, welche zur landschaftsökologischen Einordnung und Interpretation des Ökosystems und dessen Entwicklung, beisteuern. Weiterhin ist die gebundene Kohlenstoffmenge im Moorkörper von deutlichem Interesse, genauso wie die methodische Erfassung dieser.

Durch vorhergehende Kartierarbeiten im FFH-Gebiet „Moore bei Weißenseifen“, mit den Bearbeitungsgebieten Heidemoor bei Weißenseifen, Truffvenn bei Burbach und Dreiherriger Stein, stehen Ergebnisse als Vergleichsbasis zur Verfügung (Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz 2014: o. S.). Diese Ergebnisse wurden im Rahmen einer Diplomarbeit ebenfalls in Zusammenarbeit mit dem LGB erstellt und zusammengetragen. Die methodischen Vorgehensweisen sind deshalb teilweise die gleichen. Unterschiede ergeben sich aus der jeweiligen Moorcharakteristik und sollen daraufhin verglichen und diskutiert werden.

Das Untersuchungs- und sogleich Projektgebiet soll zusammenfassend vorgestellt werden und wesentliche Informationen durch bodenkundliche Arbeit im Gelände, im Labor und am Computer zur Planung der Renaturierungsmaßnahmen beitragen.

2. Moore

„Moore leben vom Wasser – eine Binsenweisheit (...)“

(SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 27)

Der Begriff „Moor“ wird in vielen Bereichen und auf internationaler Ebene unterschiedlich definiert. Das hat seinen Ursprung in den unterschiedlichen Sichtweisen und Fragestellungen, welche Moore betreffen. In dieser Arbeit wird der Begriff nach SUCCOW & JOOSTEN (2001: S. 2f) für Landschaften verwendet, in welchen Torf gebildet wird oder dieser oberflächlich ansteht. Dabei sind auch Lebensräume eingeschlossen, welche keine deutlichen Torfschichten führen, jedoch die Torfakkumulation möglich ist. Dies sind in Mitteleuropa Überflutungsräume und vor allem abgelassene Seen, in denen Ablagerungssedimente, also Mudden enthalten sind. Aus dieser landschaftsökologischen Sicht sind intakte, naturnahe und degradierte Moore eingeschlossen. Zu den ursprünglichen landschaftsökologischen Funktionen gehört die Bereitstellung von Lebensraum für angepasste Arten, die Aufnahme und Retention von Überschusswasser und die Aufnahme und dauerhafte Speicherung von Stoffen aus dem Stoffkreislauf in den Torfen (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 2f; SCHOPP-GUTH 1999: S. 15).

Durch die permanente Wassersättigung überleben nur wenige spezifisch angepasste Tier- und Pflanzenarten, was diese ökologischen Standorte so besonders und schutzwürdig macht (SCHOPP-GUTH 1999: S. 14). Der Wasserüberschuss spielt demzufolge bei Moorlandschaften eine entscheidende Rolle und prägt somit das Landschaftsbild (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 3).

Es gibt noch weitere Feuchtlebensräume wie Sümpfe, Marschen und Feuchtheiden, welche eine initiale Torfbildung aufweisen können. Da diese aber teilweise nur saisonal überflutet werden und nicht permanent wassergesättigt sind, kommt es rasch zum Abbau der organischen Substanz (DIERBEN & DIERBEN, POTT 2008: S. 8; SCHOPP-GUTH 1999: S.14). Des Weiteren unterscheiden sich Moore von Sümpfen, weil diese sich durch einen Torfkörper von der mineralischen Umgebung abgrenzen. Der Torfkörper enthält dabei auch biogen bedingte mineralische Ablagerungen wie Quellschalke und Mudden (SCHOPP-GUTH 1999: S.14).

Aus bodenkundlicher Sicht sind Moore Böden aus Torfen, welche eine Mächtigkeit von mindestens 30 cm betragen. Die zwischengelagerten mineralischen Schichten und Mudden dürfen hierbei einen Flächenanteil von 30 % nicht überschreiten (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden

2005: S. 257). Wenn in der Trockenmasse mehr als 30 % organische Substanz enthalten ist, spricht man vom Torf (GÖTTLICH 1976: S. 2). Unter bestimmten Umständen und in speziellen Moortypen (z.B. Verlandungsmoor) kann es zu Substratbildungen kommen, welche diesen Gewichtsanteil unterschreiten, aber durch ihre Bildungsbedingungen dennoch zu den Torfen gehören. Diese organischen Substrate mit einem in SUCCOW & JOOSTEN (2001: S. 58) definierten Gewichtsanteil von $< 30 - 5$ Prozent im Trockenanteil werden als Antorfe bezeichnet, bzw. als Anmoor ($< 30 - 15$ %)

In diesem Kapitel soll die Entstehung, Degradation und die Klassifikation von Mooren erläutert werden. Weiterhin soll auf die Bedeutung von Mooren als Kohlenstoffsenken und -quellen aufmerksam gemacht werden.

2.1 Entstehung und Entwicklung

Moorentwicklung hängt vom Landschaftsrelief, der Hydrologie und dem Klima ab. Die Entwicklung heutiger Moore ist bis zu 12000 Jahre alt (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 31). Moore entstehen durch Verlandung von Gewässern oder durch die Versumpfung terrestrischer Lebensräume (DIERBEN & DIERBEN, POTT 2008: S. 9). Voraussetzung ist immer der Luftmangel, welcher den Abbau der Streu hemmt. Dieser wird durch hohes Grundwasser bzw. Oberflächenwasser oder durch perhumides Klima erzeugt (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2010: S. 343).

Sobald sich die hydrologischen Bedingungen an einem Standort soweit verändern, dass der Grundwasserspiegel steigt oder Abfluss und Verdunstung sinken, kommt es zur Versumpfung von Mineralböden und Torfbildung. Dabei wird die gebildete Phytomasse durch hoch ansteigendes Grundwasser nicht vollständig mineralisiert (DIERBEN & DIERBEN, POTT 2008: S. 9).

Wenn Gewässer verlanden, werden zunächst Seesedimente akkumuliert. Durch den niedrigen Sauerstoffgehalt wird die organische Substanz, welche vorrangig aus Resten und Exkrementen des Seenplanktons oder aus Makrophyten besteht, nicht oder nur unvollständig mineralisiert. Diese Ablagerungen werden als Mudden bezeichnet (DIERBEN & DIERBEN, POTT 2008: S. 9). Sie werden je nach Zusammensetzung in organische und organo-mineralische Mudden unterteilt, welche einen organischen Anteil von ≥ 30 Masse-Prozent und 5 bis < 30 Masse-Prozent besitzen (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 164).

Mudden sind limnische Sedimente und unterscheiden sich daher von Torfen in ihren Bildungsbedingungen. Sie werden sedimentär am Gewässerboden abgelagert und sind von Anfang an

durch reduzierende Bedingungen charakterisiert. Weiterhin weisen sie häufig graugrünliche Olivttöne auf und lassen sich durch ihre besonderen Eigenschaften wie hohe Plastizität und auch eine gewisse Elastizität kennzeichnen (GÖTTLICH 1976: S. 130).

Mit fortschreitender Verlandung des Gewässers überlagern im Idealfall Torfe die Mudden (DIERBEN & DIERBEN, POTT 2008: S. 9). Durch großklimatische Veränderungen oder anthropogene Einflüsse, kann es jedoch auch zu anderen Ablagerungsfolgen kommen (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 31).

Torf ist eine organische Substanz, welche vorwiegend aus abgestorbenem, pflanzlichem Material besteht. Torfe werden sedentär abgelagert, was bedeutet, dass diese von unten nach oben hin aufwachsen. Das in der Struktur meist noch erkennbare Pflanzenmaterial ist durch den Sauerstoffmangel im Abbauprozess gehindert. Dieser Mangel basiert auf der Wassersättigung des Standortes (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 8). Im Durchschnitt wachsen Torfe 1-2 mm pro Jahr und weisen teilweise eine lange Entwicklungsgeschichte auf (SCHOPP-GUTH 1999: S. 14).

Sobald die Primärproduktion von Torf den Abbau der organischen Substanz übersteigt, wird Torf akkumuliert. In diesem Fall handelt es sich um ein wachsendes Moor (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 8). Im Gegenzug dazu wird beim entwässerten Moor der stillgelegte Stoffkreislauf wieder mobilisiert, was bedeutet, dass Wasser drainiert und die organische Substanz oxidativ biochemisch abgebaut wird. Es werden dabei Prozesse ausgelöst, die zu irreversiblen Veränderungen der biologischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften führen (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 23). Man spricht hierbei von der Moordegradation.

2.2 Moordegradation und Zersetzungsprozesse

Bei der Entwässerung von Mooren kommt es zunächst zu einem Sackungsvorgang (*Moorsackung*) des Torfkörpers. Dies ist auf einen fehlenden Auftrieb der Torfschicht zurückzuführen. Die abgesackte Mooroberfläche ist bis zum Grundwasserstand belüftet und von bodenbildenden Prozessen betroffen. Schrumpfungs- und Quellungsprozesse führen zur *Gefügebildung*, während parallel dazu Zersetzungsprozesse ablaufen (SCHOPP-GUTH 1999: S. 61f; LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 36ff).

Bei der *Mineralisierung* werden die organischen Stoffe mikrobiell bis zu niedermolekularen Verbindungen wie Kohlendioxid, Methan und Wasser abgebaut. Zusätzlich werden Pflanzennährelemente wie Magnesium, Eisen, Stickstoff und Schwefel freigesetzt (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 9; SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2010: S. 52).

Die Bildung von Huminstoffen wird als *Humifizierung* beschrieben. Diese Stoffe setzen sich aus der dunkel gefärbten, amorphen Substanz des Bodens (Makromoleküle) zusammen, welche aus Spaltprodukten der ursprünglichen Substanz aufgebaut sind. Es handelt sich hierbei vor allem um Lignin, aber auch Fette, Wachse, Kohlenhydrate und Proteine. Huminstoffe verbleiben durch ihre hohe Resistenz gegenüber mikrobiellem Abbau eine lange Zeit im Boden (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 9).

Somit führen Zersetzung, die Aktivität von Bodentieren, Schrumpfung und Quellung zur *Vererdung* (Krümelgefüge) der oberen Bodenschichten und es entstehen charakteristische Bodenhorizonte (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 38). In der Bodensystematik wird daher zwischen natürlichen und vererdeten/vermulmten Mooren unterschieden. Der Moorschwind kann bei Nutzung und Entwässerung jährlich bis zu 1 cm betragen (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2010: S. 345). Die Moordegradierung ist überwiegend auf anthropogene Entwässerung und Nutzung zurückzuführen und seltener auf klimatisch bedingte Trockenphasen (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 36).

2.3 Klassifikation

Durch die Vielseitigkeit der landschaftlichen Bedingungen und Prozesse ergibt sich eine Vielzahl an unterschiedlichen Moorausbildungen. Deshalb stellt sich die Aufgabe für Moorkundler, diese zu klassifizieren und in bestimmte Kategorien einzuordnen (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 5). Im Folgenden sollen die wesentlichen Klassifikations- und Gliederungsprinzipien näher beleuchtet werden.

Dreigliederung

Die am häufigsten verwendete Gliederung unterteilt die Moore in Niedermoor, Übergangsmoor und Hochmoor. Dabei stellen die Pflanzendecke und die Wasserversorgung die entscheidenden Kriterien dar (GÖTTLICH 1976: S. 22).

Niedermoores sind durch relativen Nährstoffreichtum geprägt. Somit kommen sie in der Umgebung von nährstoffreichen Böden oder häufig auch bei der Verlandung von nährstoffreichen Gewässern vor. Wichtig ist hierbei der Reichtum an Pflanzennährstoffen, welcher sich auch in den Torfen widerspiegelt (GÖTTLICH 1976: S. 3). Der Wasserhaushalt ist charakterisiert durch den Einfluss von Grund- oder Überflutungswasser, also Mineralbodenwasser, welches geringfügig unter oder über der Geländeoberfläche ansteht (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 163).

Die Übergangsmoores (Zwischenmoores) bilden den Übergangsbereich vom Nieder- zum Hochmoor. Demnach sind Pflanzenbedeckung und ökologische Bedingungen in einem Übergangsstadium. Die Vegetation setzt sich aus typischen Nieder- und Hochmoorarten zusammen, welche inselhaft vorkommen können. Nach der vegetationsökologischen Zwischenstellung zufolge, wird hierbei auch der Begriff Zwischenmoor verwendet. Die Oberfläche des Moores beginnt über das mineralstoffreiche Wasser hinauszuwachsen (GÖTTLICH 1976: S. 6; BUND 2014: o. S.). Da die Entwicklung vom Nieder- zum Hochmoor stattfindet, wird nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA 5) das Übergangsmoor dem Niedermoor als Moorbodensubtyp untergeordnet (GÖTTLICH 1976: S. 6, Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 163).

Hochmoores lassen sich in ihrer Oberflächenform deutlich von den Niedermoores unterscheiden, da sie unabhängig von Quell- und Grundwasser mehrere Meter über die Mineralbodenoberfläche aufgewölbt sind (GÖTTLICH 1976: S. 4). Sie sind überdies dadurch gekennzeichnet, dass sie durch Niederschlagswasser gespeist werden (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 164). Das autonome Wasserregime bedingt klimatische Voraussetzungen, wie eine positive Wasserbilanz in der Landschaft, wo entsprechende Niederschlagssummen die Abflüsse und Verdunstung übersteigen. Trotz der Nährstoffarmut des Regenwassers, den sehr niedrigen pH-Werten und einer hohen Sauerstoffarmut bilden Hochmoores mächtige Torfschichten aus (GÖTTLICH 1976: S. 4). Es wird zwischen wurzelechten Hochmoores und nicht wurzelechten Hochmoores unterschieden. Erstere entstehen ombrogen, was bedeutet, dass diese auf nassem, mehr oder weniger undurchlässigem Boden entstehen und durch Niederschlagswasser genährt werden. Diese werden Versumpfungshochmoores genannt. Im Gegensatz dazu entstehen nicht wurzelechte Hochmoores auf dem Niedermooortorf eines verlandeten Sees, wobei sie die Übergangsphase eines Übergangsmoores durchlaufen (GÖTTLICH 1976: S. 5).

Hydrogenetische Klassifikation

Die Entstehung und Entwicklung eines Moores ist vor allem auf die hydrologischen Bedingungen zurückzuführen. Der Wasserhaushalt ist geprägt von den klimatischen Verhältnissen des betreffenden Gebietes, der Pflanzendecke, des Mooruntergrundes sowie den vorliegenden Relief- und Bodenverhältnissen (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 31). Des Weiteren ist das Wasserdargebot, die Herkunft des Wassers und die hydrologischen Eigenschaften der Moorvegetation und der Torfe selbst, für die Art der Moorbildung verantwortlich (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 235).

Zunächst einmal lassen sich Moore durch die Herkunft des Wassers in geogene (Mineralbodenwasser ernährte) und ombrogene (durch Niederschlag ernährte) Moore gliedern. Weiterhin können sich die Moorgrundtypen in ihrer Entwicklung durch Veränderungen des Wasserregimes räumlich oder zeitlich überlagern. Dabei lassen sich primäre und sekundäre Moortypen kennzeichnen (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 32; SCHOPP-GUTH 1999: S. 49). Es lassen sich demnach acht hydrologisch-entwicklungsgeschichtliche Moortypen unterscheiden, welche nachfolgend beschrieben werden sollen:

Als Regenmoore werden alle ombrogenen Moore zusammengefasst. Grundvoraussetzung ist ein ausreichender Feuchtigkeitsüberschuss. Das passiert wenn Niederschläge die Verdunstung erheblich übersteigen und sich Pflanzen durchsetzen, welche mit wenig Nährstoffen auskommen (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 65). Dies sind hauptsächlich Torfmoose (*Sphagnum*), welche eine hohe Speicherkapazität aufweisen (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 237). In Abb. 4 ist ein Regenmoor schematisch dargestellt und zeigt die aufgewölbte Regenmoorweite, welche einen eigenen Moorwasserspiegel besitzt, der deutlich über dem Grundwasserspiegel liegt. Es ist als Hochmoor anzusprechen. Regenmoore lassen sich somit von allen anderen Mineralbodenwasser ernährten Mooren unterscheiden (SCHOPP-GUTH 1999: S. 47f; SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 65f).

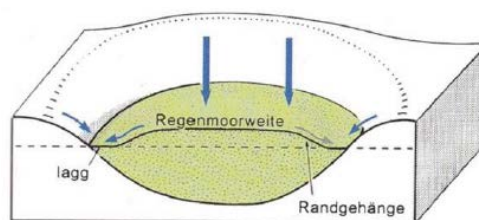


Abbildung 4: Regenmoor
(LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 15)

Versumpungsmoore bedingen einen Grundwasseranstieg in abflusslosen Niederungen und Becken, wobei die mineralische Basis meist wasserdurchlässig ist (Abb. 5). Sie gehören zu den meist verbreiteten Moortypen in Deutschland (SCHOPP-GUTH 1999: S. 32). Die häufig auftretenden Wasserstandsschwankungen durch Klimaänderungen, Meeresspiegelanstieg, Landnutzung und Biberdämme führen zusammen mit der geringen Wassertiefe der Sümpfe zu stark zersetzten Torfen (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 236).

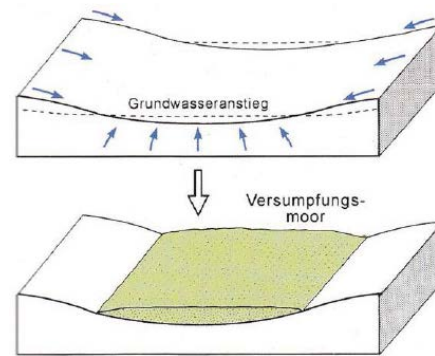


Abbildung 5: Versumpungsmoor
(LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 7)

In Seen und Altwässern können sich durch Sedimentauffüllung und Schwinggrasbildung Verlandungsmoore entwickeln. Schwinggras schwimmt auf der Wasseroberfläche und die dabei gebildeten Torfe sinken in den Wasserkörper ab. Gleichzeitig setzen sich so lange Mudden auf dem Gewässerboden ab, bis das Gewässer soweit verflacht ist, dass sich Pflanzen auf den Muddeschichten ansiedeln können. Abb. 6 deutet schematisch auf die nahezu abgeschlossene Verlandung hin. Auf den unterschiedlich mächtigen Mudden liegen häufig geringermächtige Torfe auf, wobei es nach Abschluss der Verlandungsphase häufig zu sekundären Moorbildungen wie Versumpungs- und Kesselmooren kommt (DIERßEN & DIERßEN, POTT 2008: S. 34; SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 235f; SCHOPP-GUTH 1999: S. 34f).

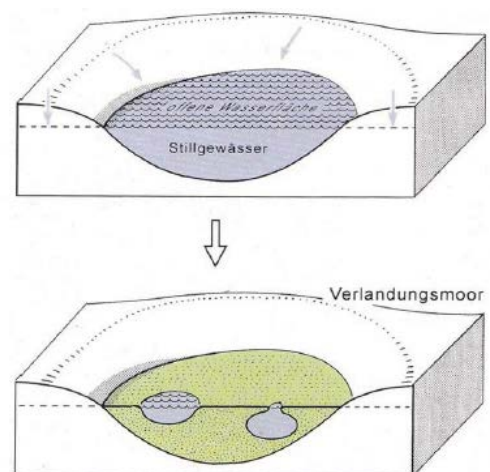


Abbildung 6: Verlandungsmoor
(LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 8)

Kesselmoore bilden sich in abflusslosen kleineren Senken und werden von zusammenfließendem Oberflächenwasser gespeist. Sie entwickeln sich sekundär auf Versumpungs- und Verlandungsmooren. Die kleinräumig starken Reliefunterschiede lassen sich vor allem in jungeszeitlichen Eiszerfallslandschaften, in Karsthohlformen und in durch Vulkanismus geprägten Maaren finden.

Durch das abfließende Mineralbodenwasser kann sich eine charakteristische Zonierung der Moore bilden, wobei es zu nährstoffreicheren Bedingungen am Rand und durch Ausfilterung zu nährstoffarmen Standorten im Zentrum des Moores kommt. Die günstigen Bedingungen führen zur Ansiedlung von Torfmoosrasen, welche Niederschlagswasser aufnehmen und somit teilweise vom Grundwasser unabhängige Decken bilden können (SCHOPP-GUTH 1999: S. 45f; SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 47ff). Diese Zwischenmoorauflage wird in Abb. 7 dargestellt.

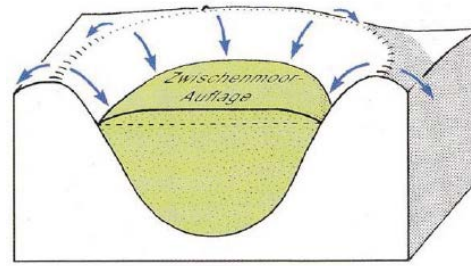


Abbildung 7: Kesselmoor
(LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 11)

Durch phasenhafte Überschwemmungen in Flussauen oder Seemarschen entstehen bei sauerstoffarmen Verhältnissen Überflutungsmoore. Die Wasserstandsschwankungen bewirken eine hohe Zersetzungsrate der Torfe. Durch Überflutungsvorgänge werden reichlich Ton-, Schluff- und Sandbeimengungen eingelagert (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 236; DIERßEN & DIERßEN, POTT 2008: S. 35). Es wird hierbei zwischen Auen-Überflutungsmooren (Abb. 8) und Küsten-Überflutungsmooren unterschieden (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 40).

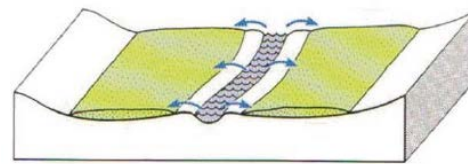


Abbildung 8: Überflutungsmoor
(LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 10)

Hangmoore sind durch ständig ablaufendes Überrieselungswasser an schwach bis stärker geneigten Hängen gekennzeichnet. Sie können als Versumpfungsmoore der höheren Lagen der Mittelgebirge und in Waldregionen der Alpen angesehen werden. Im Vergleich zu den anderen Moortypen gehören sie zu den jüngsten Bildungen. Sie entstanden teilweise erst in Folge von Rodungen im 12. Jahrhundert (SCHOPP-GUTH 1999: S. 43). Durch den Stau des Mineralbodenwassers beim Eintritt ins Moor, wachsen diese dem Hangwasser entgegen, also hangaufwärts (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 37f). Dieser Vorgang wird in Abb. 9 angedeutet.

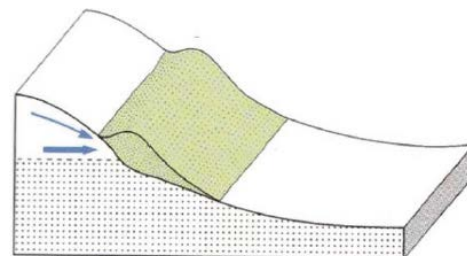


Abbildung 9: Hangmoor
(LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 13)

Im Bereich von Quellaustritten entstehen unter permanentem Wasserzufluss Quellmoore (Abb. 10). Dabei treten diese in ebener Lage an Austrittsstellen von gespanntem Grundwasser auf oder in Hängen als Hangquellmoore. Durch das sauerstoffreiche Wasser sind dessen Torfe meist stark zersetzt und weisen nur eine geringe Mächtigkeit auf. Quellmoore sind häufig Teil eines Moorkomplexes mit anderen Moortypen wie Hang- und Durchströmungsmooren. Beim Versiegen der Quelle wandeln sich die Moore in Quellsümpfe um (SCHOPP-GUTH 1999: S. 42f).

