

Abschlussbericht
Berlin, 30.12.2022



WIKIMooS

Wissens- und KartierungsIndikatorenset MoorSubstrate

gefördert durch



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

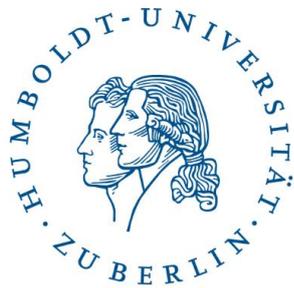
Fördermittelgeber:

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

DBU-Aktenzeichen: 34591/01

Projektanfang: 01. April 2019

Laufzeit: 3 Jahre + 6 Monate



Auftragnehmer:

Humboldt-Universität zu Berlin

Lebenswissenschaftliche Fakultät

**Fachgebiet Bodenkunde und
Standortlehre**

Prof. Dr. Jutta Zeitz

Universitätsprofessorin a.D.

Bearbeiter:

M.Sc. Laurentiu Constantin

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1. Anlass und Zielsetzung des Projekts	2
2. Arbeitsschritte und angewandte Methoden	3
2.1. Aufbau des WIKIMooS-Netzwerks und Indikatorenauswahl	4
2.2. Erarbeitung des WIKIMooS-Tools	7
2.2.1. Strang 1: Geländearbeiten und Toolentwicklung	7
2.2.2. Strang 2: Eichungsmethoden	13
3. Ergebnisse	15
3.1. Das WIKIMooS-Netzwerk	16
3.2. Das WIKIMooS-Feldbuch	17
3.2.1. Teil A: Theoretische Grundlagen	17
3.2.2. Teile B-F: Materialien für die Geländearbeit	18
3.3. Die WIKIMooS-Videos	20
3.4. Vorgeschlagene Eichungsmethoden	22
4. Diskussion	23
4.1. Ziele und Ergebnisse	23
4.2. Abweichungen vom ursprünglichen Arbeitsplan	26
4.3. Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern	27
4.4. Mögliche Weiterführung des Vorhabens	28
5. Öffentlichkeitsarbeit	29
6. Fazit	31
Literaturverzeichnis	32

Anlage 1: Deckblatt des WIKIMooS-Feldbuches

Anlage 2: Steckbrief GF-ÜT Übersicht Gefügeformen

Anlage 3: Steckbrief GF-03 Konglomeratgefüge

Anlage 4: Steckbrief NI-04 Reaggregationshorizont (nHg)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Moorschulungsexkursion vom 5. September 2019 im Forstamt Neustrelitz	4
Abb. 2: WIKIMooS-Workshop I	6
Abb. 3: Untersuchte Standorttypen	8
Abb. 4: Lage der untersuchten Standorte	8
Abb. 5: Methoden, die im Rahmen der Geländekampagne getestet wurden	9
Abb. 6: Studentische Hilfskräfte im Projekt WIKIMooS	10
Abb. 7: Fotografische Dokumentation von Gefügeelementen.....	10
Abb. 8: Zweitägige Exkursion zur Testung des ersten Feldbuchentwurfs (Friedländer Große Wiese, Juni 2022).....	11
Abb. 9: Exkursion zur Testung der angepassten Version des WIKIMooS-Feldbuches (Finowtal).....	12
Abb. 10: Dreharbeiten für die WIKIMooS-Videos.....	13
Abb. 11: Das Funktionsprinzip des WIKIMooS-Feldbuches	17
Abb. 12: Zeitreihe der Ausbildung von drei pedogenen Bereichen in einem entwässerten, genutzten Moorbodenprofil.....	18
Abb. 13: Auszug aus dem Steckbrief „NI-PB Bestimmungsschlüssel pedogene Bereiche“ ...	19
Abb. 14: Schnappschüsse aus zwei WIKIMooS-Videos	20
Abb. 15: Schnappschüsse aus der Animation über die Entstehung eines Versumpfungsmoores	21
Abb. 16: Summenkurven der Aggregatgrößenverteilung für Vererdungs- und Vermulmungs-horizonte aus Niedermooren	22

Abkürzungen

BfN – Bundesamt für Naturschutz

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

DBG – Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft

DBU – Deutsche Bundesstiftung Umwelt

DGMT – Deutsche Gesellschaft für Moor- und Torfkunde

FAL – Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (Schweiz)