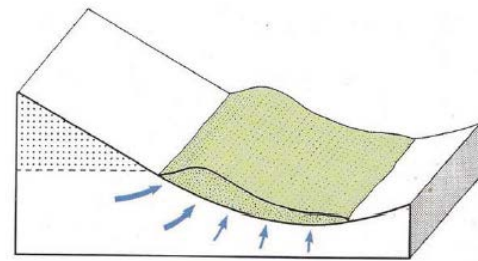


Abbildung 10: Quellmoor
(LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 12)

Durchströmungsmoore entwickeln sich meist sekundär auf Verlandungs-, Versumpfungs-, Hang- und Quellmooren (Abb. 11) und sind in der Regel ein Zeichen für einen Grundwasseranstieg. Die Torfbildung ist auf einen Mineralbodenwasserstrom zurückzuführen, welcher sich langsam durch den Torfkörper in Richtung Vorfluter bewegt (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 45f). Die meist mächtigen

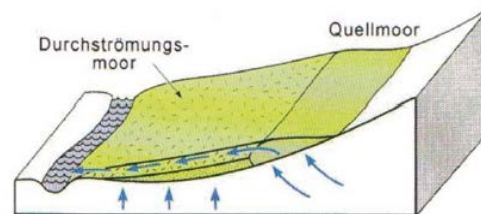


Abbildung 11: Durchströmungsmoor
(LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 14)

Torfschichten haben die Eigenschaft Wasserstandsschwankungen schwammartig ausgleichen zu können und sind durch einen eigenen Moorwasserspiegel teilweise unabhängig vom Grund- und Niederschlagswasser. Moorlandschaften stellen insgesamt ein komplexes, abgrenzbares Ökosystem dar, wobei der Übergang zwischen den vorhandenen hydrologischen Moortypen fließend ist (SCHOPP-GUTH 1999: S. 49).

Ökologische Klassifikation

Durch die unterschiedlichen natürlichen Standort- und Umweltbedingungen entstehen vielfältige Vegetationsverhältnisse in den Mooren. Diese werden hauptsächlich durch die Nährstoff- und Säure-Basen-Verhältnisse gesteuert (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 27). Jegliches Wasser, das das Moor beinhaltet, stammt aus der Atmosphäre. Entweder ist es Regenwasser, welches schwach sauer und nährstoffarm ist, oder Oberflächen- und Grundwasser, welches durch die Geosphäre qualitativ verändert wurde. Bei Letzterem prägt das Einzugsgebiet, bedingt durch Klima, Untergrund, Pflanzendecke und Nutzung, die Qualität und den Chemismus des

Wassers. Die Verweildauer im Einzugsgebiet spielt ebenfalls eine wichtige Rolle für die hydrologischen Eigenschaften (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 227). Entsprechend der Nährstoffgehalte und den Säure-Basen-Verhältnissen werden in Mitteleuropa fünf ökologische Moortypen zusammengefasst und können in Abb. 12 eingesehen werden. Diese Moortypen können durch die lebende Vegetation als auch durch die abgelagerten Torfarten angesprochen werden, sofern diese nicht zu stark durch Entwässerung und Nutzung verändert wurden oder zersetzt sind. Die Nährstoff- bzw. Trophieverhältnisse im Torfsubstrat werden durch das Verhältnis von Stickstoff zu Kohlenstoff dargestellt, da es als besonders aussagekräftig gilt (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 27f).

Das in dieser Arbeit untersuchte Moor soll später den vorgestellten hydrogenetischen und ökologischen Moortypen zugeordnet werden. Dabei werden die jeweiligen Moortypen tiefgreifender erläutert und diskutiert.

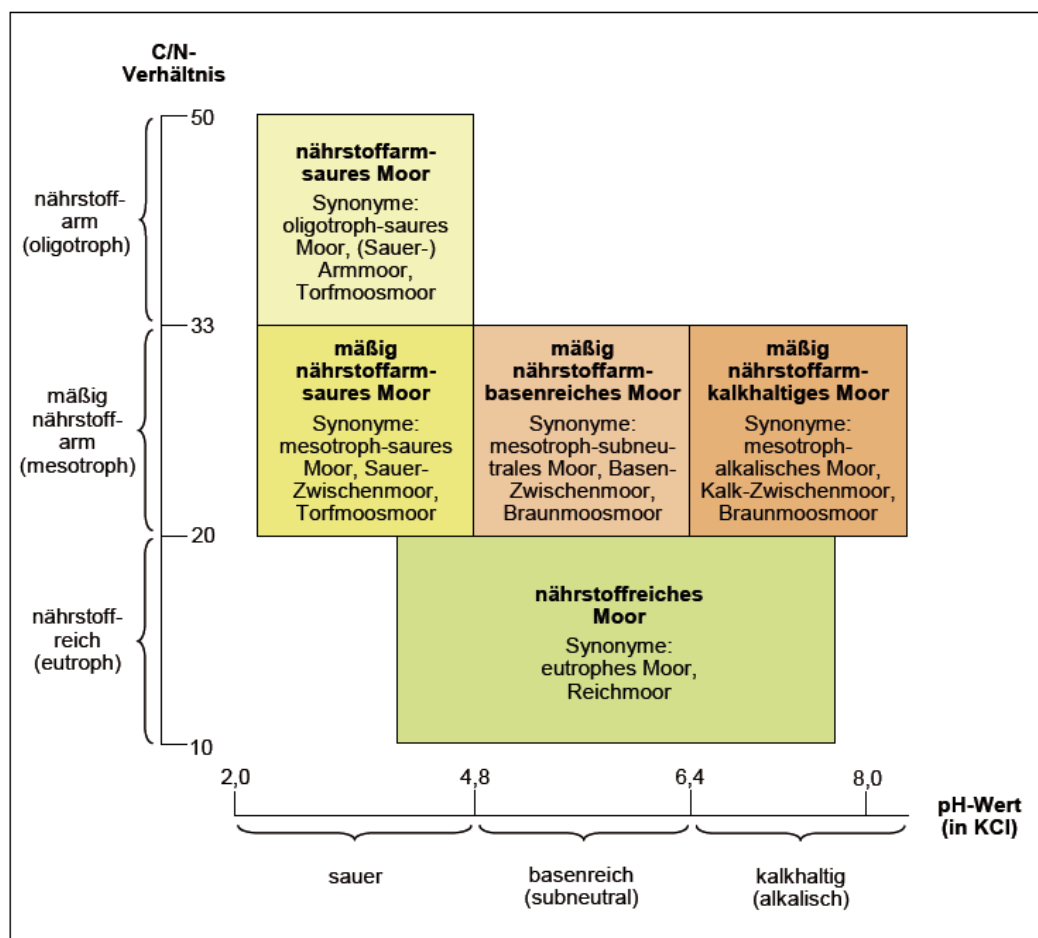


Abbildung 12: Übersicht der ökologischen Moortypen Mitteleuropas (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 17, nach SUCCOW 1988: S. 231)

2.4 Kohlenstoffsenken und -quellen

Torflager liegen zum einen im wissenschaftlichen aber auch im wirtschaftlichen Interessenbereich. Moore bedecken eine Fläche von etwa 4 Mio. km² weltweit, woraus sich ein klimawirksamer Nutzungsaspekt ergibt. Denn Torf ist ein Energieträger, welcher zum Heizen genutzt werden kann. Außerdem finden die günstigen bodenphysikalischen und –chemischen Eigenschaften des Substrats Verwendung im Erwerbsgartenbau und in der Landwirtschaft (DIERßEN & DIERßEN, POTT 2008: S. 8). Doch durch die Nutzung des Energieträgers und die Degradation von Mooren werden klimaschädliche Gase in die Atmosphäre freigesetzt, welche in den Torfen gespeichert sind.

Zunächst soll der klimarelevante Gasaustausch in Moorböden anhand Abb. 13 geschildert werden. Hierbei wird zwischen entwässerten und nicht entwässerten Mooren unterschieden. Die blau gestrichelte Linie deutet auf den Wasserstand im Moorkörper.

Naturnahe Moore, welche nicht durch Dränage entwässert werden, bezeichnet man auch als wachsende Moore. Durch den Wasserüberschuss und die damit verbundenen reduzierenden Verhältnisse kommt es zu einer positiven Stoffbilanz, bei der die Bildung organischer Substanz größer als die Zersetzung ist (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 20f). Die Vegetation betreibt Photosynthese und nimmt dadurch

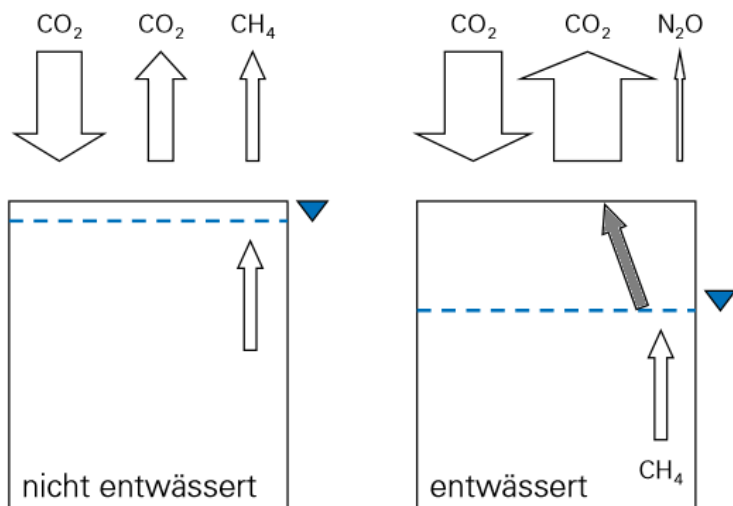


Abbildung 13: Austausch klimarelevanter Gase in Moorböden
(TREPEL 2008: S. 64)

synthese und nimmt dadurch Kohlendioxid und Sauerstoff aus der Atmosphäre auf. Diese Gase werden zu organischen Kohlenstoffverbindungen umgebaut, wobei ein Teil an CO₂ wiederum abgegeben wird. Der größte Teil bleibt unter anaeroben Bedingungen in den Pflanzen gespeichert. Unter diesen Umständen kommt es ebenfalls zu verlang-

samten Zersetzungsprozessen, wodurch Methan (CH₄) gebildet wird. Methan wird diesbezüglich als Sumpfgas bezeichnet. Die weltweite CO₂-Speicherung von wachsenden Mooren beträgt jährlich etwa 150 – 250 Mio. Tonnen und gleicht damit in einem Zeithorizont von 100 Jahren die Methanemissionen aus. Bei längerer Betrachtungsweise wirken Moore deshalb kühlend auf das Klima (TREPEL 2008: S. 63). Mit nur 3 Prozent der Landfläche, binden Moore

30 Prozent des terrestrischen Kohlenstoffs. Dabei lagert doppelt so viel Kohlenstoff in ihnen, wie in allen Wäldern der Welt (COUWENBERG & JOOSTEN 2008: S. 64). Anhand dieser Daten wird ersichtlich, dass Moore eine hohe Kohlenstoffspeicherkapazität besitzen.

Bei der Entwässerung von Mooren setzen die Zersetzungsprozesse ein, welche in einem vorhergehenden Teil des Kapitels vorgestellt wurden. Wie die blau gestrichelte Linie in der Abb.13 andeutet, wird der Wasserstand zunächst abgesenkt, wodurch die organische Substanz rascher abgebaut wird und es zu erhöhten Kohlendioxidemissionen kommt. Das Methan, welches nun den belüfteten Teil des Bodens passiert, wird zu CO₂ oxidiert. Dieser Vorgang wird durch den grauen Pfeil in Abb. 13 sichtbar. Des Weiteren wird Lachgas (N₂O) bei der Entwässerung frei (TREPEL 2008: S. 63). Die Klimawirksamkeit von Lachgas ist 298-mal höher als bei CO₂ und 12-mal höher als CH₄ (NABU 2009: S. 2). Somit wird klar, dass naturnahe Moore als Kohlenstoffsinken dienen wogegen entwässerte Moore zu Kohlenstoffquellen werden.

In den letzten Jahrzehnten kam es zu einer Konzentrationssteigerung der genannten Spurengase in der Atmosphäre. Diese Entwicklung ist anthropogen bedingt und trägt wesentlich zur Entstehung des Treibhauseffektes bei, wodurch es mittelfristig zu „drastischen Veränderungen des globalen Klimas“ (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 31) kommen wird. Dabei trägt die Entwässerung von Moorökosystemen mit 10 Prozent zu den anthropogenen CO₂-Emissionen bei (Bundesamt für Naturschutz 2008: o. S.).

Heute gelten in Deutschland 95 Prozent der Moore als „tot“. Sie sind entwässert, abgetorft oder werden land- und forstwirtschaftlich genutzt. Die letzten fünf Prozent gelten jedoch auch immer noch als stark bedroht und bedürfen weiteren Schutzmaßnahmen (NABU 2009: S. 1). Dadurch, dass die Entwässerung und die darauf folgende Degradation der Moore anthropogener Herkunft sind, liegt es nahe, dass die Menschen die Möglichkeit haben die zukünftige Entwicklung positiv zu steuern.

3. Mosbrucher Weiher

Der Mosbrucher Weiher stellt das Untersuchungsgebiet dieser Arbeit dar. In diesem Kapitel soll das am Fuße des Hochkelbergs gelegene verlandete Maar, zusammen mit dem innenliegenden Moor vorgestellt werden. Nach einem geographischen Überblick, wird auf die Geologie des Gebietes eingegangen und die Entstehungs- und Nutzungsgeschichte geschildert.

3.1 Geographischer Überblick

Der in der Karte (Abb. 14) markierte Landschaftsraum wurde 1980 zum Naturschutzgebiet mit dem Namen „Hochkelberg mit Mosbrucher Weiher“ und der Gebietsnummer NSG-7233-050 bestimmt. Der Schutzzweck ist „die Erhaltung des Hochkelbergs als markanter und in seinem Aufbau typischer Schichtvulkan sowie des Mosbrucher Maares, die wegen ihrer benachbarten Lage über die Zusammenhänge zwischen tertiärem und pleistozänem Vulkanismus in der Eifel Aufschluss geben und deshalb von besonderer wissenschaftlicher Bedeutung sind (...)“ und

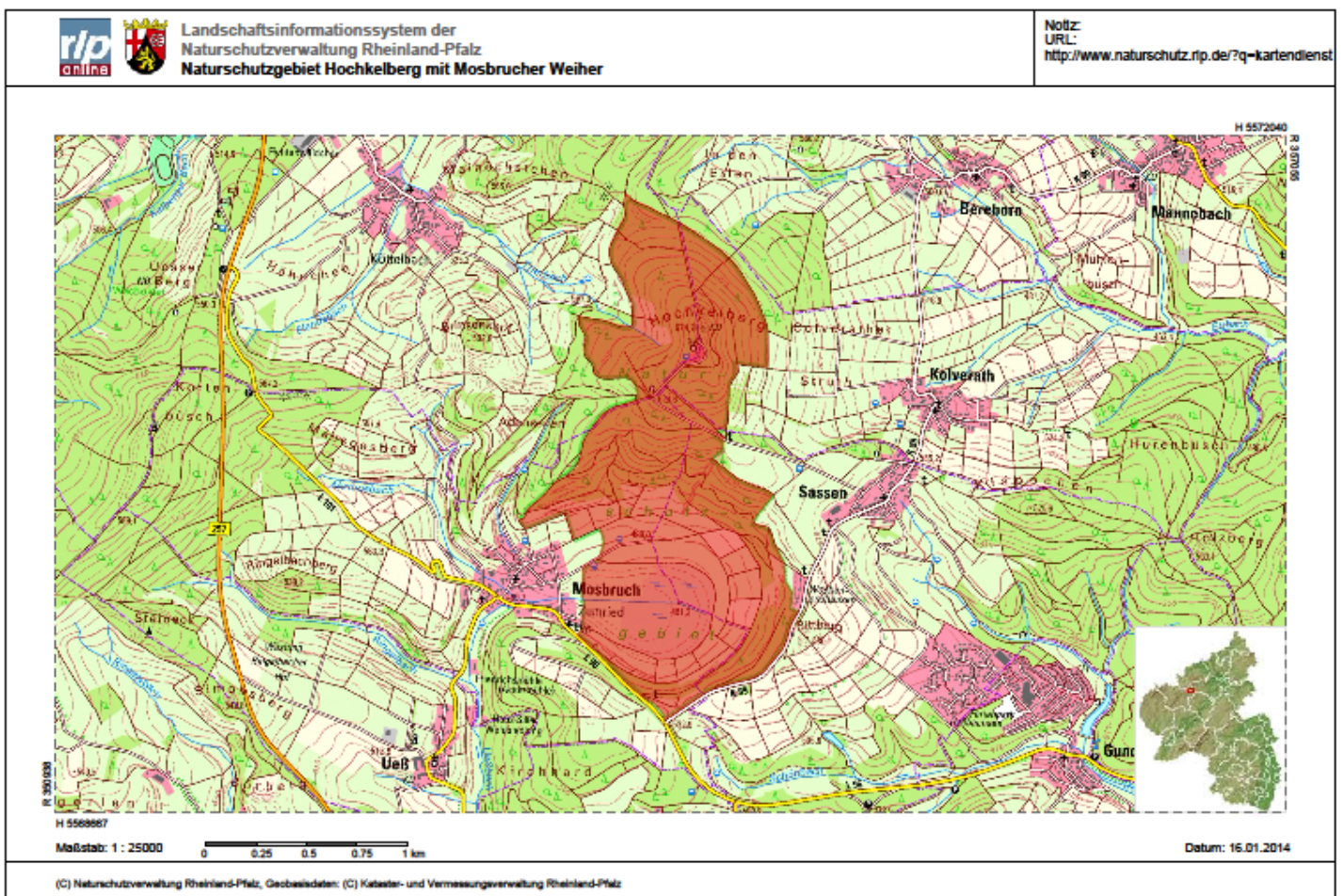


Abbildung 14: Übersicht NSG Hochkelberg mit Mosbrucher Weiher
(Karte erstellt mit Kartendienst: Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz 2014)

weiterhin die Erhaltung typischer Pflanzen- und Tiergesellschaften auf den Moorböden des Mosbrucher Weihers (Bezirksregierung Trier 1980: S. 1ff).

Der Mosbrucher Weiher gehört zum FFH-Gebiet „Eifelmaare“ und liegt innerhalb des Naturraumes Östliche Hocheifel (Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz 2014: o. S.). Das Untersuchungsgebiet ist östlich des Ortes Mosbruch nahezu mittig im Maarkessel lokalisiert. Die Lage am Grund von Trockenmaaren macht diese Moore, zusammen mit den vorhandenen Moorgesellschaften, zu einzigartigen Naturphänomenen in Mitteleuropa (FORST et al. 1997: S. 9). Das oberirdische Wassereinzugsgebiet bildet der südliche Talabgang des Hochkelbergs und der Maarkessel selbst. Des Weiteren entspringt dem Moor der Üßbach, welcher zunächst in den Alfbach und später in die Mosel mündet.

Der Vegetation nach gilt es als Zwischenmoor. Im gehölzfreien Kernbereich des Moores lassen sich kleinere Schwingrasen auffinden. Außerdem ist es bestimmt durch Pfeifengraswiesen, Seggenriede, Ohrweiden-Faulbaum-Gebüsche und Grauweiden-Wälder (Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz 2014: o. S.). Um die Moorfläche herum gibt es Mähwiesen und weiter oberhalb davon, an den Randbereichen des Maares, sind bewaldete Hänge aufzufinden. Temporär werden die Wiesen durch extensive Weidewirtschaft genutzt. Die Luftaufnahme (Abb. 15) lässt einen Blick auf die Ortsgemeinde Mosbruch, den Hochkelberg, den bewaldeten



Abbildung 15: Luftaufnahme Hochkelberg mit Mosbrucher Weiher
(Verändert nach GASSEN 2010, o. S.)

Rand des Mosbrucher Weihers und dessen Moor im Zentrum, zu. Die Namensherkunft des Mosbrucher Weihers wird später unter dem Punkt „Nutzungsgeschichte“ deutlich.

Die Östliche Hocheifel bildet klimatisch gesehen, der orographischen Gliederung zufolge, eine Luvseite, welche durch das Hohe Venn und die Westliche Hocheifel abgeschwächt wird (MEYER et al. 1962: S. 389). Die Niederschläge schwanken von den höchsten Bereichen im Zentrum der naturräumlichen Haupteinheit, bis zu den östlichen, leeseitigen Abdachungen zwischen 850 und 600 mm durchschnittlicher Jahresmenge. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei etwa 7° C. In den Untereinheiten Trierbach-Lieser-Quellbergland und Üßbachbergland, worin sich Hochkelberg und Mosbrucher Weiher auffinden lassen, gibt es Jahresniederschläge von mindestens 800 mm (GRAAFEN 1974: S. 13, 16). Dabei liegt das Moor auf etwa 490 m ü. NN.

3.2 Geologie

Der Hochkelberg ist mit 674 m der dritthöchste Berg in der Hocheifel (Abb. 15) und gehört den Vulkanen an, welche zu Beginn des Tertiärs überwiegend basaltisch in Erscheinung traten (MEYER 2013: S. 632). So enthält dieser Berg mehrere Intrusionen, die von Basalttephra umgeben sind und Olivinknollen enthalten. Die höchste Kuppe des Stratovulkans hat einer radio-metrischen Altersbestimmung (Kalium-Argon-Datierung) eines Olivinnephelinit nach, ein Alter von $31,7 \pm 1,1$ Mio. Jahren (MÜLLER-SOHNUS et al. 1989 in MEYER 2013: S. 332).

Das Mosbrucher Maar liegt am südlichen Talabgang des Hochkelbergs und gehört dem Randbereich des quartären Vulkangebietes der Westeifel an, welches sich mit dem tertiären Hocheifel-Vulkanfeld „verzahnt“ (MEYER 2013: S.357). Die geologische Unterordnung zum Vulkangebiet der Westeifel soll dabei nicht mit der naturräumlichen Gliederung zur Östlichen Hocheifel in die Irre führen.

Der Vulkantyp „Maar“ ist eine Eifeler Bezeichnung, welche sich in der internationalen Fachliteratur durchgesetzt hat und macht das Vulkangebiet der Westeifel durch das häufige Auftreten dieses Typus weltbekannt. Das Wort kann aus dem lateinischen mare = Meer abgeleitet werden (MEYER 2013: S. 360f).

Maare sind in die Erdoberfläche eingetiefte Einsturztrichter, welche durch vulkanische Explosionen entstanden sind. Diese phreatomagmatischen Eruptionen entstehen dann, wenn heiße gasreiche Magmen mit Grundwasser oder Meerwasser in Kontakt kommen und dabei große Mengen an überhitztem Wasserdampf erzeugen (PRESS & SIEVER 2008: S. 305).

Das Mosbrucher Maar ist mit den vulkanologischen Abmessungen von 1050 m (kürzester) und 1300 m (längster) im Durchmesser und einer Tiefe von 77 m (geringste) und 97 m (größte) das drittgrößte der Westeifel-Maare. Es ist äußerst wenig Tephra erhalten, was entweder bedeutet, dass wenig gefördert wurde oder viel abgetragen wurde (MEYER 2013: S. 420). Als Tephra oder Pyroklasten wird das vulkanische fragmentierte und in die Atmosphäre herausgeschleuderte Gesteinsmaterial bezeichnet. Feinkörniges Lockermaterial, welches sich wieder auf der Oberfläche abgelagert und verfestigt hat, wird als vulkanischer Tuff beschrieben (PRESS & SIEVER 2008: S. 307). Lediglich an zwei Stellen ist diese Tephra in geringem Maße aufgeschlossen: nach Osten hin, an der Straße nach Sassen und an der Südwest-Seite, südlich des Ortsteils Zumried. Ansonsten ist auf der restlichen Umrandung nur ein dünner Tephraschleier vorhanden (MEYER 2013: S. 420f). STRAKA (1975: S. 18, 94) datierte anhand von Pollenanalysen die letzten Ausbrüche des Mosbrucher Weihers auf etwa 9000 v. Chr., also rund 11000 Jahre zuvor. Den Bohrungen von STRAKA (1975: S. 17f) zufolge, beträgt die größte erbohrte Tiefe des Moores 6,80 m. Darin sind Torfe und Mudden eingeschlossen. Darunter liegt feines bis grobes pyroklastisches Sediment.

Stratigraphisch befindet sich die Region um den Mosbrucher Weiher im Unterdevon, in der Stufe Unterems in grauer klastischer Fazies. Petrographisch gibt es eine Wechsellagerung aus Ton-, Silt- und Sandstein (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz 2014: o. S.).

3.3 Entwicklungs- und Nutzungsgeschichte

Sobald die letzten vulkanischen Aktivitäten beendet waren, bildete sich laut POSS (1960: S. 30) ein Maarsee, welcher an der Westseite durch einen Tuffwall aufgestaut wurde. Nachdem dieser durchbrochen war, blieb ein sehr flacher See bestehen, worin sich abgestorbene Pflanzenreste über dem Seegrund ablagerten. Nach ein bis zwei Jahrtausenden soll der See verlandet sein und sich ein Moor gebildet haben. Es wird angenommen, dass bereits zur Römerzeit am Westausgang des Vulkanbeckens ein künstlicher Damm errichtet wurde, um einen nutzbringenden Fischteich zu erhalten.

MERTES zufolge (1994: S. 209) wurde der Damm während des Dreißigjährigen Krieges von Lothringischen Truppen aufgebrochen und einige Jahre danach erst wieder aufgebaut. In der folgenden Zeit wurde der Weiher bis Ende des 18. Jahrhunderts immer wieder an andere Pächter abgegeben und schließlich 1806 als französisches Staatseigentum versteigert.

Aus einer französischen Landesaufnahme der Obersten TRANCHOT von 1810 geht hervor, dass der Fischweiher den westlichen Teil des Kesselgrundes bedeckt hatte (STRAKA 1975, S. 18). Dieser wurde laut Aussagen der Bevölkerung um 1836 oder 1838 trockengelegt und das dränierte Wiesenland teilweise als Ackerland genutzt. Der Ostteil blieb laut Poss (1982: S. 93) ein „sumpfiges Moor“. In diesem Teil wurde lange Zeit Torf gestochen und als Brennmaterial genutzt. Er war besonders zur Zeit des zweiten Weltkrieges begehrt und fand seinen letzten Torfstich Ende der fünfziger Jahre. Dabei gestaltete sich der Torfstich als eine schwierige Arbeit, da der Grundwasserspiegel die, bis zu 2 m tiefen, Gruben stetig nachfüllte. Die Torfstichgruben verlandeten mit der Zeit, nachdem der Torfstich beendet war und sich Wasserpflanzen ansiedelten. Heute wird dieser östliche Teil von Baumbeständen und Buschwerk eingenommen (STRAKA 1975, S. 18).

Mit dem Stausee verschwand zwischen 1836 und 1838 auch die Mühle hinter dem Damm, welche vom überfließenden Wasser des Weihers angetrieben wurde. Der Name „Mosbrucher Weiher“ ist für das Maar jedoch bis heute geblieben und ist Zeuge für die einstige Nutzung (Poss 1960: S. 30).

Für den Torfabbau wurden vor vielen Jahrzehnten einige Kanäle und Dämme innerhalb der Moorfläche gebaut, um das Wasser in der Maarmitte abzuleiten und das Gebiet zu entwässern. Die Kanäle sollen im Zuge der aktuellen Renaturierungsmaßnahmen verschlossen werden. Weiterhin soll der ehemalige Mittelweg, welcher seinerzeit eine Staufunktion für den östlichen Teil der Moorfläche erfüllt hatte, wieder verschlossen werden (SENZIG 2013: S. 7; Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz 2014: o. S.).

4. Material und Methoden

Die Kartierarbeiten am Mosbrucher Weiher fanden zwischen April und November 2013 an insgesamt 24 Geländetagen statt. Ziele der Kartierung sind die Erfassung des Zustandes, der Mächtigkeit und die räumliche Abgrenzung des Moores. Weiterhin wurden von zwei Profilen Bodenproben für die Bestimmung im Labor mitgenommen, um die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Substrate zu analysieren. In diesem Kapitel soll das verwendete Material und die methodischen Vorgehensweisen im Gelände, im Labor und am Computer erläutert werden.

4.1 Geländearbeit

Die Geländearbeit stellt die Basis der Untersuchungen dar. Nachdem das verwendete Material näher beleuchtet wird, sollen die eigentlichen Geländetätigkeiten erläutert werden.

4.1.1 Material und Grundlagen

In Tab. 1 werden zur Übersicht die verwendeten Arbeitsgeräte und das benötigte Material nach Arbeitsschritten gegliedert:

Tabelle 1: Übersicht der Materialien für Kartierung und Probenahme
(Eigene Darstellung)

Bohrung	Profilaufnahme	pH-Messung	Probenahme
• Stechbohrer mit Verlängerungen • Pürckhauer mit Kunststoffhammer • Luftbild mit 50 m Raster (Karte) • Messer • Spachtel	• KA 5 • Steckbriefe Moorsubstrate • Aufnahmebögen für Moorprofile • GPS-Gerät • Holzbock mit Kunststoff-Regenrinne halbrund • Zollstock • Schiefertafel mit Kreide • Fotoapparat • Munsell-Farbtafeln • Lupe	• pH-Messgerät • Lösungen • Destilliertes Wasser	• Schaufel/Spaten • Eimer • Stechzylinder mit Schlaghaube und Fäustel • Plastiktüten • Heckenschere • Stifte • Aufkleber mit Amtsprobennummer

In Abb. 16 lassen sich einige Werkzeuge finden, welche bei den Kartierarbeiten genutzt wurden. Im Folgenden sollen die wichtigsten Materialien erläutert werden. Die hierbei nicht beschriebenen Materialien werden in den nachstehenden Kapiteln in der Vorgehensweise ausgeführt.



Abbildung 16: Arbeitsgeräte für die Bohrungen
(Eigene Abbildung)

Stechbohrer

Für die Bohrungen in den Moorsubstraten wurden Stechbohrer benutzt. Sie bestehen aus einer zylinderförmigen, offenen Bohrkammer mit Schneidkanten von einem Meter Länge und sind durch weitere Metersegmente mittels Bajonettverschluss verlängerbar. Das Griffstück wird dabei jeweils am oberen Ende des Bohrers oder der Verlängerungsstange fixiert und dient zum Drücken beim Einstechen und zum Ziehen und Stemmen beim Herausziehen der Bohrungen. Nach dem Einstechen wird der Bohrer um mindestens 360 Grad gedreht und unter Drehbewegungen langsam rausgezogen. Der Durchmesser der verwendeten Stechbohrer lag bei 40 mm. Der Vorteil der Stechbohrer liegt darin, dass das Substrat relativ ungestört aufgenommen werden kann und durch den - im Gegensatz zum üblichen Pürckhauer - größeren Durchmesser mehr Material zur Sichtung bereitgestellt wird. Nachteile ergeben sich bei sehr nassen und breiigen Substraten, welche beim Ziehen der Bohrungen durch die offene Bohrkammer verloren gehen können (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 42f).

Pürckhauer mit Kunststoffhammer

Der Pürckhauer ist im Aufbau ähnlich dem Stechbohrer, unterscheidet sich jedoch im Durchmesser (20 mm) sowie durch die Anwendung des Einbohrvorgangs. Er hat einen massiven Kopf und wird mittels eines großen Kunststoffhammers in den Boden gerammt. Dieser wird üblicherweise zum Kartieren von mineralischen Böden genutzt, da er im Aufbau stabiler als ein Stechbohrer ist. Der Pürckhauer kam bei der Abgrenzung der Moorfläche an den randlichen

Gebieten zum Einsatz, da dort ein Einstechen des Stechbohrers durch den mineralischen Boden nicht mehr möglich war.

KA 5 und Steckbriefe Moorsubstrate

Die Steckbriefe Moorsubstrate sind ein Hilfsmittel zur Ansprache von Moorsubstraten und wurden von der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde erstellt. Dieses dient durch umfassende und fachlich fundierte Darstellungen und Abbildungen von Moorsubstraten der Ansprache im Gelände (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 3). Zudem wurde nach den Vorgehensweisen und der Bodensystematik der KA 5 gearbeitet. Sie stellt die Grundlage des bodenkundlichen Arbeitens in Deutschland dar und wird von der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden organisiert. Darin wirken Bodenkundler der Staatlichen Geologischen Diensten zusammen mit der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 19).

Aufnahmebogen für Moorprofile

Das Formblatt der KA 5 zur Profilaufnahme von Böden hat den Fokus auf mineralische Böden gelegt und es existiert kein bundesweites, standardisiertes Formular für die Aufnahme speziell von Moorprofilen (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 44). Zur Dokumentation der Moorbohrungen dienen deshalb die Aufnahmebögen für Moorprofile, welche von der HNE Eberswalde erstellt wurden. Im Anhang 1 lässt sich ein ausgefüllter Aufnahmebogen einsehen.

pH-Messgerät

Für die Messung des pH-Wertes im Gelände diente ein WTW pH 340i-Gerät, welches zunächst mit einer Zweipunktkalibrierung auf die Kartierarbeiten vorbereitet wurde. Dabei wurden eine pH7 und eine pH4 Pufferlösung verwendet. Durch das Altern der pH-Messketten verändern sich Asymmetrie und Steilheit der pH-Messkette, was zu Messwertungenauigkeiten führt. Das Kalibrieren dient der Ermittlung und Speicherung der Werte für Asymmetrie und Steilheit der Messkette und muss deshalb in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden (Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH 2004: S. 18).

Stechzylinder

Für die Entnahme von ungestörten Bodenproben werden Stechzylinder verwendet. Sie werden für die Bestimmung der physikalischen Eigenschaften wie Trockenrohdichte und Porengrößenverteilung benötigt (HABICH 2003: S. 5). Die genutzten durchnummerierten Zylinder haben ein Innenvolumen von 100 cm^3 und eine umlaufende Schneide an der Unterseite, wodurch das Eindrücken oder Einschlagen in den Boden erleichtert und Störungen minimiert werden. Zum Einschlagen der Zylinder dienen Schlaghaube und Fäustel.

Karte „Mosbrucher Weiher“

Für die Orientierung im Gelände und für die spätere Bearbeitung und Visualisierung der Moorfläche diente eine angelegte Karte mit digitalen Orthofotos in einer Auflösung von 25 cm. Diese verzerrungsfreien und maßstabsgetreuen Luftbilder wurden mit einem 50 x 50 Meter Gitter und topographischen Elementen wie Höhenlinien, Gewässerstruktur, Wege- und Straßennetz überzogen. Die Geobasisdaten liegen dem LGB durch die Vermessungs- und Katasterverwaltung Rheinland-Pfalz vor. Das Deutsche Hauptdreiecksnetz stellt das geographische Koordinatensystem dar und wird mithilfe der Gauß-Krüger-Projektion „Germany Zone 2“ übertragen.

Die vorliegende Karte im Maßstab 1:750 (Abb. 17) gibt eine Übersicht über die getätigten Bohrungen am Mosbrucher Weiher. In weißer Schrift ist der Bohrname „Mos_“ mit Bohrnummer „1-120“ versehen. Diese Karte stellt die Basis der späteren Bearbeitungen dar und wird deshalb schon im Methodenteil aufgeführt. Neben den Bohrpunkten lassen sich die vier Grundwassermessstellen, pH-Wert-Messstellen und die beiden Probenahmen finden. Die Grundwassermessstellen wurden im Auftrag der Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz angelegt und werden in dieser Arbeit nicht weiter ausgeführt.

4. Material und Methoden

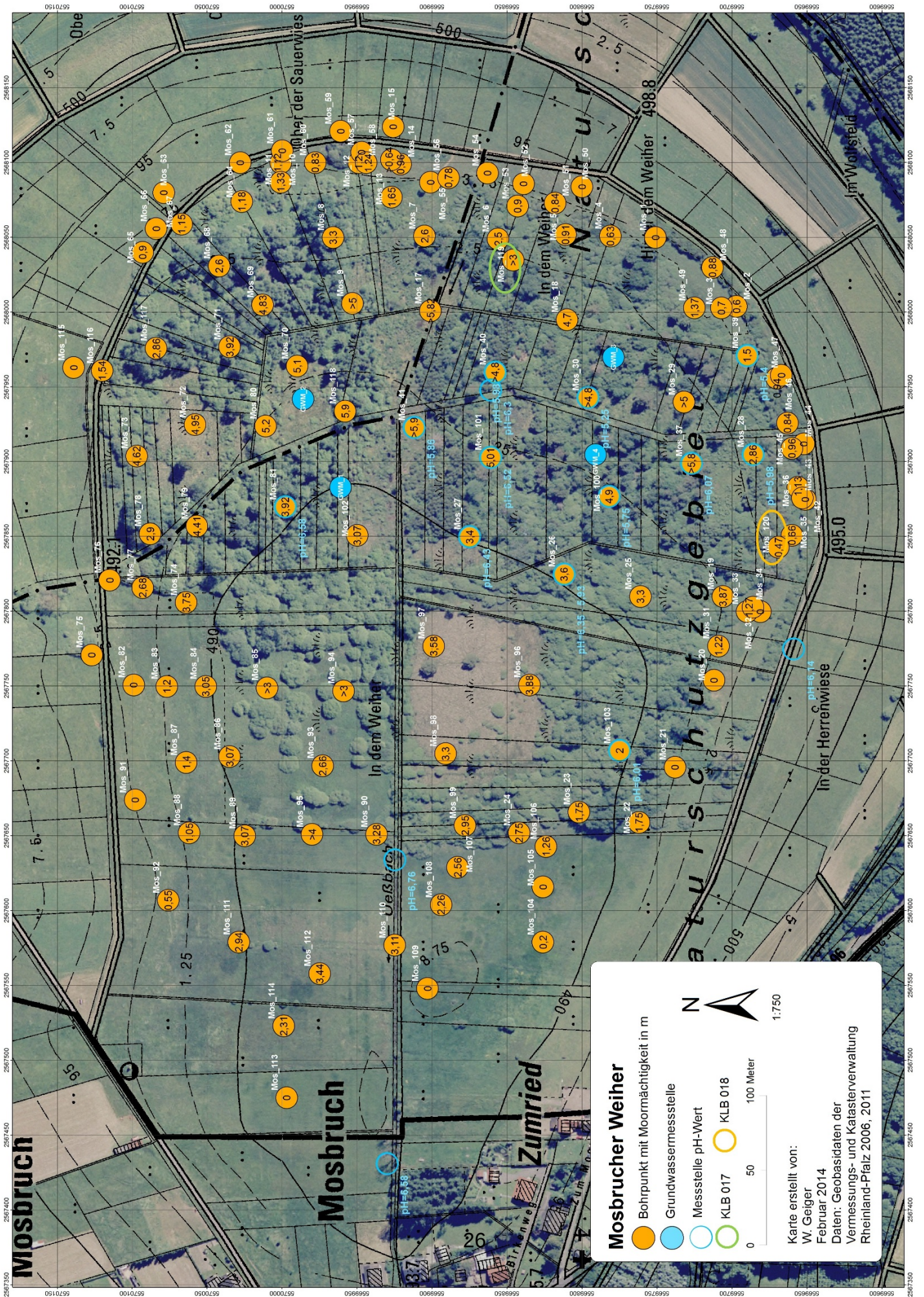


Abbildung 17: Karte „Mosbrucher Weiher“ mit Bohrpunkten
(Eigene Darstellung)

4.1.2 Bohrungen und Profilaufnahme

Zur Orientierung im Gelände diente die soeben beschriebene Karte in einem Maßstab von 1:1000, welche auf DIN A0 Format gedruckt wurde. Mithilfe des GPS-Geräts wurde einerseits versucht, die Bohrpunkte an dem Kartengitter anzulehnen und andererseits den Moorrand zu definieren. Durch den partiellen Bruchwaldcharakter des Moores und lokale Hindernisse weichen die Bohrpunkte teilweise etwas vom Gitternetz ab. Die GPS-Daten geben die Lage der Bohrung in Form von Hoch- und Rechtswert in Metern im Gauß-Krüger-Koordinatensystem an.



Abbildung 18: Ziehen der Bohrung
(Bild: Marion Mays)

An geeigneten Punkten wurden die Bohrungen mittels Stechbohrer gemacht (Abb. 18). Dabei wurde immer nach dem Ziehen des Stechbohrers ein neuer - um einen Meter verlängerter - Bohrer in das Bohrloch versenkt um das Nachrücken der Moorsubstrate und demnach den Verschluss des Bohrpunktes zu verhindern. Das gezogene Profil wurde mit einem Messer (Wellenschliff) oder einem Spachtel auf der offenen Seite des Stechbohrers abgeschnitten (Abb. 19) und in die Regenrinne auf den Holzbock gelegt. Zusätzlich wurde ein Zollstock für die Ansprache und eine mit der Bohrnummer beschriftete Schiefertafel dazugestellt und für eventuelle spätere Fragestellungen abgelichtet (Abb. 20).



Abbildung 19: Präparieren des Bohrprofils
(Eigene Abbildung)

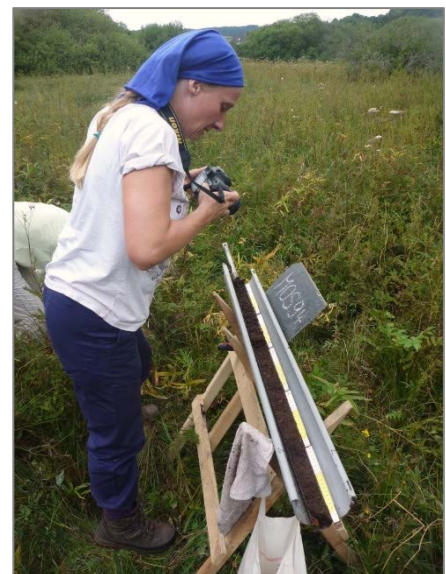


Abbildung 20: Fotografieren des Bohrprofils
(Eigene Abbildung)

Der bereits beschriebene Aufnahmebogen für Moorprofile wird mit den Grunddaten versehen. Dazu gehören Bohrnummer, Gauß/Krüger-Koordinaten der Bohrung mit Hoch- und Rechtswert in Metern, Datum, Bearbeiter, eine Vegetationsangabe des näheren Umfeldes, Außentemperatur und Witterung. Danach folgt die eigentliche Ansprache des Profils (Abb. 21).



Abbildung 21: Aufnahme des Bohrprofils
(Bild: Marion Mays)

Bei der Profilsprache, also der Substrat- und Horizonterfassung, wird zunächst mithilfe des Zollstocks die untere Grenze der jeweiligen Horizonte definiert und anschließend Substrat, Zersetzungsgrad, Farbe, Beimengungen und Horizont bestimmt. Die Durchführung lehnt sich dabei an die Steckbriefe Moorsubstrate (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011). Die einzelnen Punkte werden nachfolgend ausgeführt:

Zu den *Substraten* gehören vornehmlich Torf-, Mudde- und Bodenarten. Die im Mosbrucher Weiher vorkommenden Substrate sind in Tab. 2 mit ihrer Kurzkenzeichnung aufgeführt und werden bei der Aufnahme der Profile sowie in der Auswertung in Kurzform dargestellt.

Tabelle 2: Substratkennzeichnung
(Eigene Darstellung, zusammengestellt nach KA 5: Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 148ff, 161, 162, 164)

Kurzkennzeichnung	Substrat
Hv	vererdeter Torf
Ha	amorpher Torf
Hnr	Radizellentorf/Wurzeltorf
Hhs	Sphagnumtorf/Torfmoostorf
Hhi	Heidekrauttorf/Moosbeertorf
Hulb	Birkenbruchwaldtorf
Hulk	Kiefernbruchwaldtorf
Fhh	Torfmudde (organische Mudde)

Fmt	Tonmudde (organo-mineralische Mudde)
Fmu	Schluffmudde (organo-mineralische Mudde)
Fms	Sandmudde (organo-mineralische Mudde)
Lt3, fGr	mittel toniger Lehm (Bodenart), Feingrus (Grobbodenfraktion)

Nach KA 5 wird ein zweistufiges Gliederungssystem für Mudden verwendet. Diese werden nach ihrem organischen Anteil in organische Mudden ($\geq 30\%$) und organo-mineralische Mudden (5 bis $> 30\%$) unterschieden (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 33). Den Laborergebnissen zufolge, weichen die Grenzwerte in dieser Arbeit ab. Die geltenden Werte werden daher im Auswertungsteil der Arbeit vorgestellt und definiert.

In der letzten Zeile der Tabelle sind beispielhaft jeweils eine Bodenart und eine Grobbodenfraktion dargestellt, welche im Mosbrucher Weiher angesprochen wurden. Auf die Bodensystematik der KA 5 wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen, da es sich hierbei um den mineralischen Boden handelt und somit nicht das Augenmerk der Arbeit widerspiegelt. Die Besonderheiten und charakteristischen Merkmale der Torf- und Muddearten werden im Auswertungsteil dieser Arbeit beschrieben. Für die Ansprache der Substrate kann eine Lupe hilfreich sein.

Der *Zersetzungsgrad* bezeichnet den Anteil an Huminstoffen an der gesamten Torfsubstanz, neben den pflanzlichen Geweberesten. Für die Bestimmung der Humositätszahl bzw. des Zersetzungsgrades wurde die Quetschmethode nach VON POST angewandt. Es ist eine einfache Feldmethode, worin eine kleine Menge grubenfrischer Torf in der Hand unter Faustbildung zerquetscht und das dabei austretende Wasser und Substrat bewertet wird (GÖTTLICH 1976: S. 98f & 136f). Die Schätzung gilt für abgelagerte Torfe im Zuge des Moorwachstums und nicht für vererdete Torfe, welche einer sekundären Zersetzung durch Entwässerung ausgesetzt wurden (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. C1). Hierbei reicht die zehnteilige Skala von H1 – H10, welche mit ihren Bestimmungsmerkmalen in Tab. 3 eingesehen werden kann. SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (2010: S. 344) zählen dabei die schwach zersetzten Torfe von H1 – H5 zu den Weißtorfen und die stark zersetzten Torfe von H6 – H10 zu den Schwarztorfen und Niedermoor-torfen. Diese Bestimmung wurde der Tab. 3 beigefügt, wobei die hinterlegten Farbinformationen mit der späteren Auswertung übereinstimmen. Im Rahmen der Kartierarbeiten an den Mooren bei Weißenseifen hatte HAAG (2012: S. 81ff) die beschriebene Feldmethode mit einer Labormethode (der Kolorimetrie) verglichen und eine hohe Korrelation dieser feststellen können.