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

HNE – Hochschule für Nachhaltige Entwicklung

HTW – Hochschule für Technik und Wirtschaft

KA5 – Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Auflage

KA6 – Bodenkundliche Kartieranleitung 6. Auflage

LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen

LBGR – Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg

NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

TGL - Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen der DDR

VSA – Visual-Soil-Assessment-Methode

Zusammenfassung

In Deutschland ist der größte Teil der ursprünglichen Moorfläche inzwischen entwässert und landwirtschaftlich oder forstwirtschaftlich genutzt. Um weitere Degradierungsprozesse und die Freisetzung von CO₂ aus Moorböden einzudämmen oder umzukehren, bedarf es gut informierter Entscheidungen im Management der Moorflächen. Die Erfassung des aktuellen Zustands eines Moorbodens und die Erkennung sekundärer Veränderungen infolge der Entwässerung und Nutzung gehören zu den wichtigsten Informationsquellen für solche Entscheidungen. Doch waren die Kriterien der Horizontansprache in Moorböden bisher nicht in allen Fällen ausreichend scharf definiert und wichtige Kenntnisse und Fähigkeiten waren nicht allen im Moormanagement involvierten Personen in ausreichendem Maße verfügbar.

Vor diesem Hintergrund startete das Projekt WIKIMooS (finanziert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt im Zeitraum April 2019 - September 2022) mit dem Ziel, Kriterien für die Zuordnung von Horizonten und Substraten zu schärfen, Methoden weiterzuentwickeln und die gewonnenen Erkenntnisse in Form eines nutzerfreundlichen Wissens- und Kartierungs-Indikatorensets der gesamten Moorcommunity zur Verfügung zu stellen.

Im Rahmen des Projekts wurden Gelände- und Labormethoden getestet und standardisiert, repräsentative Moorstandorte deutschlandweit untersucht und im Sinne eines partizipativen Projektplanungsansatzes ein Tool unter Begleitung potentieller NutzerInnen entwickelt. Das neu entstandene Tool besteht hauptsächlich aus dem WIKIMooS-Feldbuch zur Horizontansprache in Moorböden und aus einer Serie von Videos, die sich allgemein mit der Moortheematik befassen oder bodenkundliche Geländemethoden für die Untersuchung von Moorböden beschreiben.

Von diesen Ressourcen können einerseits bereits ausgebildete Fachkräfte profitieren, die regelmäßig Moorböden kartieren und ein zusätzliches Werk zur Unterstützung der Horizontansprache benötigen. Andererseits kann das Tool auch zu Aus- und Weiterbildungszwecken durch das Personal von öffentlichen Behörden, Naturschutzvereinen, Hochschulen, sowie von Studierenden und interessierten LandwirtInnen verwendet werden.

1. Anlass und Zielsetzung des Projekts

Im Fokus des Projekts WIKIMooS liegt der Zustand der Moorböden in Deutschland. Von der Gesamtfläche der ursprünglich vorhandenen Moore, sind mehr als 95% entwässert und überwiegend landwirtschaftlich oder forstwirtschaftlich genutzt (Joosten, Tanneberger & Moen, 2017). Durch Entwässerung und landwirtschaftliche Nutzung kommt es aber zur sekundären pedogenen Veränderung der Moorböden, wodurch ihre wertvollen ökologischen Funktionen beeinträchtigt werden. Deshalb ist die genaue Beschreibung dieser Veränderungen von zentraler Bedeutung für ein korrektes Management von Moorflächen im Sinne des Erhalts bzw. der Restaurierung dieser ökologischen Funktionen. Um diesem Bedarf nachzukommen, wurde im Rahmen des Projekts WIKIMooS ein wissenschaftlich fundiertes, nutzerfreundliches Tool für die Bestimmung und Beschreibung pedogener Veränderungen auf der Ebene der Bodenhorizonte entwickelt.

Der Hintergrund, vor dem sich die Idee von WIKIMooS entwickelt hat, beinhaltet zwei wichtige Aspekte. Zum einen ist es die Tatsache, dass Moorböden einen Sonderfall darstellen. Durch ihre Entstehungsweise und stoffliche Zusammensetzung unterscheiden sie sich grundsätzlich von den Mineralböden. Das heißt auch, dass es gewisse für Moorböden typische Merkmalsausprägungen gibt, die mit Konzepten und Begriffen, die aus der Mineralbodenkunde stammen, nicht optimal beschrieben und verstanden werden können. Dies trifft im Fall der Gefügemerkmale besonders deutlich zu. Diese Situation bereitete sogar erfahrenen KartiererInnen Schwierigkeiten und beschränkte die Einheitlichkeit und Vergleichbarkeit bodenkundlicher Aufnahmen in Mooren. Somit war die spezifische Herausarbeitung von moortypischen Erkennungsmerkmalen von Bodenhorizonten eine bekannte Notwendigkeit in der Bodenkunde.