4. Material und Methoden

Tabelle 3: Zersetzungsgrad nach v. POST
(verändert nach LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. C1)

	Zersetzungs- grad	Merkmale feuchter, grubenfrischer Torfe			Merkmale trockener Torfe	
		Pflanzen- strukturen im Torf	beim Quetschen zwischen den Fingern hindurchgehend:	Rückstand nach dem Quetschen:	strukturierte Pflanzenreste im Torf	Farbe des Torfes
W e i ß t o r f	H1	deutlich	farbloses, klares Wasser	nicht breiartig	einziger erkennbarer Bestandteil	weißlich bis gelb
	H2		schwach gelbbraunes, fast klares Wasser			ziemlich hellbraun
	H3		braunes, deutlich trübes Wasser			dunkler braun
	H4		braunes, stark trübes Wasser			
	H5		stark trübes Wasser, daneben etwas Torfsubstanz	etwas breiartig	nahezu einziger erkennbarer Bestandteil	
S c h w a r z t o r f	H6	etwas undeutlich	bis 1/3 der Torfsubstanz	stark breiartig	über 2/3 der Torfsubstanz	ziemlich dunkel bis schwarz
	H7	noch einigermaßen erkennbar	etwa 1/2 der Torfsubstanz	Pflanzenstrukturen deutlicher als vorher	etwa 1/2 der Torfsubstanz	
	H8	sehr undeutlich	etwa 2/3 der Torfsubstanz	besonders aus widerstandsfähigeren Resten (z.B. Fasern, Holz)	etwa 1/3 der Torfsubstanz	
	H9	fast nicht mehr erkennbar	fast die gesamte Torfsubstanz		nur sehr wenig der Torfsubstanz	
	H10	nicht mehr erkennbar	die gesamte Torfsubstanz	kein Rückstand	keine pflanzlichen Strukturen	

Die *Farbe* wird nach den Munsell-Farbtafeln bestimmt, um eine genaue und vergleichbare Farbensprache zu gewährleisten (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 60). Sie soll beim Abgrenzen der Torf- und vor allem Muddearten behilflich sein und dient ebenfalls der späteren Auswertung. Die Farbensprache wurde am frisch abgestrichenen Material durchgeführt, da die Torfe durch eine rasch einsetzende Oxidation dunkler wurden.

Unter *Beimengungen und Anmerkungen* wurden beispielsweise eingelagerte Schilfstücke oder Fieberkleesamen notiert. Es wurde auch auf die Konsistenz, Durchwurzelung oder auf besonders geschichtete Lagen eingegangen. Diese Informationen können für die Renaturierungsmaßnahmen wichtige Rückschlüsse bieten.

Die *Horizonte* werden nach der Systematik der KA 5 gegliedert. Demnach wird dem Torfhorizont zur Kennzeichnung der Bildungsbedingungen ein Zusatzbuchstabe vorangestellt. Es lässt sich also nach Niedermoor (nH), Übergangsmoor (uH) und Hochmoor (hH) gliedern. Dem Hauptsymbol können weitere Zusatzbuchstaben nachgestellt werden, welche auf die pedogenen Merkmale hinweisen. Diese wären: vererdet (v), zeitweilig Grundwassergefüllt (w) oder reduziert (r) (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011, S. 38; Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 47). Die Mudden werden in der Horizontbezeichnung mit ff für fossile Mudden (Ad-hoc-

Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 83f) zusammengefasst. Die hierbei vorgestellte (Moor-)Bodensystematik der KA 5 ist auf die am häufigsten vorkommenden Substrate und Horizonte im Mosbrucher Weiher reduziert.

Es wird jeder Horizont eines Bohrprofils nach der geschilderten Vorgehensweise angesprochen und notiert. Dabei wird der Stechbohrer solange um jeweils einen Meter verlängert, bis der mineralische Untergrund erreicht ist. Die Mächtigkeit des Moores wird von der Geländeoberfläche bis zum mineralischen Untergrund gerechnet (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011, S. 46). An dieser Stelle sei vorweggenommen, dass die Moormächtigkeit in dieser Arbeit von der Definition der Steckbriefe Moorsubstrate abweicht. Die Gründe dafür werden in einem späteren Kapitel diskutiert.

Nach erfolgter Profilaufnahme wird mittels Zollstock der Wasserstand unter Flur erfasst, eingetragen und das Bohrloch mit den Substraten verschlossen. Die Felder Moormächtigkeit, Bodentyp und hydrologischer Moortyp werden nachfolgend mittels der Ergebnisse der Bohrung im Aufnahmebogen ausgefüllt (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011, S. 46). Im Zuge der Kartierarbeiten am Mosbrucher Weiher wurden insgesamt 120 Bohrungen aufgenommen, um das Moor abgrenzen und die Moormächtigkeit abschätzen zu können.

Die aufgenommenen Daten wurden im Anschluss an die Geländetage in eine Excel-Tabelle überführt und die Bohrpunkte in die GIS-Karte (Abb. 17) ergänzt.

4.1.3 pH-Messungen

An einigen oberflächennahen Stellen wurden pH-Wert-Messungen mithilfe des bereits beschriebenen pH-Messgerätes vorgenommen (Abb. 17). Diese sollen Auskunft über die Herkunft des Wassers im Moor geben. Der pH-Wert ist bestimmt durch den negativen dekadischen Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration einer Lösung und charakterisiert den Säure-Basen-Zustand von Böden (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 405). So weisen Regenwasser genährte Moore sehr niedrige pH-Werte auf (<3-4), wohingegen Mineralbodenwasser genährte Moore im mäßig sauren, basenreichen bis zu kalkhaltigem Bereich liegen (pH 4-7,5). Letztere werden bestimmt durch den Mineralbestand der Landschaft (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2010: S. 344).

4.1.4 Probenahme

Für eine Analyse im Labor wurden gestörte und ungestörte Bodenproben entnommen. Die Entnahme ist zeitlich gegen Ende der Profilaufnahmen, also Mitte November, durchgeführt worden. Hierzu wurde im Vorfeld mithilfe der Aufnahmebögen nach geeigneten Stellen für die Schürfe gesucht. Dabei wurde ein Fokus darauf gelegt, dass die Profile repräsentative Substrate beinhalten und dass die Standorte es überhaupt ermöglichen, eine Grube anzulegen. Die Voraussetzungen dafür waren aufgrund der Konsistenz der Moorsubstrate und lateral nachfließendem Moorwasser nicht immer gegeben.



Abbildung 22: Probenahme KLB 017
(Eigene Abbildung)

Es wurden an zwei Schürfen Proben entnommen (Abb. 22 & 24), welche am Rand des Moores lokalisiert und Abb. 17 zu entnehmen sind. Vorher wurde jeweils eine Bohrung mit dem Stechbohrer vorgenommen (Abb. 23), um die Aussagekraft bzw. Verwerfbarkeit der Stelle zu validieren.



Abbildung 23: Bohrprofil Mos_120
(Eigene Abbildung)

Von Interesse waren die typisch auftretenden Substrate Weißtorf, Schwarztorf und die Mudden. Demnach entspricht die Bohrung „Mos_119“ dem Profil der Probenahme „KLB 017“ und die Bohrung „Mos_120“ dem Profil der Probenahme „KLB 018“. Das Augenmerk der Probenahme aus Profil KLB 017 lag bei den Torfen, wohingegen das Profil KLB 018 für Mudden und mineralische Substrate sprechen soll.

Für das Anlegen der Schürfe wurden zunächst oberflächennahe Wurzeln mithilfe einer Heckenschere entfernt. Der abgesteckte Bereich wurde dann

mit einem Spaten ausgehoben und mit einem Eimer das nachkommende Wasser ausgeschöpft. Die Entnahme der Proben erfolgte Horizontweise. Für jeden Horizont

wurden zuerst drei



Abbildung 24: Profil KLB 018
(Bild: Marion Mays)

Stechzylinder entnommen (ungestörte Proben) und im Anschluss darauf mindestens 1 kg gestörtes Bodenmaterial in Tüten verpackt. Alle Proben wurden mit Amtsprobennummern des LGB versehen.

4.2 Laboranalyse

Nach der Entnahme der Bodenproben im Gelände, wurden diese solange im Kühlschrank gelagert, bis mit der Laboranalyse begonnen werden konnte. Die Analysen der bodenchemischen und physikalischen Eigenschaften erfolgten in den zuständigen Laboren beim LGB in Mainz. Diese werden nach den Methoden des Handbuchs für Bodenuntersuchung des Deutschen Instituts für Normung durchgeführt (DIN 2000).

Bodenchemie

Die Tütenproben wurden zunächst auf Tablettts ausgelegt und Luftgetrocknet. Daraufhin wurde der Grobboden mit einem 2 mm Sieb vom Feinboden getrennt. Das war nur bei den Proben mit den Mudden und dem Mineralboden aus KLB 018 notwendig. Die Aufbereitung erfolgte nach DIN ISO 11464. Für die Bestimmung von Gesamtgehalten wurde ein Teil des homogenisierten Feinbodens mithilfe einer Achat-Kugelmühle feingemahlen. Der Gesamtkohlenstoff wurde nach DIN ISO 10694 ermittelt. Durch die trockene Verbrennung des Probenmaterials oxidiert der enthaltene Kohlenstoff zu CO_2 und wird mittels Wärmeleitfähigkeitsdetektor gemessen. Der organische Kohlenstoffgehalt (Corg) wird indirekt aus dem Gesamtkohlenstoffgehalt und Carbonatgehalt bestimmt und ist hier gleich dem Gesamtkohlenstoffgehalt, da keine Carbonate vorhanden sind. Die Bestimmung des Gesamt-Stickstoffs (Nges) wurde nach DIN ISO 13878 unter demselben Verfahren ermittelt, wie eben beschrieben. Das C/N-Verhältnis wurde aus dem Verhältnis von organischem Kohlenstoff zu Gesamt-Stickstoff errechnet. Schließlich erfolgte die pH-Wert-Bestimmung nach DIN ISO 10390. Diese wurde mithilfe einer Glaselektrode in einer 0,01 mol/l-Calciumchloridlösung (pH-CaCl_2), im Volumenverhältnis 1:5, gemessen.

Bodenphysik

Die Bestimmung der Trockenrohdichte erfolgte anhand der Stechzylinderproben (Abb. 25) nach DIN ISO 11272. Die Trockenrohdichte ist der Quotient aus der Trockenmasse einer Bodenprobe in natürlicher Lagerung und ihrem Volumen (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 276). Sie wird in g cm^{-3} angegeben und wird für die Berechnung der gespeicherten Kohlenstoffmenge benötigt.

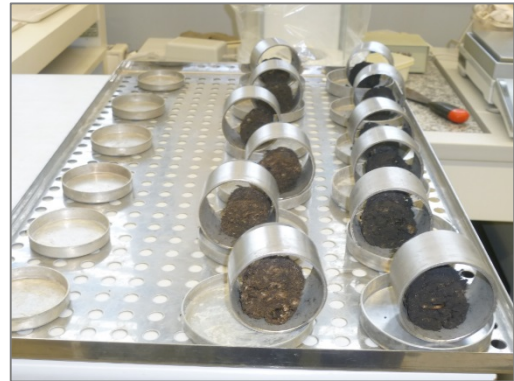


Abbildung 25: Auswertung der Stechzylinderproben
(Bild: LGB)

Zunächst wurden die bodengefüllten Stechzylinder auf 0,01 g genau gewogen. Daraufhin wurden diese bei 105°C im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und wieder entsprechend gewogen. Die Trockenrohdichte wird mithilfe dieser Formel berechnet:

$$\text{Trockenrohdichte } (dB) = \frac{Mt - T}{V} \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

dB = Trockenrohdichte [g/cm^3]

Mt = Masse der bei 105°C getrockneten Probe und des Stechzylinders [g]

T = Masse des Stechzylinders [g]

V = Volumen des Stechzylinders [cm^3]

4.3 Datenverarbeitung und Darstellung am Computer

Nach erfolgter Geländeaufnahme, sollen die Daten am Computer weiterverarbeitet werden. Dementsprechend werden die Auswertungsmethoden und die graphischen Darstellungsmöglichkeiten und nachstehend geschildert.

4.3.1 Verarbeitung der Aufnahmebögen

Die Aufnahmebögen wurden nach den Geländetagen in eine Microsoft Excel-Tabelle und später auch in eine Microsoft Access-Datenbank überführt. Es entstanden zwei Blätter: Zum einen eine Tabelle mit den Bohrungen und ihren jeweiligen Horizontaufnahmen; zum anderen eine Tabelle mit den aufsummierten Moor- und Torfmächtigkeiten. Letztere dient der Zusammenfassung der erstellten Substratgruppen und wird samt Koordinaten im Anhang 2 dargestellt. Der Datensatz der ersten Tabelle mit den Horizontaufnahmen ist zu groß und findet in dieser

Arbeit keinen Platz. Die Auswertung der Daten bestand in erster Linie darin, Substrate in Gruppen zusammenzufassen und aufzusummieren. Die Substratgruppen werden im Kapitel 5 definiert. Anhand der Laborergebnisse und der Volumenberechnung der 3D-Modelle sollte eine Abschätzung der gespeicherten Kohlenstoffmenge im Moor erfolgen.

Die Accessdatenbank wurde angelegt, da sie mit dem Kartenprojekt in ArcGIS verbunden werden konnte und alle Änderungen in der Datenbank automatisch im GIS-Projekt übernommen werden. Damit konnte gewährleistet werden, dass die Daten bei allen Auswertungen einheitlich bleiben.

4.3.2 Karte und Interpolation der Moor- und Torfmächtigkeiten (ArcGIS)

Die Erstellung und Verarbeitung der Karten wurden mithilfe der Software ArcGIS 10 getätigt. Es handelt sich dabei um ein Geographisches Informationssystem des Unternehmens ESRI. Die Karte „Mosbrucher Weiher“ (Abb. 17) wurde - zusammen mit dem Bezugssystem - bereits vorgestellt und dient als Grundlage für die Auswertungen der Moormächtigkeiten.

Danach wurden zwei weitere Karten erstellt. Einmal mit der gesamten Moormächtigkeit und eine weitere mit den Weißtorfmächtigkeiten. Die passende Tabelle mit Koordinaten, Bohrnamen, Torfmächtigkeiten wurde in das Kartenprojekt importiert und aus den Bohrdaten „Shapefiles“ für die unterschiedlichen Darstellungen erstellt. Mithilfe der Geoverarbeitung „Spatial Analyst“ aus der Toolbox wurden mit der Funktion „Extract Values to Points“ Punkteigenschaften auf dem digitalen Höhenmodell generiert. Damit können die Bohrpunkte mit Raumbezug an die Erdoberfläche gesetzt werden. Als Moorbasis dient hierbei die erbohrte und definierte Tiefe des Moores. Das gilt jedoch nur für die 120 Bohrungen, welche getätigt wurden. Für die Erstellung eines Modells des Moorkörpers, muss dieser interpoliert werden. Das bedeutet, dass die Punktdaten auf die Fläche übertragen werden müssen. Dies wurde ebenfalls mit dem „Spatial Analyst“ anhand der Funktion „Interpolation – Nearest Neighbor“ getätigt.

4.3.3 3D-Modelle und Catena (MATLAB und GOCAD)

Die 3D-Modelle wurden anhand von zwei unterschiedlichen Programmen erstellt. Diese werden zusammen mit den Vorgehensweisen nachfolgend vorgestellt.

MATLAB ist eine Software des Unternehmens The MathWorks und dient zur Datenanalyse, Algorithmen-Entwicklung und zur Erstellung von Modellen und Anwendungen. Sie stellt eine Programmiersprache für technisch-wissenschaftliche Berechnungen dar (MathWorks 2012: o. S.). Die MATLAB-Arbeiten wurden an der Universität Trier durchgeführt. Mithilfe dieser Software war es möglich, das Volumen des Moorkörpers zu berechnen und diesen graphisch darzustellen. Hierfür waren die Gauß-Krüger-Koordinaten in Form von Hoch- und Rechtswert und die Moormächtigkeiten von Nöten. Der Vergleich unterschiedlicher Interpolationsmöglichkeiten erlaubt eine Aussage, welches Modell dem realen Moorkörper am ehesten entspricht. Die Rastergröße der Berechnungen beträgt 1 x 1 Meter. Die verwendeten Interpolationstechniken sind: Linear, Bicubic, Natural Neighbor und Nearest Neighbor. Bei der Abbildung eines 3D-Modells kann der 3D-Effekt verloren gehen. Deshalb ist darauf zu achten, dass ein passender Blickwinkel zur Darstellung gewählt wird.

Eine weitere Auswertungsmöglichkeit mittels MATLAB ergibt sich durch das Darstellen einer Catena, bzw. eines Schnittes durch die Moorlandschaft. So wurde eine West-Ost-Catena und eine Nord-Süd-Catena anhand von jeweils zehn Bohrpunkten erstellt. Darin sind die Informationen der Substratgruppen, der Substrate und der Horizonte dargestellt und wurden nach dem Digitalen Höhenmodell ausgelegt.

Die Software *GOCAD* des Softwareentwicklers Paradigm Geophysical, dient Geologen und Geowissenschaftlern zur Modellierung und Interpretation von geologischen Objekten. GOCAD steht für Geological Object Computer Aided Design (Gocad Research Group 2005-2011: o. S.). Die 3D-Modelle mit GOCAD wurden beim LGB im Referat Hydrogeologie erstellt. Hierzu wurden Laserscandaten für das Höhenmodell in die Modellierung des Moorkörpers eingebracht. Von dieser Oberfläche ausgehend wurde anhand der Bohrpunkte und deren Mächtigkeiten eine Moorbasis erstellt und somit das Volumen berechnet. Für die graphische Darstellung wurde das digitale Orthofoto über das Höhenmodell gelegt.

Eine weitere Darstellungsmöglichkeit ergibt sich aus der Verschiebung der Flächen im Quader, worin der 3D-Körper dargestellt wird. Damit konnten Schnitte des 3D-Modells erstellt werden, welche sich an die Catenen anlehnen.

4.3.4 Berechnung der Kohlenstoffmenge

Für die Berechnung der Kohlenstoffmenge im Moor werden folgende Komponenten benötigt:

- Volumen des Moorkörpers
- organischer Kohlenstoffanteil der Substrate
- Trockenrohdichte der Substrate

Das Volumen des Moorkörpers ergibt sich anhand der 3D-Modelle. Die übrigen Substrateigenschaften werden im Labor ermittelt. Die Berechnung gilt für die Substrate, welche in den Substratgruppen zusammengefasst werden. Diese werden im nächsten Kapitel vorgestellt. Birken- und Kiefernbruchwaldtorfe werden aufgrund der inhomogenen Ablagerung nicht in die Berechnung aufgenommen. Für jede Substratgruppe wurde die Torfmächtigkeit addiert und ein Prozentualer Anteil der Gesamtmächtigkeit errechnet. Daraus lässt sich der Anteil des Volumens an dem Gesamtvolumen erschließen. Vereinfacht lässt sich die Berechnung folgendermaßen widerspiegeln:

$$\text{Volumen [m}^3\text{]} * \text{Corg [Masse-\%]} * \text{TRD [t/m}^3\text{]}$$

Die Kohlenstoffmenge muss in die entsprechende Kohlendioxidmenge umgerechnet werden. Diesbezüglich beträgt der Umrechnungsfaktor von C → CO₂: 3,67 (Bundesamt für Umwelt 2007: S. 25).

5. Auswertung der Gelände- und Laborergebnisse, Darstellung

In diesem Kapitel werden die gewonnenen Daten ausgewertet und aus Gründen der Übersichtlichkeit gleichzeitig interpretiert. Angesichts der Ergebnisse soll im Vorfeld eine Definition der Moormächtigkeit und der Substratgruppen erfolgen. Darauf basieren alle folgenden Auswertungs- und Darstellungsmöglichkeiten wie die GIS-Interpolationen, 3D-Modelle und die Catenen. Darüber hinaus werden die oberflächennahen pH-Messungen und die Berechnung der gebundenen Kohlenstoffmenge geschildert und vorgestellt.

5.1 Definition der Moormächtigkeit und der Substratgruppen

Nach LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR (2011: S. 46) wird die Mächtigkeit des Moores von der Geländeoberfläche bis zum mineralischen Untergrund gerechnet. Demnach wurde versucht, bei den Bohrungen mit Stechbohrern bis zu den pyroklastischen Ablagerungen zu kommen. Die fein- bis grobkörnige Tephra hat sich anhand eines „Knirschens“ bemerkbar gemacht, sobald der Bohrstock auf diese Schicht gestoßen ist. Dies war bei einigen Bohrungen der Fall. In den meisten Fällen jedoch, war die Muddeschicht darüber so mächtig, dass ein Durchkommen mit dem Stechbohrer gar nicht erst möglich war, da die Stechbohrer in erster Linie für Torfsubstrate bestimmt sind. Da es in diesem Projekt und den Untersuchungen vorrangig um die Erfassung der Kohlenstoffvorräte und die horizontale räumliche Abgrenzung des Moores geht, wurde eine, den Bedingungen des Moores angepasste, Moormächtigkeit definiert.

Moormächtigkeit

Die Moormächtigkeit wird für die Darstellungen auf der Karte und deren GIS-Interpolationen definiert. Darin ist der gesamte Torfkörper zusammen mit der organischen Mudde - der Torfmudde (Fhh) - eingeschlossen. Im Idealfall bildet die Torfmudde die Moorbasis, wobei auch Mischsubstrate aus Torf- und Schluffmudden eingeschlossen werden. Außerdem sind im Moor zwischengelagerte mineralische Mudden inbegriffen. Die Kolluvien, welche den Torfkörper an einigen Stellen am Rand überlagern, wurden von der Moormächtigkeit rausgerechnet.

Substratgruppen

Für die Kohlenstoffberechnung wurden die Rauminhalte der 3D-Modelle errechnet. Damit der Raumbezug erhalten bleibt, konnten keine Kolluvien, oder zwischengelagerte mineralische Schichten rausgerechnet werden. Der 3D-Körper ist von oben durch die Geländeoberfläche (Höhenmodell) begrenzt. Die untere Grenze bildet die Moorbasis. Im Moorkörper sind die folgenden Substratgruppen eingeschlossen und können in Tab. 4 mit den Substratkennzeichen eingesehen werden:

Schwarz- und Weißtorfe wurden bereits im Methodenteil der Arbeit erklärt und werden nach dem Zersetzungsgrad unterteilt. Zur Gruppe der organischen Mudden zählen in erster Linie Torfmudden, aber auch Mischsubstrate zwischen amorphen Torf und Torfmudde zum Beispiel, da wo die Torfmudde dominant ist. Zudem gibt es die Gruppe Organo-/Mineralisches Substrat*. Darin sind Mischsubstrate zwischen organischer und organo-mineralischer Mudde enthalten, welche häufig die untere Grenze der Moormächtigkeit bilden und die organo-mineralischen Mudden, welche im Moorkörper als Linsen eingeschlossen sind. Des Weiteren werden Kolluvien in diese Gruppe einbezogen.

Tabelle 4: Substratgruppen mit Kennzeichnung
(Eigene Darstellung)

Moorkörper	Schwarztorf	Hv, Ha, Hnr, Hhs, Hhi, Hulb, Hulk (H6-10)
	Weißtorf	Hnr, Hhs (H1-5)
	Organische Mudden	Fhh, Ha/Fhh, Hnr/Fhh, Hnr/Fhh/Fmu
	Organo-/Mineralisches Substrat*	Fhh/Fmu, Fhh/Fms, Fmu, Fms, Fmt, Lt3 usw.
	Organo-/Mineralisches Substrat**	Fmu, Fms, Lt3, usw.
*Organo-/Mineralisches Substrat eingelagert im Moorkörper: Organo-mineralische Mudden und Kolluvien		
**Organo-/Mineralisches Substrat außerhalb/unterhalb des Moorkörpers		

Die Substratgruppe Organo-/Mineralisches Substrat**, welche dunkelgrau hinterlegt ist, enthält organo-mineralische Mudden unterhalb des Moorkörpers, welche sich unter anderem mit der Tephra durchmischen oder diese knapp überlagern. Demzufolge liegt diese Gruppe außerhalb des Moorkörpers und wird nicht in die Kohlenstoffberechnung mit einfließen.

Diese Substratgruppen sind farblich gekennzeichnet und werden auch so in den Laborergebnissen, der Catenen und in der Berechnung des Kohlenstoffvorrates des Moores dargestellt.

5.2 Profilauswertung mit Laborergebnissen

An dieser Stelle sollen die beiden Bodenprofile mit der Profilbezeichnung KLB 017 und KLB 018 ausgewertet werden. In Tab. 5 und 6 werden Ergebnisse aus den Laboruntersuchungen zusammen mit den Daten der Geländeaufnahme nach Horizonten dargestellt. Zudem sind obere und untere Tiefe des jeweiligen Horizontes in cm angegeben. Zur Veranschaulichung der Werte dienen die Tiefenprofile in Abb. 26 und 27. Diese deuten auf die Veränderungen der Bodeneigenschaften in zunehmender Tiefe hin.

Die letzten beiden Spalten der Tab. 5 und 6 beinhalten zum einen den errechneten Mittelwert der Corg-Gehalte einer Substratgruppe und zum anderen die ebenfalls gemittelten Trockenrohdichten (aus jeweils drei Stechzylinderproben) für jeden Horizont. Diese werden für die spätere Kohlenstoffberechnung benötigt.

Profil KLB 017

Das Profil KLB 017 (Tab. 5) gibt Auskunft über die Torfe im Mosbrucher Weiher. Dem Zersetzungsgrad und den Substratgruppen zufolge, entsprechen die ersten drei Horizontnummern den Schwarztorfen, während Horizontnummer 4 und 5 den Weißtorfen zuzuordnen sind. Die Farbwerte in der Tabelle sind gemäß der Substratgruppen zugeteilt. Infolge der Entwässerung lässt sich ein charakteristischer Torfvererdungshorizont erkennen, welcher von amorphem Torfsubstrat unterlagert wird. Am vererdeten Torf wird kein Zersetzungsgrad bestimmt. Der gemessene Wasserstand der Bohrung Mos_119 liegt hier bei 7cm unter Flur (Anhang 2). Darunter folgen Radizellentorfe (Hnr) mit den typischen Beimengungen aus Resten von Segge, Schilf, Schachtelhalm und Birke. Bei den Mittelwerten der Trockenrohdichten unterscheiden sich die Schwarztorfe mit $0,14 \text{ g/cm}^3$ von den Weißtorfen mit $0,1 \text{ g/cm}^3$.

Tabelle 5: Laborergebnisse Profil KLB 017
(Eigene Darstellung)

Profil: KLB 017 Probennummer: Mos_119											
Horizontnr.	OTIEF	UTIEF	PH	Corg	Nges	C/N	Zersetzung	Substrat	Horizont	Corg-Mittelwert	Trockenrohdichte
	cm	cm		Masse-%	Masse-%		nach v. Post			Masse-%	$\text{g/cm}^3 \pm \text{t/m}^3$
1	0	-10	4,47	35,09	2,17	16,18		Hv	uHv	36,41	0,18
2	-10	-20	5,37	31,26	1,72	18,21	>H8	Ha	uHw		0,16
3	-20	-48	5,66	42,89	1,60	26,82	H6	Hnr	uHr1		0,09
4	-48	-80	5,57	43,35	1,62	26,78	H4	Hnr	uHr2	42,74	0,1
5	-80	-106	5,61	42,12	1,74	24,28	H5	Hnr	uHr3		0,1

5. Auswertung der Gelände- und Laborergebnisse, Darstellung

Betrachtet man die Beziehung des organischen Kohlenstoffes zum Zersetzungsgrad, wird deutlich, dass bei höherer Zersetzung die organische Substanz verloren geht. Das wird in beiden Tiefenprofilen in Abb. 26 sichtbar. Dass im vererdeten Torf ein höherer Corg-Gehalt besteht, ist auf die Wurzeln der rezenten Vegetation zurückzuführen. Der Stickstoffgehalt ist im vererdeten Torf am höchsten und verändert sich mit der Tiefe stets entgegengesetzt dem Kohlenstoffgehalt. Nach Succow (1988: S. 231) besteht die Trophiegrenze zwischen nährstoffreich (eutroph) und mäßig nährstoffarm (mesotroph) bei einem C/N-Verhältnis von 20. Demzufolge sind die oberen beiden Horizonte der eutrophenen Gruppe zuzuordnen und die der Radzellentorfe als mesotroph zu bezeichnen. Der pH-Wert befindet sich bis auf den obersten Horizont im subneutralen Bereich und ist damit der Säure-Basen-Gruppe „basenreich“ zugeordnet. Lediglich der vererdete Torf ist mit einem pH-Wert von 4,47 im sauren Bereich.

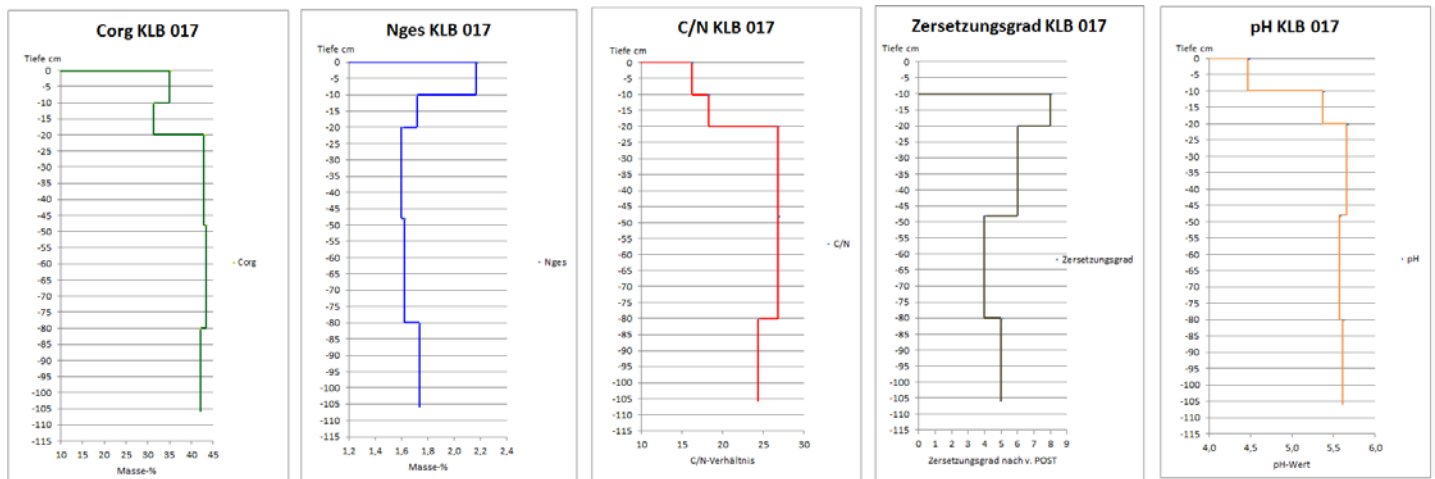


Abbildung 26: Tiefenprofil der Laborergebnisse Profil KLB 017
(Eigene Darstellung)

Profil KLB 018

In diesem Profil (Tab. 6) sollen die für den Mosbrucher Weiher charakteristischen Mudden analysiert werden. Durch die Lage des Profils am Rande des Moores, überlagern Kolluvien die Mudden. Es handelt sich hierbei um verlagertes humoses Bodenmaterial, welches die Hänge

Tabelle 6: Laborergebnisse Profil KLB 018
(Eigene Darstellung)

Profil KLB 018									
Probennummer. Mos 120									
Horizontnr.	OTIEF	UTIEF	PH	Corg	Nges	C/N	Substrat	Horizont	Trockenrohdichte
	cm	cm		Masse-%	Masse-%				g/cm³ ± t/m³
1	0	-20	3,85	7,89	0,64	12,31	Lu3	M-Ah	0,72
2	-20	-30	3,90	7,18	0,57	12,71	Hv + (Lu3)	M-Srw+Hv	0,72
3	-30	-35					Fmu	II fF1	
4	-35	-67	5,00	23,43	1,22	19,27	Fhh	III fF2	0,34
5	-67	-107	5,27	1,28	0,09	14,22	Fmu	IV fF3	0,83
6	-107	-145	5,10	7,25	0,47	15,52	Fmt (TI)	VfF-Gr	1,62

runtergespült wurde. Möglicherweise kann es durch anthropogene Verlagerung oder Bearbeitungsmaßnahmen angehäuft worden sein (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 147). Im zweiten Horizont findet sich eine stauwasserleitende Schicht, welche durch eine langanhaltende Vernässung und Reduktionsmerkmale geprägt ist (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 56). Das ist typisch für Stagnogleye. Außerdem sind vererdete Torfrete im Bohrstock angesprochen worden. Unterhalb der Kolluvien, welche dem mineralischen Boden angehören, befinden sich die organo-mineralischen Mudden mit einer organischen Mudde zwischengelagert (Horizontnr. 4). Demnach sind die Substratgruppen organische Mudde und organo-/mineralisches Substrat enthalten. An dieser Stelle wird deutlich, dass sowohl Kolluvien, als auch organo-mineralische Mudden und organisch-mineralische Mischsubstrate in zuletzt genannter Substratgruppe, enthalten sind. Im 3. Horizont wurde im Bohrstock eine Schluffmudde angesprochen. Diese war in der Profilwand der Grube nur im geringen Maße vorhanden, weshalb von diesem Horizont keine Probenahme möglich war und in den Tiefenprofilen eine Lücke dargestellt wird. Das Ergebnis der Trockenrohdichte der Torfmudde (Fhh) im 4. Horizont bestätigt die Geländeansprache mit ihrem vergleichsweise niedrigen Wert von $0,34 \text{ g/cm}^3$. Der Mittelwert für die Trockenrohdichte der organo-/mineralischen Mischsubstratgruppe beträgt $0,97 \text{ g/cm}^3$, wobei der unterste Horizont einen relativ hohen Wert für die Trockenrohdichte ergab. Eine Erklärung hierfür liefern die im Horizont eingeschlossenen Feinsand-Konkretionen. Dem Wasserstand nach, der 57 cm unter Flur liegt, ist der Standort einem mäßig bis stark entwässertem Erdmoor zuzuordnen (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 40). Dieser hohe Wert entsteht in diesem Fall durch die kolluviale Auflage, wodurch die Problematik jedoch nicht relativiert werden soll.

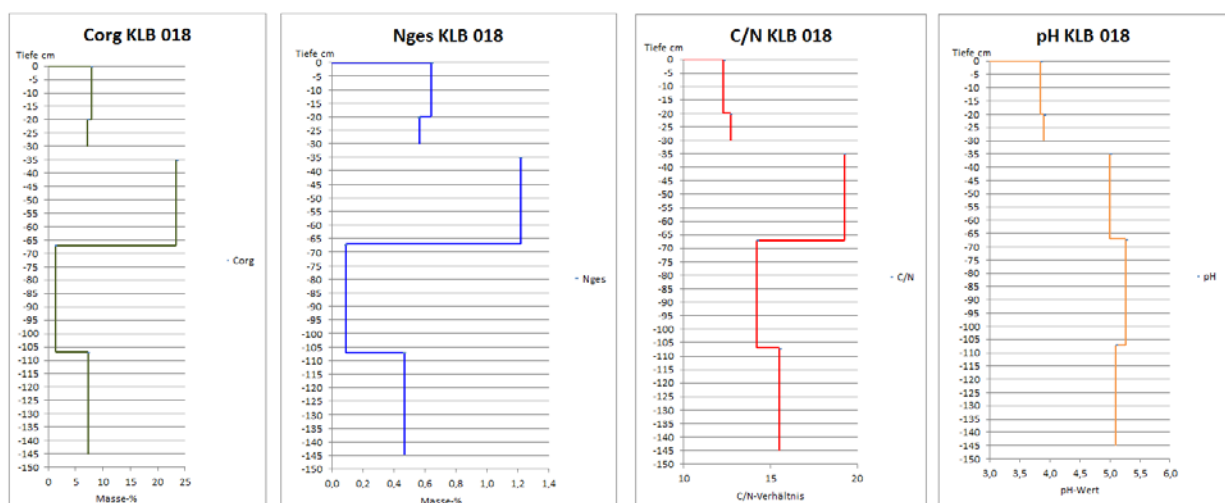


Abbildung 27: Tiefenprofil der Laborergebnisse Profil KLB 018
(Eigene Darstellung)

Bei Betrachtung der Tiefenprofile in Abb. 27, fallen die Entwicklungen der Corg-, Nges-Gehalte und demnach auch das C/N-Verhältnis gleich aus. Dieser Umstand bestätigt die Aussage von SUCCOW (1988, in LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 34), laut der die Nährstoffgliederung nach dem C/N-Verhältnis für Mudden nicht anwendbar ist. Demzufolge ist Phosphor für das Pflanzenwachstum in Gewässern ausschlaggebend und nicht Stickstoff. Der organische Kohlenstoffgehalt ist bei den Mudden ein wichtiges Merkmal zur Gliederung in organische oder organo-mineralische Mudde. Der Laborwert der Torfmudde liegt bei einem organischen Gewichtsanteil von rund 23 Prozent, was der Gliederungssystematik der KA 5 nach keine organische Mudde mehr darstellt (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 99). Den Bildungsbedingungen nach und dem charakteristischen hohen Torfanteil, welcher in den typisch am Mosbrucher Weiher vorkommenden Mudden eingebettet ist, wird diese als organische Mudde angesprochen und definiert (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 34). Der pH-Wert der Kolluvien ist im sauren Bereich. Die darunter liegenden Mudden werden der Gruppe „basenreich“ zugeordnet.

5.3 Oberflächennahe pH-Werte

Die Ergebnisse der oberflächennahen pH-Messungen lassen sich auf der Karte (Abb. 17) lokalisieren. Die ermittelten Werte sind zusammen mit den Koordinaten in Tab. 7 wiedergegeben. Es fällt auf, dass diese Werte höher sind, als die Werte in den Laborergebnissen. Demnach lässt sich ein Großteil der Werte einer Säure-Basen-Gruppe im subneutralen Bereich zuordnen. Die Grenze von pH 6,4 wird jedoch bei drei Werten im zentralen Bereich des Moores und bei den Messungen des Üßbaches knapp überschritten, woraus sich eine Einteilung zur alkalischen Gruppe ergibt (SUCCOW & JOOSTEN 2001: S. 75). Das führt zur Annahme, dass das mineralische Oberflächenwasser das Moor teilweise überrieselt und relativ schnell wieder über den Üßbach abgeleitet wird. Wenn es länger im Moor gespeichert werden könnte, würde der pH-Wert im Zentrum saure Tendenzen anzeigen (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 18).

Tabelle 7: Oberflächennahe pH-Werte
(Eigene Darstellung)

Bohrnummer/ Messstelle	Rechtswert (Gauß/Krüger)	Hochwert (Gauß/Krüger)	pH-Wert
Mos_26	2567825	5569812	6,35 - 5,93
Mos_27	2567850	5569875	6,43
Mos_28	2567905	5569686	5,98
Mos_30	2567943	5569796	5,25
Mos_37	2567899	5569727	6,07
Mos_39	2567971	5569690	5,4

Mos_40	2567960	5569858	5,98
Mos_41	2567923	5569912	5,86
Mos_81	2567870	5569998	6,58
Mos_100	2567877	5569782	5,75
Mos_101	2567903	5569861	6,52
Mos_103	2567707	5569775	6,01
PH_UESSBACH_1	2567431	5569930	6,58
PH_UESSBACH_2	2567634	5569925	6,76
PH_DAMM	2567948	5569861	6,3
PH_PFUETZE	2567775	5569659	6,14

5.4 Visuelle Darstellung des Moorkörpers

Die visuelle Darstellung ermöglicht eine räumliche Abgrenzung des Moores, sowohl vertikal als auch horizontal. Zunächst soll die Mächtigkeit des Moores und speziell der Weißtorfe dargestellt werden. Folglich werden die 3D-Modelle mit den unterschiedlichen Möglichkeiten verkörpert und das Volumen dieser errechnet. Die Catenen geben schließlich einen tiefgreifenden Einblick in die Zusammensetzung und Schichtung des Moores.

5.4.1 Kartographie der Moor- und Weißtorfmächtigkeit

Moormächtigkeit

In Abb. 28 wird die interpolierte Moormächtigkeit in der Karte anhand von 9 Klassen dargestellt. Insgesamt findet sich im Kernbereich eine Moormächtigkeit zwischen 3 m und knapp 6 m. Die größte erbohrte Mächtigkeit mit über 5,9 m wird im Punkt Mos_41 erreicht. Aufgrund des Zusammenlaufens der Torfe durch steigenden Druck in der Tiefe, war das Bohrloch nach dem Ziehen und Einstechen des verlängerten Stechbohrers schon wieder verschlossen oder das Material aus dem Bohrstock herausgedrückt. Den letzten Horizont des Punktes bildet eine Torfmudde, weshalb damit zu rechnen ist, dass daraufhin eine Schluffmudde folgt und die Mächtigkeit somit nicht wesentlich steigen würde. STRAKA (1975: S. 17f) erreichte bei seinen Bohrungen an tiefster Stelle mit 6,8 m den mineralischen Untergrund. Durch die Wahl des Stechbohrers als Arbeitswerkzeug wurde ein Kompromiss geschlossen, indem die Substrate im Moor angesprochen werden können und zugleich eine ungefähre Moormächtigkeit erbohrt werden kann. Mit Moor-Peilstangen könnte sich die Moorsondierung günstiger gestalten. Nachteilig wäre dabei, dass der eigentliche Inhalt nicht angesprochen werden

könnte (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 44). Auffällig ist die Gruppierung der größten Mächtigkeiten im östlichen Teil des Moores direkt neben dem Damm, welcher im Kapitel 3.3 als Mittelweg beschrieben wird.

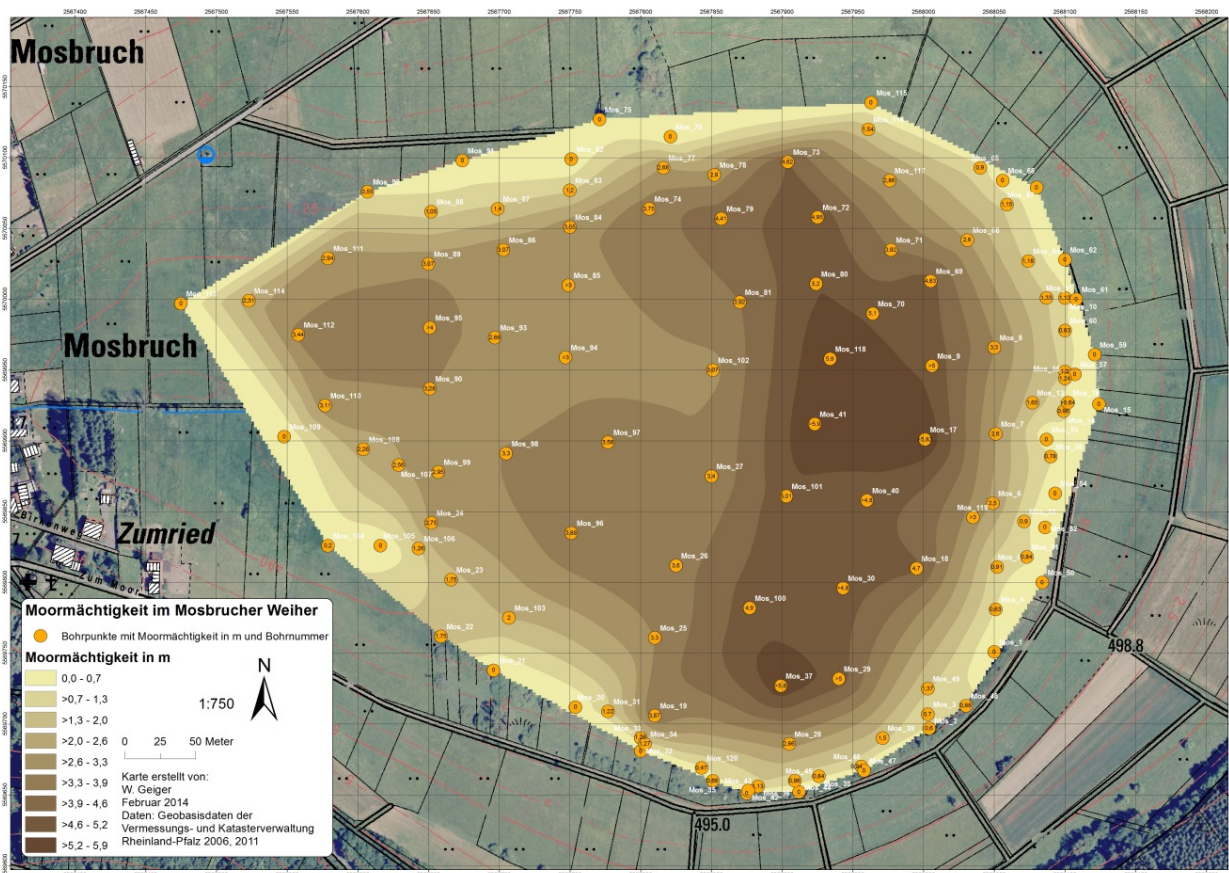


Abbildung 28: Moormächtigkeit im Mosbrucher Weiher (Eigene Darstellung)

Weißtorfmächtigkeit

Die interpolierte Weißtorfmächtigkeit wird ebenfalls mit 9 Klassen dargestellt (Abb. 29). Diese geben ein ähnliches Verteilungsmuster der gesamten Moormächtigkeiten in einer geringermächtigen Form wieder. Dennoch ist die Mächtigkeit der Weißtorfe in ihrer größten Ausprägung mit etwa 5,5 m erstaunlich hoch. Der Punkt Mos_37 besteht, bis auf wenige Einlagerungen von Birkenbruchtorf und einem Moosbeerhorizont, aus schwach zersetzten Sphagnum- und Radizellentorfen. Auffällig ist der Gürtel am gesamten Moorrand, worin keine Weißtorfe zu finden sind. Offenbar sind die geringmächtigen Torfe am Rand stärker zersetzt, da dieser Bereich von der Entwässerung am stärksten betroffen ist.