Zum anderen sind Moore und ihre Bedeutung im Kontext der Treibhausgasemissionen in den letzten Jahren immer stärker in den Fokus und ins Bewusstsein der Öffentlichkeit und der Politik gerückt. Eine Priorisierung des klimafreundlichen Managements von Moorflächen bringt auch den erhöhten Bedarf an qualifiziertem Personal im Bereich des Moormanagements mit sich. Kenntnisse und Skills in Verbindung mit Moorböden sollen also nicht auf ausgebildete BodenkundlerInnen und GeologInnen beschränkt bleiben.

Entsprechend wurden im Projektantrag folgende Ziele für das Projekt WIKIMooS formuliert:

- pedogen veränderte Moorbodensubstrate und Bodenhorizonte sicher und nachvollziehbar im Gelände zu erkennen und hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu beschreiben;
- Tiefe und Intensität der Bodenveränderung infolge Entwässerung und intensiver Landnutzung im Gelände sicher zu ermitteln;
- Moorböden hinsichtlich ihrer Eignung für z.B. moorschützende Maßnahmen der Wiedervernässung, aber auch für künftige moorschonende landwirtschaftliche Maßnahmen richtig zuzuordnen;
- für eine Erfolgskontrolle geeignete Vorgehen zu begründen;
- im regionalen Maßstab auf Länderebene (z.B. Landesumweltämter; Ministerien; untere Fachbehörden im Vollzug) Entscheidungen für das Management von Landschaften mit Moorböden unter prognostizierten veränderten Klimabedingungen zu unterstützen.

Was die qualitätsbezogenen Anforderungen anbelangt, sollte das entstehende WIKIMooS-Tool praktikabel handhabbar sein und transparent, reproduzierbar und unabhängig vom vorhandenen Hintergrundwissen der NutzerInnen verwendet werden können.

Damit sich das WIKIMooS-Tool in der Realität als nützliche, praktikable Ressource erweisen kann, wurde erkannt, dass es inhaltlich und formal den Bedürfnissen und Ansprüchen der NutzerInnen entsprechen muss. Deshalb basierte der gesamte Ablauf der Toolentwicklung auf den Prinzipien der partizipativen, zielorientierten Projektplanung. Potentielle NutzerInnen trugen bei der Auswahl der Indikatoren und des finalen Toolformats von Beginn an entscheidend bei und begleiteten das Projektteam bei den wichtigsten Schritten der Toolentwicklung.

2. Arbeitsschritte und angewandte Methoden

Der allgemeine Ablauf des Projekts war zweistufig. Der erste Teil fokussierte sich vor allem auf den Aufbau eines Netzwerkes aus ExpertInnen und potentiellen NutzerInnen des WIKIMooS-Tools, die zur Auswahl geeigneter Indikatoren und Methoden zur Bestimmung des Zustands von Moorsubstraten und -horizonten beitragen sollten. Nach der gemeinsamen Zusammenstellung eines Indikatorensets erfolgte im zweiten Teil des Projekts eine eingehende Anwendung dieser Indikatoren an repräsentativen Moorstandorten deutschlandweit.

Ausgehend von den Ergebnissen dieser Geländekampagne wurde die konkrete Entwicklung des WIKIMooS-Tools gestaltet. Parallel dazu lief die Testung von Labormethoden, die für eine einfache und objektive Bewertung des Degradierungszustandes von Torfen im Labor geeignet schienen. Das sind die sogenannten „Eichungsmethoden“.

2.1. Aufbau des WIKIMooS-Netzwerks und Indikatorenauswahl

Eine Besonderheit von WIKIMooS ist der Anspruch, die Projektplanung partizipativ zu gestalten. Für den gesamten Verlauf des Projekts war eine enge Zusammenarbeit mit potentiellen NutzerInnen des WIKIMooS-Tools geplant. Deswegen war es von Anfang an wichtig, möglichst viele AnsprechpartnerInnen aus der Forschung und aus dem Moormanagement über das neue Projekt zu informieren und einzuladen, sich am Projekt zu beteiligen.