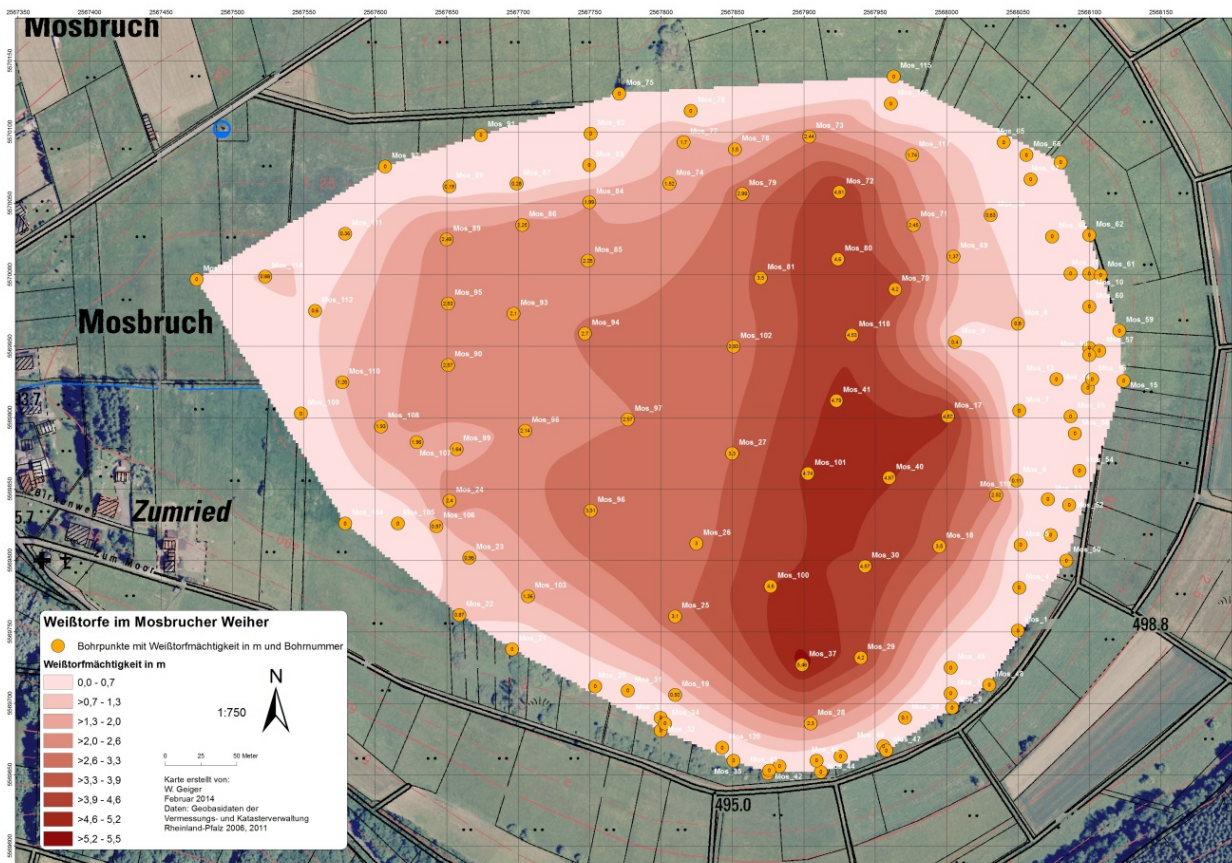


Abbildung 29: Weißtorfe im Mosbrucher Weiher
(Eigene Darstellung)

5.4.2 3D-Modelle und Volumenberechnung

Im Folgenden werden die 3D-Modelle des Moorkörpers dargestellt, welche mit MATLAB (Universität Trier) und GOCAD (LGB) erstellt wurden. Daraufhin lassen sich die berechneten Rauminhalte beider Programme vergleichen.

MATLAB

Die mithilfe von MATLAB erstellten 3D-Modelle lassen sich in Abb. 30 zum Vergleich heranziehen. Die angewendeten Interpolationstechniken ergeben bei der Volumenberechnung unterschiedliche Ergebnisse (Tab. 7) und unterscheiden sich auch visuell voneinander. Hierbei fällt die Interpolationstechnik „Nearest Neighbor“ ins Auge (Abb. 30: rechts unten). Zweifellos eignet sich diese Methode nicht zur Volumenberechnung und zur Darstellung des Moorkörpers, da Bereiche außerhalb des Moores mitberechnet werden und der Körper sich von einer natürlichen Lagerung deutlich unterscheidet. Die anderen Techniken hingegen ähneln sich stark und lassen sich nur durch Feinheiten unterscheiden. Demnach lässt sich eine Trichterform

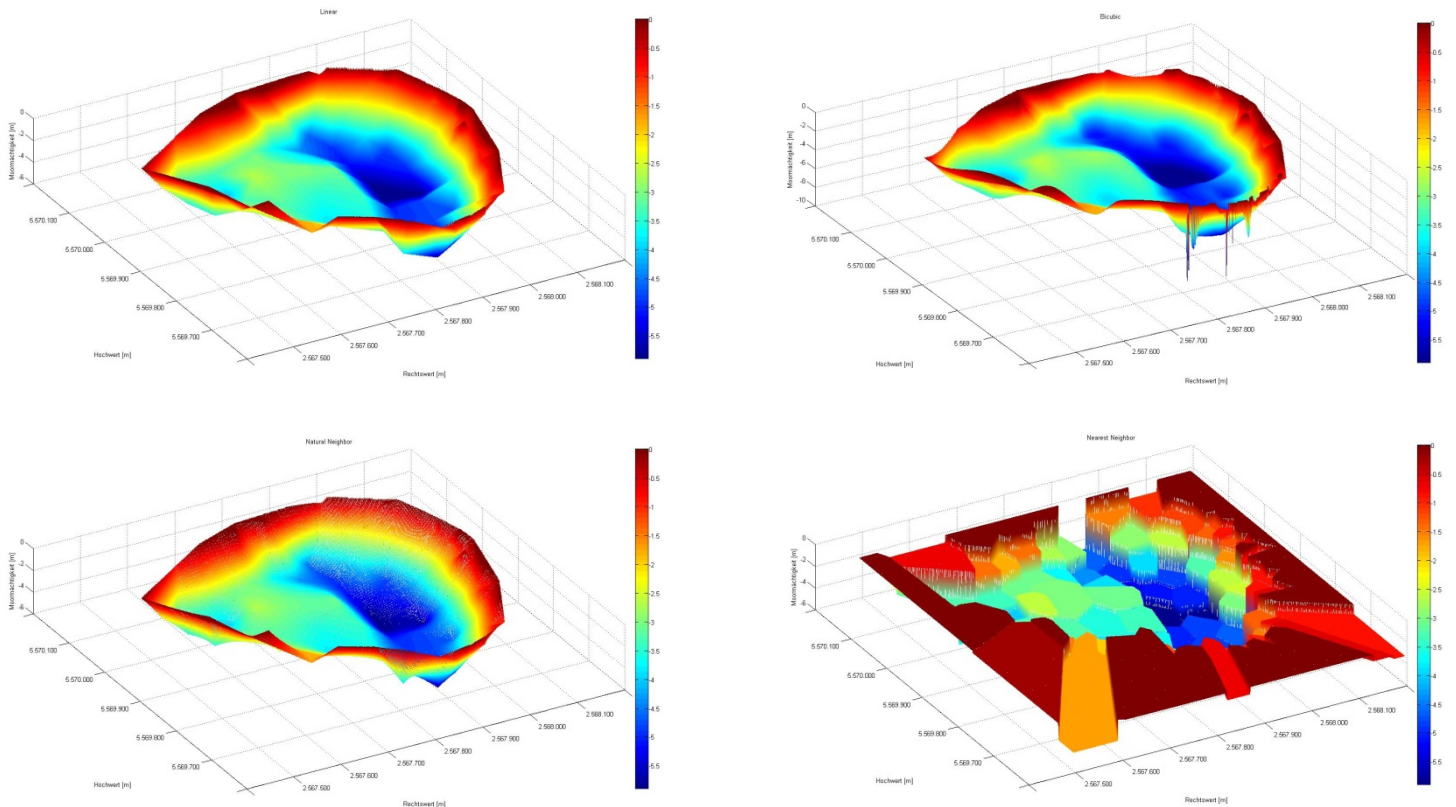


Abbildung 30: MATLAB 3D-Modelle im Vergleich
(Eigene Darstellung)

(Natural Neighbor) an den östlichen tieferen Stellen erkennen, während diese in der bikubischen Interpolation (Abb. 30: rechts oben) als eine weiche Mulde modelliert wird. Letztere kommt auch einer natürlichen Entwicklung näher, wobei durch das Interpolieren in der Darstellung ein Makel vorzufinden ist, welcher das Ergebnis jedoch nicht relevant beeinflusst.

In Abb. 31 wird die Moorfläche mit der Umgebung leicht überhöht dargestellt und deutet auf die Kessellage hin. Des Weiteren sind darin Höhenlinien abgebildet, welche für die Moorfläche

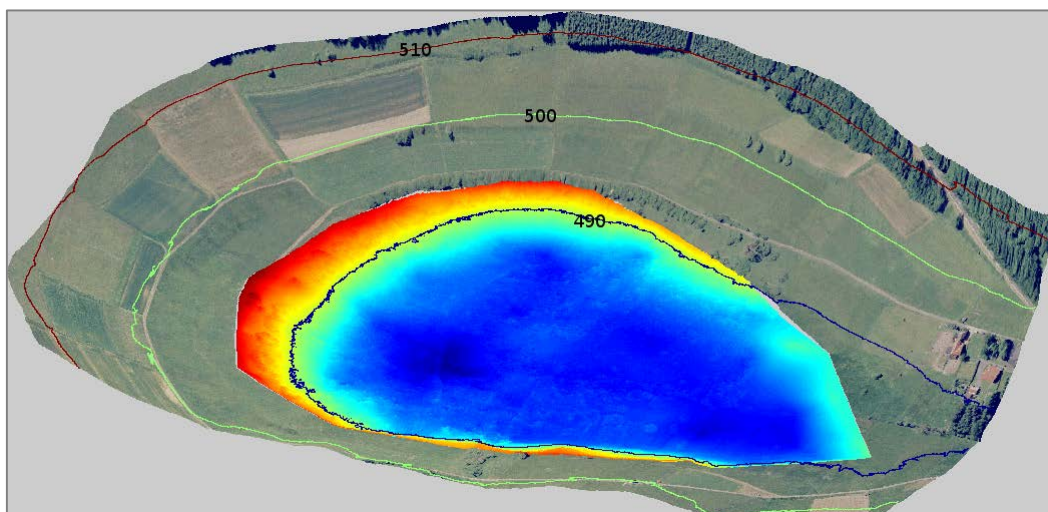


Abbildung 31: MATLAB 3D-Modell mit Luftbild
(Eigene Darstellung)

berechnet wurden. Vergleicht man die Karte in Abb. 17, wird deutlich, dass aufgrund des damit neu generierten Reliefs die 490-Metermarke weiter an den Moorrand gezogen ist. Das Modell wird aus der nordwestlichen Blickrichtung dargestellt. Dies ist darin begründet, dass das Relief südlich des Moores stark ansteigt und damit keine passende Darstellung möglich macht. Das wird besonders bei der GOCAD-Darstellung deutlich, da diese stärker überhöht wurde.

GOCAD

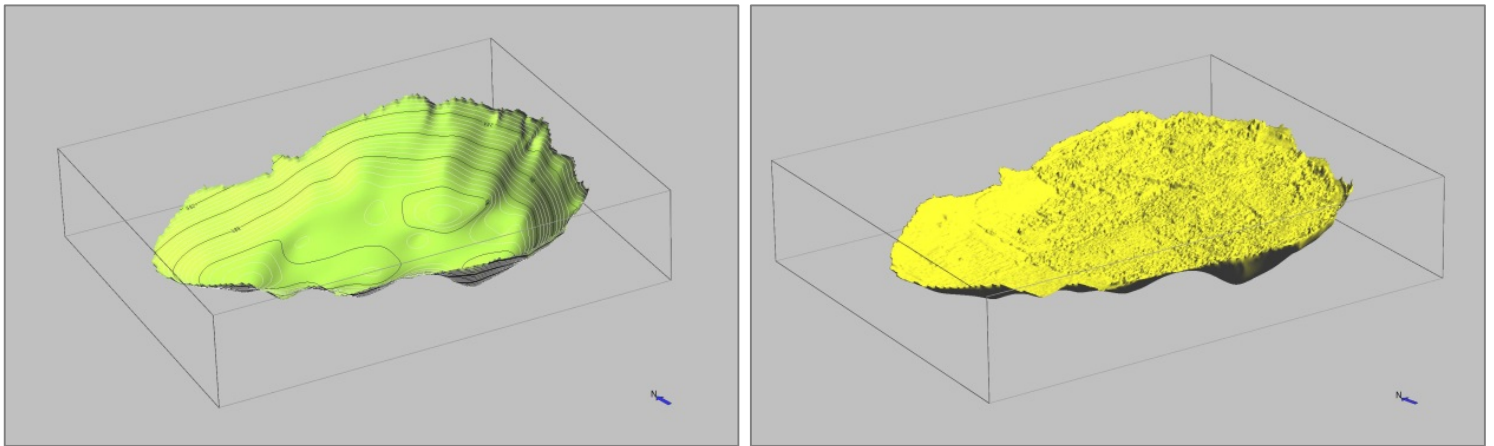


Abbildung 32: GOCAD 3D-Modell
(bearbeitet nach: TESCH, LGB, unveröffentlicht)

Das 3D-Modell, welches mit GOCAD erstellt wurde, lässt sich in Abb. 32 einsehen. Die linke Grafik zeigt den ausgehobenen Moorkörper, wie es auch die MATLAB-Darstellungen wiedergeben. Die Isolinien dienen dazu, dem Körper Plastizität zu verleihen und deuten darauf hin, dass das Moor in der Höhe von Westen nach Osten hin leicht ansteigt. Auf der rechten Grafik erkennt man die Oberflächenstruktur des Höhenmodells. Bei den bisherigen Darstellungen wurde die Oberfläche nicht abgebildet, damit es möglich war, in das Moorinnere reinzuschauen. Diese Darstellung zeigt den tatsächlichen Körper, dessen Rauminhalt berechnet wird.

Die nächste Darstellung (Abb. 33) erfolgt analog zu MATLAB, ebenfalls aus nordwestlicher Blickrichtung und wird links 10-fach und rechts 5-fach überhöht dargestellt. Dies ist notwendig, da sonst die „Moorwanne“ nicht zur Geltung kommt. Im Vergleich zur Umgebung hat die Mulde, in der das Moor liegt, eine niedrigere Höhendifferenz. Durch die starke Überhöhung wird die Kessellage nochmals deutlich beleuchtet. In der linken Grafik erkennt man sogar die Abflussrinne, worin der Üßbach das Wasser durch den Ort Mosbruch aus dem Kessel führt. Alle Modelle inklusive der Interpolationen zeigen die großen Moormächtigkeiten auf der östlichen Seite des Moores neben dem Mittelweg.

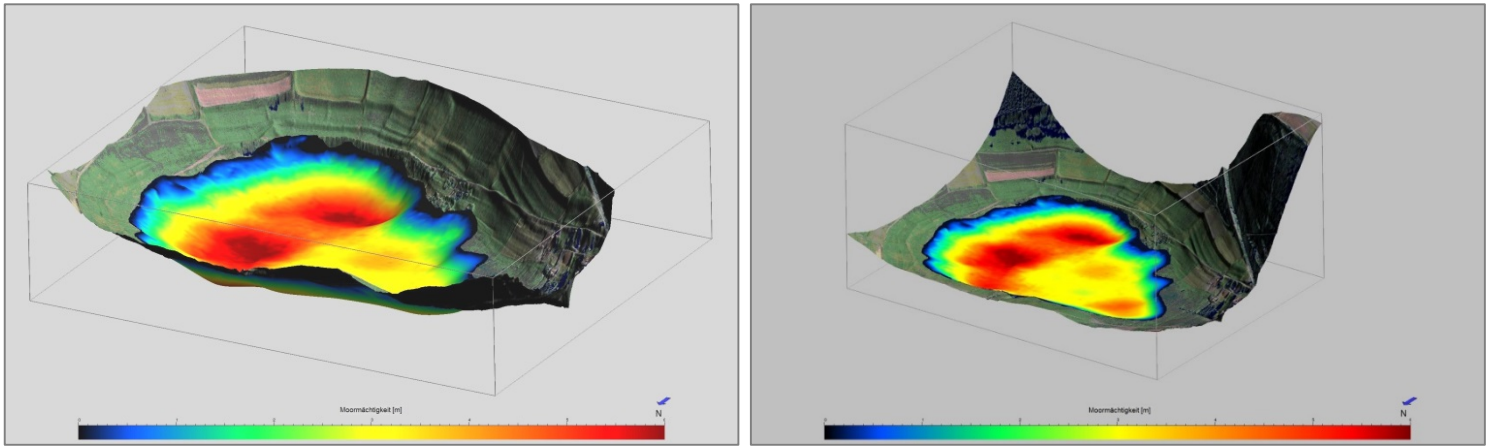


Abbildung 33: GOCAD 3D-Modelle mit Luftbild
(bearbeitet nach: TESCH, LGB, unveröffentlicht)

Volumen

Die MATLAB-Interpolationstechniken Linear, Bicubic und Natural Neighbor ergeben bei der Volumenberechnung ein Volumeninhalt von etwa 660.000 - 680.000 m³ und liegen damit etwas unterhalb des Ergebnisses der GOCAD-Berechnung. Alle Modelle wurden mit einem 1x1-Meterraster berechnet. Die

GOCAD-Modellierung beinhaltet ein Höhenmodell, während die MATLAB-Modellierung von einer Ebene ausgeht. Das könnte der Grund sein,

Tabelle 8: Volumen der 3D-Modelle
(Eigene Darstellung)

Rastergröße [m]	Interpolationstechnik	Volumen [m ³]
1*1	MATLAB Linear	662.056
1*1	MATLAB Bicubic	681.974
1*1	MATLAB Natural Neighbor	659.344
1*1	MATLAB Nearest Neighbor	1.559.497
1*1	GOCAD Isotropic Interpolation	686.844

warum die Werte geringfügig kleiner ausfallen. Dennoch ist ein erstaunlich ähnlicher Wert berechnet worden, was beide Methoden gegenseitig in der Verwendung bekräftigt. Die Werte aus Tab. 8 werden in der Kohlenstoffberechnung wieder aufgegriffen.

5.4.3 Catena

Die beiden Catenen geben einen Einblick in das innere des Moores geben und zeigen die Verteilung der Substrate über die gesamte Moorfläche. Die Lage der West-Ost-Catena und der Nord-Süd-Catena in der Moorfläche wird anhand Abb. 34 veranschaulicht.

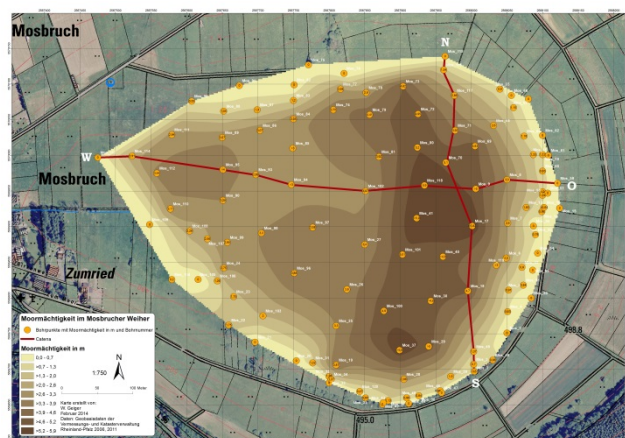


Abbildung 34: Lage der Catenen
(Eigene Darstellung)

W-O-Catena

Die West-Ost-Catena wird in Abb. 35 anhand von 10 Bohrpunkten dargestellt. Die X-Achse zeigt die Distanz zwischen den Punkten in Metern an. Demnach hat die Moorfläche in ihrer längsten Ausprägung eine Distanz von 650 m. Die Y-Achse zeigt die Höhe über dem Meeres-

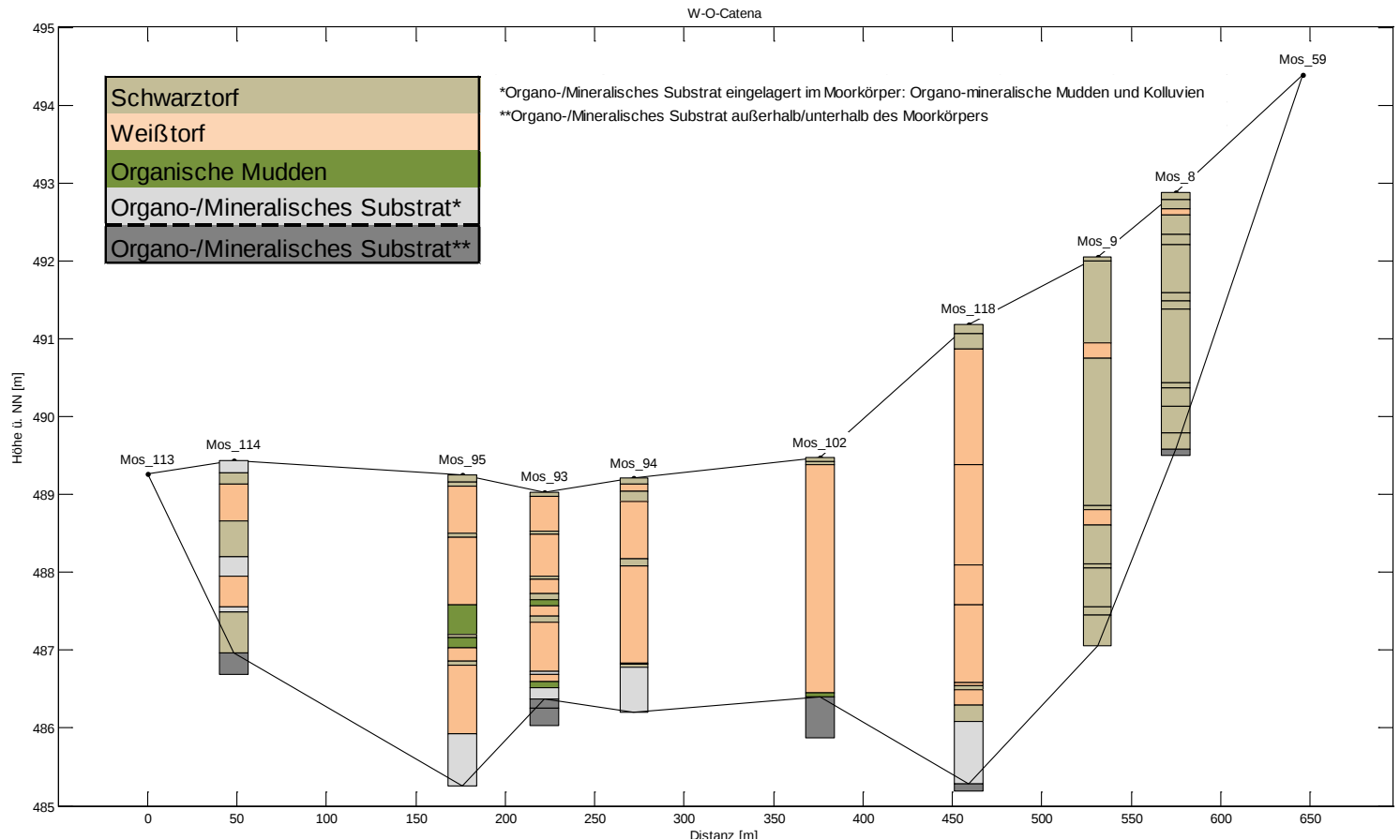


Abbildung 35: W-O-Catena
(Eigene Darstellung)

spiegel an, wonach von Mos_59 ein Abstieg zu Mos_113 von 5 m zu verzeichnen ist. Die innenliegenden Bohrpunkte werden anhand von Profilen mit Farbinformationen aus den Substratgruppen wiedergegeben. Die Informationen über Substratinhalte und Horizonte werden an dieser Stelle beschrieben, aber aufgrund der Datenvielfalt im Anhang 3 dargestellt. Im Allgemeinen befinden sich im Zentrum der Catena meist schwach zersetzte Radzellentorfe mit Seggen, Schilfresten und Schachtelhalm. Vereinzelt finden sich in den Torfen Moosbeerzweige und Fieberkleesamen. Die Torfe werden hin und wieder von Schichten aus Torfmudden, Birkenbruchwaldtorfen in stark zersetzter Grundsubstanz und Mischho-

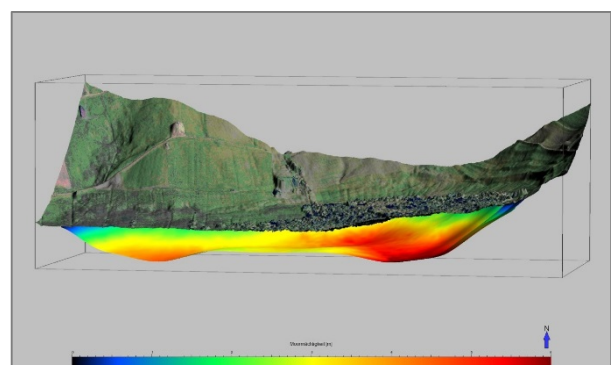
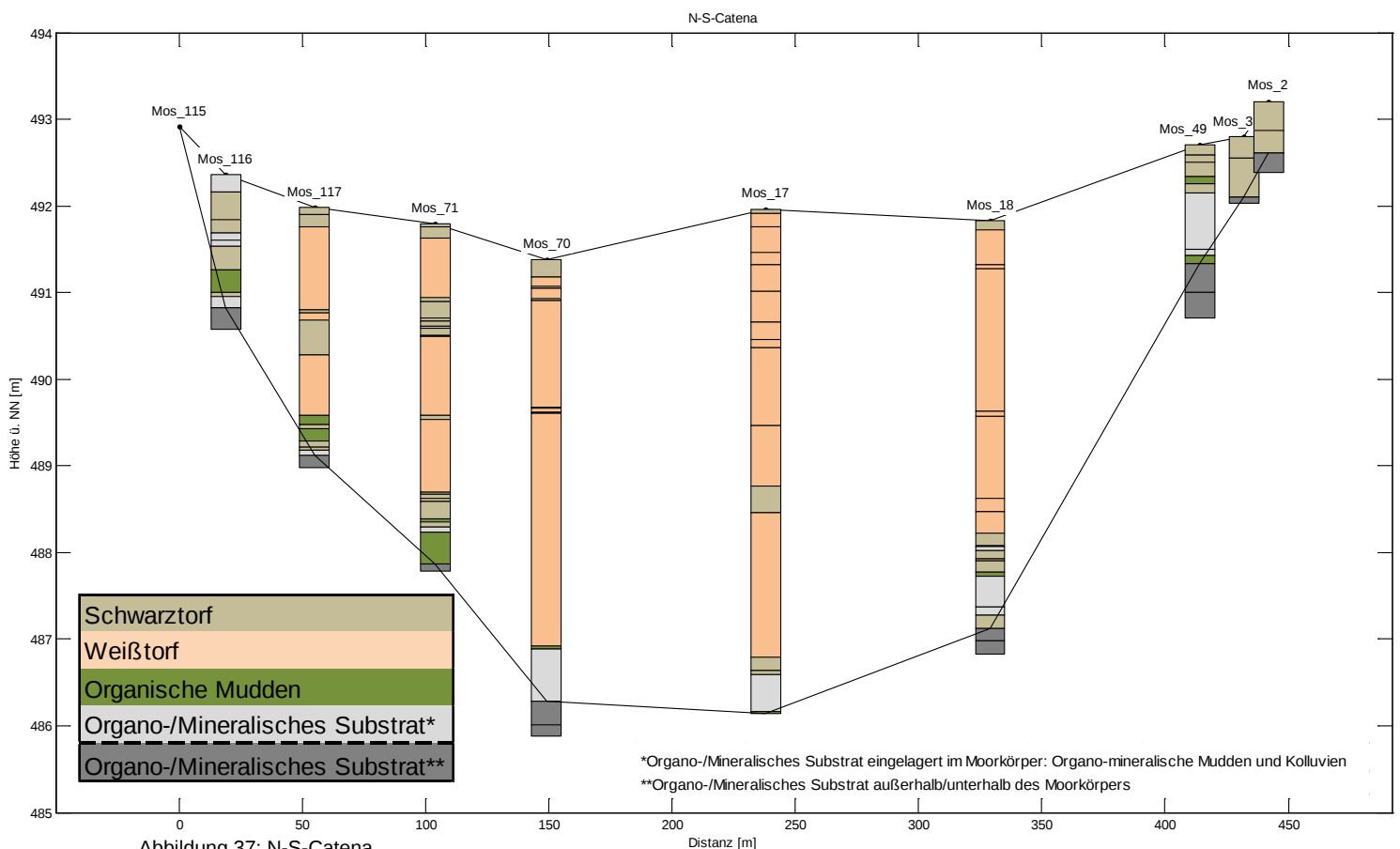


Abbildung 36: West-Ost-Schnitt mit Luftbild
(bearbeitet nach TESCH, LGB, unveröffentlicht)

rizonten zwischengelagert. In der mächtigsten Ausprägung wechseln sich Sphagnumtorfe mit Radizellentorfen ab. Darunter lassen sich hier auch Mosbeerzweige in den Torfen entdecken. Östlich davon sind die Randbereiche von stark zersetzten Radizellentorfen und Birkenbruchwaldtorfen geprägt und werden demnach den Schwarztorfen zugeordnet. An der Westseite wird in Mos_114 die stark wechselnde Schichtung deutlich. Es wechseln sich entsprechend Radizellentorfe mit organischen und organo-mineralischen Mudden ab, oder treten in gemischter Form linsenartig in Erscheinung. Die Oberfläche ist zumeist durch eine schwache bis mäßige Vererdung gekennzeichnet, was aus der Entwässerung resultiert (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 34). An der Moorbasis wird der Torfkörper von Mudden unterlagert, welche eine hohe Mächtigkeit erwarten lassen. Der Schnitt des 3D-Modells mit dem Luftbild erlaubt einen Einblick in den Moorkörper (Abb. 36). Es zeigt ebenfalls die zwei Vertiefungen, wie sie auch in der Catena aufzufinden sind.

N-S-Catena

Die Nord-Süd-Catena wurde ebenfalls anhand von 10 Bohrpunkten erstellt (Abb. 37). Die Catena durchläuft mit einer Ausdehnung von 450 m den tieferen Bereich des Moores, östlich des Mittelweges. Der zentrale Bereich befindet sich auf einer Höhe von 492 m. Darin dominieren



wiederum die Weißtorfe, wobei in den Punkten Mos_70, 17 und 18 hauptsächlich Sphagnumtorfe mit schwachem Zersetzungsgrad aufzufinden sind (Anhang 4). Selbst eingelagerte Birkenbruchtorfe befinden sich in einer schwach zersetzten Grundsubstanz. Zu den Beimengungen gehören neben dem Torfmoos auch Moosbeere, Schilf, Wollgras, Blasenbinsen und Fieberklee. Die Stellen nördlich des Zentrums sind durch Radizellentorfe mit häufigem Auftreten von Birken- und Kiefernbruchwaldtorfen gekennzeichnet. Am Rand überlagern Kolluvien die vererdeten und amorphen Torfe, worunter sich organische und organo-mineralische Mudden in Wechsellage befinden. Abb. 38 verdeutlicht die Kessellage des Moores. Im Gegensatz zur Catena sind zwei Mulden vorzufinden. Das kommt daher, dass der Schnitt etwas westlicher auf der W-O-Achse angesetzt ist und im Winkel geringfügig abweicht.

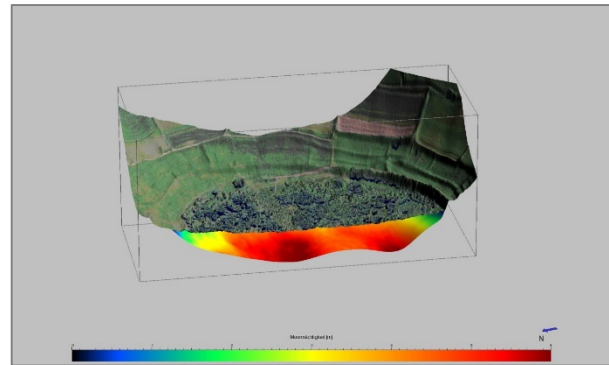


Abbildung 38: Nord-Süd-Schnitt mit Luftbild
(bearbeitet nach TESCH, LGB, unveröffentlicht)

5.5 Kohlenstoffmenge des Moores

Anhand Tab. 9 soll die Berechnung der Kohlenstoffmenge dargestellt und erläutert werden. Aus den Laborergebnissen konnte der organische Kohlenstoffanteil und die Trockenrohdichte der Substrate entnommen werden. Anschließend wurden diese in der jeweiligen Gruppe zusammengefasst und gemittelt. Die Moormächtigkeiten wurden im Anschluss an die Geländeaufnahme ausgewertet, gruppiert und addiert. Mit dem prozentualen Anteil an der Moormächtigkeit wird zusammen mit der Volumenberechnung der 3D-Modellierung auf den Volumenanteil der Substratgruppen geschlossen. Aus diesem Volumen kann zusammen mit der Trockenrohdichte und dem organischen Kohlenstoffanteil die gesamte im Moorkörper gespeicherte Kohlenstoffmenge grob abgeschätzt werden. Die vorliegende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Berechnung, zusammen mit dem errechneten Rauminhalt von GOCAD.

Tabelle 9: Berechnung der Kohlenstoffmenge
(Eigene Darstellung)

	$\bar{x}$ Corg-Gehalt in Masse-%	gemittelte TRD in g/cm ³ $\pm$ t/m ³	addierte Moormächtigkeit in m	Anteil Mächtigkeit in %	Volumenanteil in m ³	Moormaterial in t	C in t	CO ₂ in t
Schwarztorf	36	0,14	63,37	25,7	176.559	25.307	9.110	33.435
Weißtorf	43	0,10	137,39	55,7	382.790	38.279	16.460	60.408
orgMudden	23	0,34	17,04	6,9	47.476	16.142	3.713	13.625
org-minSubstrat	6	0,97	28,72	11,7	80.018	77.818	4.669	17.136
Gesamt			246,52	100,0	686.844	157.546	33.952	124.604

Zum Vergleich der Ergebnisse aller Interpolationstechniken dient Tab. 10. Wie bereits erwähnt, wird die Technik „Nearest Neighbor“ außer Acht gelassen. Die restlichen Werte liegen für eine grobe Abschätzung der Kohlenstoffvorräte nah beieinander. Demzufolge beläuft sich die gespeicherte Kohlenstoffmenge im Mosbrucher Weiher auf etwa 33.000 t. Das entspricht einer gebundenen Kohlendioxidmenge von ungefähr 120.000 t.

Tabelle 10: Ergebnisse von Volumen und Kohlenstoffmenge
(Eigene Darstellung)

Rastergröße [m]	Interpolationstechnik	Volumen [m ³]	C [t]	CO ₂ [t]
1*1	MATLAB Linear	662.056	32.727	120.107
1*1	MATLAB Bicubic	681.974	33.711	123.721
1*1	MATLAB Natural Neighbor	659.344	32.593	119.615
1*1	MATLAB Nearest Neighbor	1.559.497	77.089	282.917
1*1	GOCAD Isotropic Interpolation	686.844	33.952	124.604

Beim Vergleich der Ergebnisse der Kohlenstoffberechnung des Truffvenns (Moore bei Weißenseifen) ist ein erstaunlich ähnlicher Faktor zwischen Volumen und CO₂-Menge herausgekommen. Bei der Berechnung des Truffvenns wurde aufgrund der Substratvorkommen zwischen zwei statt vier Substratgruppen differenziert. Demzufolge ist im Truffvenn bei einem Volumen von 49.000 m³ eine CO₂-Menge von 8.850 t gebunden (HAAG 2012: S. 85). Die hohen Moormächtigkeiten im Mosbrucher Weiher und die ovale Form sind für das wesentlich größere Volumen verantwortlich.

6. Einordnung des Moores

In diesem Kapitel soll das Moor gegliedert und nach hydrogenetischen und ökologischen Gesichtspunkten typisiert werden. Zudem sollen die Erkenntnisse der Geländegänge und die Ergebnisse aus den Analysen in diese Interpretation mit einfließen.

In zentralen Teilen des Mosbrucher Weiher kommen Ausprägungen von Hoch- sowie Niedermooren räumlich nebeneinander vor. Dabei wächst das Niedermoor aus dem Einflussbereich des Mineralbodenwassers heraus (GÖTLICH 1976: S. 20). Zusammen mit den aufgenommenen Übergangsmoortorfen aber auch Hochmoortorfen lässt sich das Moor einem Übergangsmoor zuordnen. Durch die teils mächtigen Torfvererdungshorizonte, welche durch Trockenphasen und mäßige Entwässerung entstehen, lässt sich nach der Bodensystematik der Moorbodensubtyp „Übergangserdmoor“ zuweisen (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005: S. 165). Nach außen zum Moorrand hin ist die Vegetation durch den Bruchwald gekennzeichnet, welcher sich aufgrund niedriger Wasserstände auf Übergangsmoortorfen angesiedelt hat. Die häufig aufgenommenen Birken- und Kiefernbruchwaldtorfe zeugen von ehemaligen länger andauernden Trockenphasen oder periodisch schwankenden Moorwasserständen (SCHOPP-GUTH 1999: S. 46; LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. A1.12).

Aus hydrologisch-entwicklungsgeschichtlicher Sicht hat sich der Mosbrucher Weiher aus einem primären Verlandungsmoor zum sekundären Kesselmoor weiterentwickelt. Durch die Verlandung des Maarsees haben sich teilweise mächtige Muddeschichten abgelagert, worauf sich der Torfkörper bilden konnte. Mit Beginn des Torfwachstums kommt es zu einer Auskleidung der Basis mit organischem Material. Dieser Vorgang wird als Kolmation bezeichnet (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 11). Anhand der teilweise mächtigen Torfmuddeschichten im Mosbrucher Weiher, welche häufig im Übergang von Torf und Mudde anzutreffen sind, wird das deutlich. Im Übergangsbereich der abschließenden Seeverlandung wachsen typische Torfbildner in die Mudden ein oder werden durch Erosion von Torfufern in die Mudden eingebettet (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 34). Letztere Entwicklung ist der Grund dafür, dass die Ablagerungen im Mosbrucher Weiher keinesfalls homogen sind, was anhand der Catenen deutlich wird. Demzufolge finden sich auch inmitten der Torfe teils mächtige organo-mineralische aber auch organische Mudden und Mischsubstrate, welche die Ansprache erschweren und Fragen zur Entstehung dieser linsenhaften Erscheinungen aufwerfen. Möglicherweise ist das auf die anthropogenen Einflüsse zurückzuführen. Zudem tragen klima-

tische Veränderungen und die Entwicklungsbedingungen der Maarmorphologie zur Entstehung der Gestalt und des Charakters des Moores bei. Mit Moormächtigkeiten bis zu knapp 6 Meter gilt das Moor als extrem tiefgründig, was für Kesselmoore ein typisches Merkmal darstellt (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 11).

Den Laborergebnissen nach, lässt sich das Moor zwei ökologischen Typen zuordnen. Demnach ist es an den oberflächennahen Stellen und an den Randzonen ein nährstoffreiches Moor. Die Wasserzufuhr wird durch Nährstoffreichtum bestimmt (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 23). Anhand der oberflächennahen pH-Messungen wurde das bereits verdeutlicht. Durch die relative Trockenheit der obersten Torfschicht kommt es zum Gehölzbestand von Erlen, Birken und Kiefern (SUCCOW & JESCHKE 1986: S. 48). Das wird durch die vornehmlich vorfindbaren Birkenbruchtorfe sichtbar, welche oft in den Radizellen- aber auch Sphagnumtorfen zwischengelagert sind. Die Trockenheit lässt sich auch anhand der rezenten Vegetation im Bruchwald deutlich erkennen und trägt ein typisches Erscheinungsbild eines nährstoffreichen, mäßig entwässerten Moores (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. 23). Die Laborauswertung der schwach bis mittel zersetzten Torfe ermöglicht eine ökologische Klassifizierung zum mäßig nährstoffarm-basenreichen Moor bzw. Basen-Zwischenmoor. Durch den Einfluss von oberflächlich zusammenfließendem Wasser kommt es zur charakteristischen Zonierung von Kesselmooren mit stark mineralwasserbeeinflussten nährstoffreicheren Standorten am Rand. Im Zentrum dagegen sind die Standorte naturgemäß weniger Mineralbodenwasser beeinflusst und durch die Filterung am Rand nährstoffarm (SCHOPP-GUTH 1999: S. 45). Dementsprechend findet man im Zentrum des Moores einen Bult-Schlenken-Komplex, welcher ein mäßig nährstoffarm-saures Moor vermuten lässt. Dies lässt sich mit den Ergebnissen der oberflächennahen pH-Messungen nicht begründen. Aufgrund der Wasserstände und der Konsistenz der Substrate war es nicht möglich einen Schurf anzulegen, um die tieferen Schichten zu überprüfen. Die aufgenommenen Sphagnumtorfe belegen dies jedoch anhand ihrer Bildungsbedingungen. Sie sind die charakteristische Torfmoosart nährstoffarm-saurer Moore und benötigen für ihre Bildung, dauerhaft oberflächennah anstehendes Niederschlagswasser oder nährstoffarmes Mineralbodenwasser (LUTHARDT, SCHULZ & MEIER-UHLHERR 2011: S. A1.1).

7. Zusammenfassung mit Ausblick

Diese Arbeit zeigt die Vielfalt der Moore als Ökosysteme auf und deutet auf die lange Entwicklungsgeschichte hin, welche es zu untersuchen und zu interpretieren galt. Die komplexe Entstehung und Entwicklung dieser vom Wasser abhängigen Landschaftsräume wird deutlich, sowie die Prozesse, die daran beteiligt sind. Es wurden Möglichkeiten beschrieben, welche die Zuordnung der Bildungsbedingungen und damit das Verständnis dieser Entwicklungen erleichtern.

Moore sind am Gasaustausch in der Atmosphäre beteiligt. Sie sind in der Lage große Kohlendioxidmengen aus der Atmosphäre zu binden und dauerhaft zu speichern. Dieses Potential ist jedoch nur soweit als positiv zu bezeichnen, solange diese Landschaften naturnah belassen werden. Durch die anthropogene Nutzung hat weltweit eine dramatische Entwicklung eingesetzt. Moore sind heute durch den Menschen gefährdet und ihre Degradation führt zu irreparablen Veränderungen und folglich zur Umkehr des Speicherpotentials. Durch die wirtschaftliche Nutzung, Entwässerung, Abbau und Aufforstung kommt es zu Emissionen von Kohlendioxid. Das verstärkt den Treibhauseffekt und führt demnach zu globalen klimatischen Veränderungen.

Deshalb ist es von großer Bedeutung, diese Naturräume zu schützen und weiterhin zu erforschen. Aus diesem Grund hat die Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz ein Projekt für die Renaturierung von Mooren im Hunsrück und der Eifel gestartet. Die Renaturierungsmaßnahmen erfordern ein Grundlagenwissen über die einzelnen Standorte.

Durch bodenkundliche Kartierarbeiten am Mosbrucher Weiher wurden viele Daten aufgenommen, welche eine vielseitige Auswertung ermöglicht haben. Diese methodischen Vorgehensweisen wurden in dieser Arbeit vorgestellt. Insgesamt konnte das Moor flächenhaft abgegrenzt und der Zustand erfasst werden. Der große Fokus wurde dabei auf die Darstellungsmöglichkeiten gelegt und hat somit die Vielschichtigkeit und die Komplexität des Moores verdeutlicht.

Der Mosbrucher Weiher ist ein Kesselmoor, welches sich über einem Verlandungsmoor innerhalb eines verlandeten Maarkessels gebildet hat. Diese Erscheinung ist in Mitteleuropa einzigartig und macht die Eifelmaare dadurch zusätzlich bedeutend.

Zusammen mit Laborauswertungen konnte das Moor charakterisiert werden. Aufgrund der abgelagerten Torfe und der aktuellen Vegetation ist deutlich geworden, dass das Moor in eine

klassische Zonierung aufgeteilt ist. So ist es an den Randbereichen durch Nährstoffreichtum geprägt und wird zum Zentrum hin zunehmend nährstoffärmer und kann als mäßig nährstoffarm-basenreiches Moor eingeordnet werden, mit inselhaften Tendenzen im sauren Bereich.

Durch die Modellierung des Moorkörpers anhand zwei unterschiedlicher Programme, konnte ein 3D-Körper erstellt und das Volumen dessen berechnet werden. Beide Methoden haben ähnliche Ergebnisse geliefert und haben damit ihre Einsatzkraft bewiesen. Mithilfe der Bestimmung der chemischen und physikalischen Eigenschaften im Labor konnte zusammen mit dem Volumen die gebundene Kohlenstoffmenge grob abgeschätzt und mit der des Truffvenns verglichen werden.

Der Zustand des Übergangsmoores ist aufgrund großer anthropogener Eingriffe in der Vergangenheit geprägt. Durch die Entwässerung und den Torfabbau ist das Moor insgesamt inhomogen aufgebaut und schwach bis mäßig vererdet.

Der aktuelle Zustand des Moores ist damit erfasst und wird in dieser Arbeit beschrieben. Die Erkenntnisse und Grundlagen dienen als Basisinformationen für zukünftiges Monitoring. Außerdem können sie als Grundlage zur Wiedervernässung und weitere Maßnahmen der Renaturierung Verwendung finden. Die geplante Aufstauung des Wassers und eine Entstockung würden sich positiv auf den Wasserhaushalt des Moores auswirken und mittelfristig zu Torfwachstum führen. In diesem Sinne wünsche ich für das weiterführende Projekt viel Erfolg.

Literaturverzeichnis

Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. Hannover

Bezirksregierung Trier (1980): Rechtsverordnung über das Naturschutzgebiet „Hochkelberg mit Mosbrucher Weiher“. Trier

Bundesamt für Naturschutz (2008): Klimawandel und Biodiversität. URL: <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/presse/22.5.Klimawandel-Biodiversitaet.pdf> (Letzter Abruf am 07.03.2014)

Bundesamt für Umwelt (BAFU, Hrsg.) (2007): CO₂-Effekte der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft. Szenarien zukünftiger Beiträge zum Klimaschutz. URL: http://www.lignum.ch/fileadmin/images/Downloads_deutsch/CO2-Effekte_der_Schweizer_Wald-_und_Holzwirtschaft.pdf (Letzter Abruf am 15.03.2014)

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) (2014): Moortypen. URL: http://www.bund.net/themen_und_projekte/naturschutz/moore/moortypen/ (Letzter Abruf am 05.03.2014)

COUWENBERG, J. & JOOSTEN, H. (2008): Moor⁴: Synergien zwischen den Rio-Konventionen und der Ramsar-Konvention. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2008): Biodiversität und Klima - Vernetzung der Akteure in Deutschland III. BfN - Skripten 241. Bonn - Bad Godesberg: S. 64 - 67

Deutsches Institut für Normung (DIN) (Hrsg.) (2000): Handbuch der Bodenuntersuchung. Berlin

DIERßEN, K. & DIERßEN, B., POTT, R. (Hrsg.) (2008): Moore. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. Stuttgart (Hohenheim)

European Commission (2014): The LIFE Programme. URL: <http://ec.europa.eu/environment/life/about/index.htm#life2014> (Letzter Abruf am 24.01.2014)

Europäische Union (2010): Programm LIFE+. URL: http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/l28021_de.htm (Letzter Abruf am 24.01.2014)

FORST, M., HIERLMEIER, R., KIEBEL, A. & RUTHSATZ, B. (1997): Hoch- und Zwischenmoore in Trockenmaaren der Vulkaneifel. Vegetationsentwicklung in Abhängigkeit von natürlichen und anthropogenen Veränderungen des Wasser- und Nährstoffhaushaltes. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). Bonn-Bad Godesberg

GASSEN, H. (2010): Ein weiteres Auge für die Eifel. In: Volksfreund. URL: <http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/daun/aktuell/Heute-in-der-Dauner-Zeitung-Ein-weiteres-Auge-f-252-r-die-Eifel;art751,2591846> (Letzter Abruf am 04.03.2014)

Gocad Research Group (2005-2011): What is Gocad? URL: <http://www.gocad.org/w4/index.php/gocad/presentation> (Letzter Abruf am 11.03.2014)

GÖTTLICH, K. (Hrsg.) (1976): Moor- und Torfkunde. Stuttgart

GRAAFEN, R. (1974): Geographische Landesaufnahme 1:200000, Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 136/137 Cochem. Bonn

HAAG, M. (2012): Diplomarbeit: Kartierung und Charakterisierung der Moore bei Weißenseifen. Mainz

HABICH, G. (2003): Anleitung zur Entnahme von gestörten und ungestörten Bodenproben in Bodeneinschlägen (Bodenprofilgruben) sowie deren physikalische Bearbeitung im Bodenphysiklabor des LGB. Mainz

Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (2014): Geologische Übersichtskarte Rheinland-Pfalz. Kartendienst. URL: http://mapclient.lgb-rlp.de//?app=lgb&view_id=4 (Letzter Abruf am 05.03.2014)

LUTHARDT, V., SCHULZ, C. & MEIER-UHLHERR, R. (2011): Steckbriefe Moorsubstrate. Hochschule für Nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde (Hrsg.). Berlin

MathWorks (2012): MATLAB – The Language of Technical Computing. URL: <http://www.mathworks.de/products/datasheets/pdf/matlab.pdf> (Letzter Abruf am 10.03.2014)

MERTES, E. (1994): Geschichte des Mosbrucher Weihers. In: Heimatjahrbucharchiv Landkreis Vulkaneifel. URL: <http://www.jahrbuch-vulkaneifel.de/> (Letzter Abruf am 06.03.2014)

MEYER, W. (2013): Geologie der Eifel. Stuttgart

MEYNEN, E., SCHMITHÜSEN, J., GELLERT, J., NEEF, E., MÜLLER-MINY, H. & SCHULTZE, J. H. (Hrsg.) (1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Band 1. Bonn

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz (2014): Landschaftsinformationssystem der Naturschutzverwaltung Rheinland-Pfalz. Kartendienst. URL: http://map1.naturschutz.rlp.de/mapserver_lanis/http://www.naturschutz.rlp.de/?q=kartendienst (Abgerufen am 16.01.2014)

Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU) (2009): Moore – Lebensräume mit hoher Bedeutung für Natur- und Klimaschutz. Berlin

Poss, A. (1960): Der Mosbrucher Weiher. In: Schriftenreihe „Die schöne Eifel“, Ausgabe Kelberg. Herausgegeben vom Eifelverein. Köln

Poss, A. (1982): Der Mosbrucher Weiher. Letzter Torfstich Ende der fünfziger Jahre. In: Schriftenreihe „Die schöne Eifel“, Ausgabe Kelberg. Herausgegeben vom Eifelverein. URL: <http://www.jahrbuch-daun.de/VT/hjb1982/hjb1982.35.htm> (Letzter Abruf am 05.03.2014)

PRESS, F. & SIEVER, R. (2008): Allgemeine Geologie. Berlin Heidelberg

SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg

SCHOPP-GUTH, A. (1999): Renaturierung von Moorlandschaften. In: Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz. Heft 57. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). Bonn

SENZIG, T. (2013): Das Moor im Maar. In: Trierischer Volksfreund. URL: <http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/daun/aktuell/Heute-in-der-Dauner-Zeitung-Das-Moor-im-Maar;art751,3456378> (Letzter Abruf am 05.03.2014)

Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz (2014): EU LIFE Projekt Moore. URL: <http://www.life-moore.de/> (letzter Abruf am 15.03.2014)

STRAKA, H. (1975): Die spätquartäre Vegetationsgeschichte der Vulkaneifel. Pollenanalytische Untersuchungen an vermoorten Maaren. Landesamt für Umweltschutz Rheinland-Pfalz. Oppenheim

SUCCOW, M., JOOSTEN, H. (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. Stuttgart

Succow, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. Jena

SUCCOW, M., JESCHKE, L. (1986): Moore in der Landschaft. Entstehung, Haushalt, Lebewelt, Verbreitung, Nutzung und Erhalt der Moore. Thun und Frankfurt/Main

TREPEL, M. (2008): Zur Bedeutung von Mooren in der Klimadebatte. In: Jahresberichte des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein 2007/08, 12: S. 61 – 74. URL: <http://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/jahrbe07/Zur%20Bedeutung%20von%20Mooren.pdf> (Letzter Abruf am 06.03.2014)

Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH (2004): Bedienungsanleitung Taschengerät pH 330i/340i. Weilheim

Erklärung zur Bachelorarbeit

Hiermit erkläre ich, dass ich die Bachelorarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken als solche kenntlich gemacht habe.

Die Arbeit habe ich bisher keinem anderen Prüfungsamt in gleicher oder vergleichbarer Form vorgelegt. Sie wurde bisher nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Unterschrift

Anhang

Anhang 1: Aufnahmebogen für Moorprofile

Anhang 2: Bohrpunkttafel mit Moormächtigkeiten

Anhang 3: West-Ost-Catena mit Substrat- und Horizontkennzeichnung

Anhang 4: Nord-Süd-Catena mit Substrat- und Horizontkennzeichnung

Aufnahmebogen für Moorprofile

12°C, bewölkt

Aufnahme nach:

☒ KA5☐ TGL 24300/04, /05, /08☒ Weitere:

Höhe 490 m

Titeldaten und Aufnahmesituation

Gebiet / Moor:	Bohrnummer:	Lage der Bohrung (ggf. Hoch- und Rechtswert):	Datum:	Bearbeiter:
MW	MOS_107	2567629 5569883	19.09.13	bvl ms wg
Moormächtigkeit (m):	Wasserstand (cm unter/über Flur):	Vegetation:	Bodentyp:	hydrologischer Moortyp:
2,56	24	Weiche extensiv, Binsse Vergissmeinnicht (Wiesenfenchel) Plattensgr		

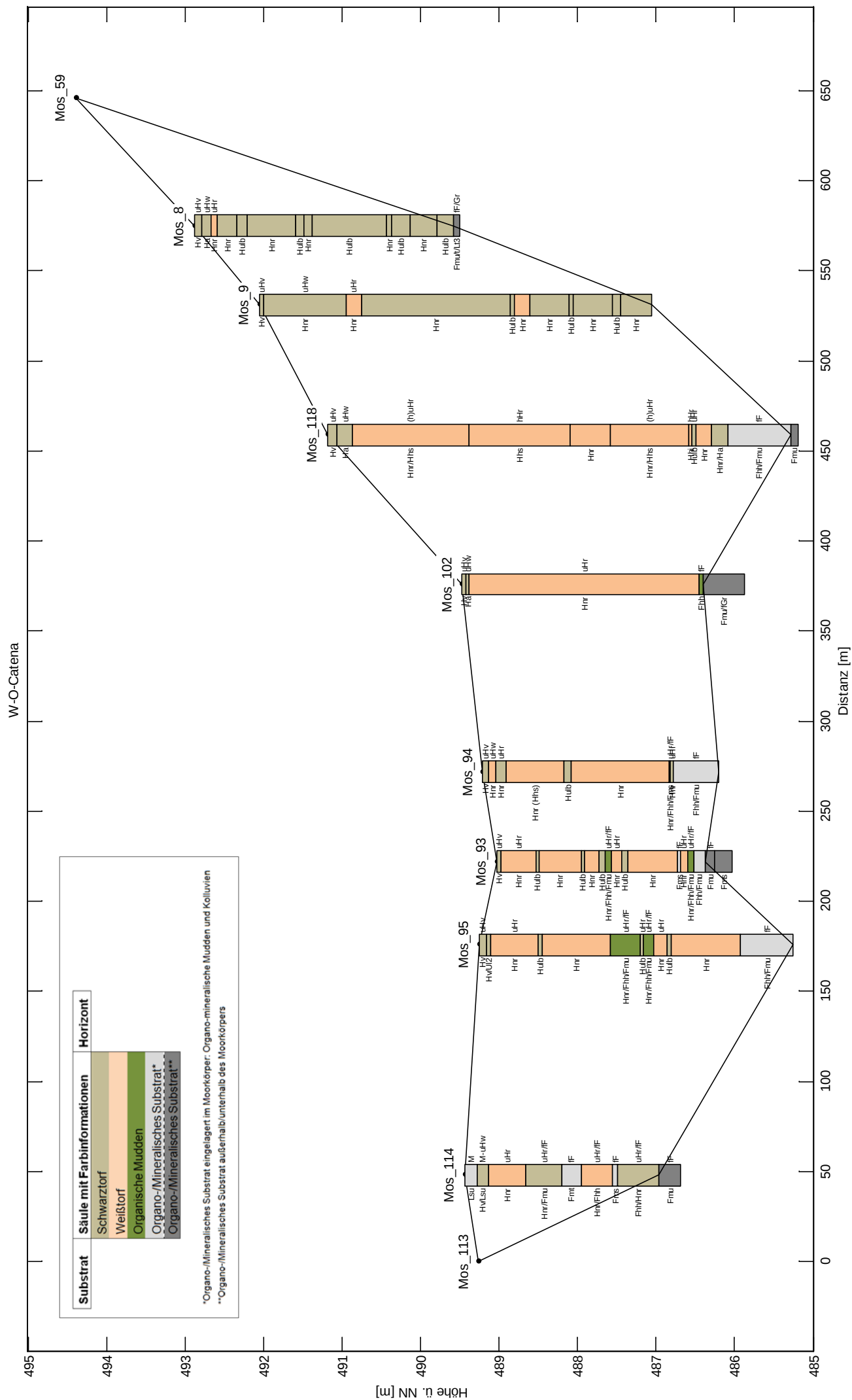
Substrat- und Horizonterfassung

Tiefe bis (cm)	Substrat (Torf-, Mudd-, Bodenart, weitere Substrate)	Zersetzungsgrad oder Konsistenzstufe	Farbe	Beimengungen, Besonderheiten, Anmerkungen	Horizont	Proben- Nr.
12	Lt3		10YR 4/2	stark durchwurzelt D3	M	
24	TL		10YR 4/2	rostfleckig, stark durchwurzelt D4-s D3/lecken: 7,5YR 4/6	Swd	
36	Ha		7,5YR 3/4	stark durchwurzelt durchsetzt mit Ton/durchwurzelt	Sd/uHr	
80	Hnr	H4	7,5YR 4/4	(sehr trocken) D4, durch vereinzelt tiefer Spinnenn Schiff	uHr	
102	Hnr/Hhs	H3	7,5YR 5/6	Moosleere D3	(h) uHr	
136	Hnr/Hhs	H3	7,5YR 4/6	Schluff, Segge, vereinzelt Sphagnum D3 120 Brandhorizont	(h) uHr	
155	"	H3	7,5YR 3/4	Fieberschnee, Segge, Schiff Moosleere D2	"	
200	Hnr	H4	7,5YR 4/3	178cm Brandhorizont Fieberschnee D3	uHr	
217	Hnr/Fhh		7,5YR 3/2	breit, Segge, Schiff, Birke, m S D1	uHr/F	
221	Fmu		10YR 4/2	fS, m S D3	fF	
253	Hnr	H3	7,5YR 4/4	Segge, Schiff, Birke schachtelhaim, Fieberschnee D3	uHr	
258	Hnr/Fhh		7,5YR 3/2	fS D4	uHr/fF	
280	Fhh/Fmu	(Fhh) (Fmu)	10YR 4/2 10YR 3/2	mit fS, m S D3 zw. 266-275 viel feinstgras (Quarz, Schiefer)	fF	
290	+Fmu		10YR 4/1	D1	"	

Anhang 2: Bohrpunkttafel mit Moormächtigkeiten

Bohrnummer	Rechtswert Gauß/Krüger	Hochwert Gauß/Krüger	Moormächtigkeit in m	Grundwasserstand in cm unter Flur	pH-Wert	Hv in cm	Schwarztorfmächtigkeit in cm	Weißtorfmächtigkeit in cm	OrgMudden in cm	Org-MinSubstrat in cm	Moormächtigkeit (mit Kolluvien) in cm
Mos_1	2568050	5569751	0								0
Mos_2	2568004	5569697	0,6	-80		33	60				60
Mos_3	2568003	5569707	0,7	-25		25	70				70
Mos_4	2568051	5569781	0,63			35	57			6	63
Mos_5	2568052	5569811	0,91	-20		27	91				91
Mos_6	2568049	5569856	2,5	-20		10	239	11			250
Mos_7	2568051	5569905	2,6	-15		10	260				260
Mos_8	2568050	5569966	3,3	-15		10	322	8			330
Mos_9	2568006	5569953	> 5	-25		6	460	40			500
Mos_10	2568100	5570001	1,12			40	105		7		112
Mos_11	2568087	5570001	1,33	-30		40	133				133
Mos_12	2568100	5569949	1,2	-53		30	109			11	120
Mos_13	2568077	5569927	1,65	-7		10	150		15		165
Mos_14	2568099	5569921	0,96	-77		25	89		7		96
Mos_15	2568124	5569926	0								0
Mos_16	2568102	5569927	> 0,64			35	64				64
Mos_17	2568001	5569901	> 5,82	-10			55	482	2		582
Mos_18	2567995	5569810	4,7				66	350	5	49	470
Mos_19	2567810	5569706	3,87	-7		20	269	92	26		387
Mos_20	2567754	5569712	0								0
Mos_21	2567696	5569738	0								0
Mos_22	2567659	5569762	1,75			22	72	87	16		175
Mos_23	2567666	5569802	1,75	0		20	64	96		15	175
Mos_24	2567652	5569842	2,75	-30		20	51	204	10	10	275
Mos_25	2567810	5569761	3,3	-15		15	25	301		4	330
Mos_26	2567825	5569812	3,6	-14	6,35 - 5,93	6	20	300	40		360
Mos_27	2567850	5569875	3,4	-4	6,43	10	10	330			340
Mos_28	2567905	5569866	2,86	-7	5,98	15	58	203	19	6	286
Mos_29	2567940	5569732	> 5	-7		16	80	420			500
Mos_30	2567943	5569796	> 4,8	-12	5,25		23	457			480
Mos_31	2567777	5569709	1,22	-17		15	84		25	13	122
Mos_32	2567800	5569681	0								0
Mos_33	2567800	5569690	1,26	-5		10	20		52	54	126
Mos_34	2567803	5569686	1,27	-19		19	23		44	60	127
Mos_35	2567851	5569660	0,66	-26		10	12		15	39	66
Mos_36	2567883	5569656	1,13	-16		5	10		52	51	113
Mos_37	2567899	5569727	> 5,8	0	6,07		25	546	6	3	580
Mos_38	2567926	5569663	0,84	-29		8	8		53	23	84
Mos_39	2567971	5569690	1,5	-3	5,4	2	88	10	41	11	150
Mos_40	2567960	5569858	> 4,8	-9	5,98	3	13	467			480
Mos_41	2567923	5569912	> 5,9	-6	5,86		41	479	70		590
Mos_42	2567875	5569651	0								0
Mos_43	2567876	5569653	0,4	-36			33			57	90
Mos_44	2567912	5569652	0								0
Mos_45	2567909	5569660	0,96	-60		5	23			73	96
Mos_46	2567956	5569670	0,94	-54		40	68		5	21	94
Mos_47	2567958	5569667	0								0
Mos_48	2568030	5569713	0,88	-45		35	63			25	88
Mos_49	2568003	5569725	1,37	-30		20	46		19	72	137
Mos_50	2568084	5569800	0								0
Mos_51	2568073	5569818	0,84	-90		18	37			47	84
Mos_52	2568086	5569839	0								0
Mos_53	2568071	5569843	0,9	-42		20			40	20	90
Mos_54	2568093	5569863	0								0
Mos_55	2568087	5569901	0								0
Mos_56	2568090	5569889	0,78	-22		23	44		11	23	78
Mos_57	2568107	5569947	0								0
Mos_58	2568100	5569944	1,24	-46		28	40		81	3	124
Mos_59	2568121	5569961	0								0
Mos_60	2568100	5569978	0,83	-43		26	40		33	10	83
Mos_61	2568108	5570000	0								0
Mos_62	2568100	5570028	0								0
Mos_63	2568080	5570079	0								0
Mos_64	2568074	5570027	1,18	-32		21	96		22		118
Mos_65	2568040	5570093	0,9	-43		8	20		30	60	110
Mos_66	2568056	5570084	0								0
Mos_67	2568059	5570067	1,15	-35		43	77		13	25	115
Mos_68	2568031	5570042	2,6	-30		20	155	63	9	33	260
Mos_69	2568005	5570013	4,83	-22		10	344	137	2		483
Mos_70	2567964	5569990	5,1	-3			26	420	3	61	510
Mos_71	2567977	5570035	3,92	-20		3	101	245	41	5	392
Mos_72	2567925	5570058	4,95	-20		13	31	461		3	495
Mos_73	2567904	5570097	4,62	0		10	140	244	47	31	462
Mos_74	2567806	5570064	3,75	-48		14	46	152		177	375
Mos_75	2567771	5570127	0								0
Mos_76	2567821	5570115	0								0
Mos_77	2567816	5570093	2,68			18	111	107	8	42	268
Mos_78	2567852	5570088	2,9	-36		40	132	105	11	42	290
Mos_79	2567857	5570057	4,41	-27		25	43	299	44	55	441
Mos_80	2567924	5570011	5,2	-26		16	79	406	26	9	520
Mos_81	2567870	5569998	3,92	-70	6,58	18	42	350			392
Mos_82	2567751	5570099	0								0
Mos_83	2567750	5570077	1,2	-42		19	48			91	139
Mos_84	2567750	5570051	3,05	-42		30	51	199	5	50	305
Mos_85	2567749	5570010	> 3	-35		18	63	225	12		300
Mos_86	2567703	5570035	3,07	-51		30	43	225	31	8	307
Mos_87	2567699	5570064	1,4	-45			5	28	2	142	177
Mos_88	2567652	5570062	1,05	-26			5	19	30	86	140
Mos_89	2567650	5570025	3,07	-50		2	2	249	28	53	332
Mos_90	2567651	5569937	3,28	-42		14	29	257		42	328
Mos_91	2567674	5570098	0								0
Mos_92	2567607	5570076	0,55	-60		8	23		10	36	69
Mos_93	2567697	5569973	2,66	-44		6	29	201	16	20	266
Mos_94	2567747	5569959	> 3	-48		7	34	207	2	57	300
Mos_95	2567651	5569980	> 4	-62		15	30	253	50	67	400
Mos_96	2567751	5569835	3,88	-38		5	7	331		50	388
Mos_97	2567777	5569899	3,58	-42		7	19	257		82	358
Mos_98	2567705	5569891	3,3	-39		10	21	214		95	330
Mos_99	2567657	5569878	2,95	-20		10	53	164	20	58	295
Mos_100	2567877	5569782	4,9	-27	5,75	4	28	460		2	490
Mos_101	2567903	5569861	5,01	0	6,52	5	11	474	16		501
Mos_102	2567851	5569950	3,07	-9		5	9	293	5		307
Mos_103	2567707	5569775	2	-5	6,01	6	29	136		35	200
Mos_104	2567579	5569826	0,2						20		20
Mos_105	2567616	5569826	0								0
Mos_106	2567643	5569824	1,26	-11				97	18	35	150
Mos_107	2567629	5569883	2,56	-24			12	196	22	50	280
Mos_108	2567604	5569894	2,26	-18			24	193	9	40	266
Mos_109	2567548	5569903	0								0
Mos_110	2567577	5569925	3,11	-7			21	126	29	185	361
Mos_111	2567579	5570029	2,94	-1			106	36	152	32	326
Mos_112	2567558	5569975	3,44	-13			54	60	194	58	366
Mos_113	2567475	5569997	0								0
Mos_114	2567523	5569999	2,31	0		14	112			47	247
Mos_115	2567963	5570139	0								0
Mos_116	2567961	5570120	1,54	-29			80		26	48	154
Mos_117	2567976	5570084	2,86	0		8	81	174	25	6	286
Mos_118	2567934	5569958	5,9	-6		13	57	453		80	590
Mos_119	2568035	5569846	> 3	-7		10	48	252			300
Mos_120	2567843	5569669	0,47	-57		10	10		32	25	67
Summe in											24652 cm
242,24							63,37	137,39	17,04	28,72	246,52 m

Anhang 3: West-Ost-Catena mit Substrat- und Horizontkennzeichnung



Anhang 4: Nord-Süd-Catena mit Substrat- und Horizontkennzeichnung