Abb. 1: Gruppenfoto mit TeilnehmerInnen an der Moorschulungsexkursion vom 5. September 2019 im Forstamt Neustrelitz, Mecklenburg-Vorpommern. An der Veranstaltung, die von der Landesforst Mecklenburg-Vorpommern organisiert wurde und die Besichtigung mehrerer Waldmoorstandorte beinhaltete, nahmen auch Frau Prof. Jutta Zeitz und Laurentiu Constantin teil. In der Anfangsphase von WIKIMooS waren solche Exkursionen sehr gute Gelegenheiten für die Bekanntmachung des Projekts und für den Aufbau eines Netzwerkes von potentiellen ToolnutzerInnen.

Die Kontaktaufnahme erfolgte auf mehreren Wegen. Erstens wurden Gelegenheiten wie Tagungen, z.B. die Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde (DGMT) 2019, und Exkursionen (Abb. 1) für die Bekanntmachung des Projekts und für die Erschließung neuer Kontakte genutzt. Zweitens wurde nach der Identifizierung der wichtigsten StakeholderInnengruppen in den moorreichen Bundesländern gezielt nach Ansprechpartner-

Innen aus allen identifizierten Gruppen gesucht. Mehr als 70 Personen, die für Universitäten, Forschungsinstitute, geologische Landesämter, Ingenieurbüros, Wasser- und Bodenverbände, Naturschutzbehörden und Naturschutzvereine arbeiten, wurden per E-Mail eingeladen, Teil des WIKIMooS-Netzwerkes zu werden und zur Entwicklung eines verlässlichen und nutzerfreundlichen Tools beizutragen.

Der Inhalt und die medialen Formate des WIKIMooS-Tools sollten sich an den Bedürfnissen und Ansprüchen der potentiellen NutzerInnen des WIKIMooS-Tools orientieren. Deswegen war es nötig, einen sozial-wissenschaftlichen methodologischen Rahmen zu finden, in dem diese Bedürfnisse und Ansprüche erkundet und ausgewertet werden konnten. In diesem Kontext wurde ein Interviewleitfaden mit Unterstützung durch KollegInnen aus dem Lehr- und Forschungsgebiet Beratung und Kommunikation des A.-D.-Thaer-Instituts entwickelt. Im Anschluss führte der Projektbearbeiter Laurentiu Constantin 16 persönliche Interviewgespräche mit AnsprechpartnerInnen aus allen wichtigen StakeholderInnengruppen durch. Konkret ging es darum, herauszufinden, welche Erfahrung unterschiedliche Gruppen potentieller NutzerInnen mit der Ansprache von Moorböden und mit der Nutzung existierender Kartierungswerke hatten. Daraus sollten sich verschiedene Einsatzmöglichkeiten für ein neues Tool und die Ansprüche unterschiedlicher NutzerInnen an das neue Tool ableiten lassen.

Parallel zur Identifizierung wichtiger AkteurInnen im Moormanagement und zum Aufbau des WIKIMooS-Netzwerks, musste in der Anfangsphase des Projekts die Recherche zu folgenden Elementen durchgeführt werden:

- Indikatoren, die für die Charakterisierung der Bodendegradierung im Feld einsetzbar sind;
- Labormethoden, mit denen man Feldansprachen nachträglich eichen kann;
- physikalische und chemische Bodenparameter, die den Zustand von Moorböden abbilden.

Zu diesem Zweck wurde im Zeitraum April-September 2019 eine umfassende Sammlung von Literaturquellen identifiziert und auf relevante Informationen geprüft. Untersucht wurden vor allem Werke der Bodensystematik und -kartierung aus dem deutschen Sprachraum wie die Bodenkundliche Kartieranleitung KA5 (Ad-hoc-AG Boden, 2005), TGL24300/04 (TGL, 1985), FAL (Nievergeldt et al., 2002), aber auch aus Kanada und Polen (Parent & Ilnicki, 2002) oder aus Kartierungswerken für internationale Anwendung, z.B. FAO Guidelines for Soil Description (Jahn et al., 2006). Außerdem wurden Berichte bzw. Gutachten zuständiger

Behörden, z.B. BfN-Skripten 462 (Tiemeyer et al., 2017) und relevante Artikel aus deutschen und internationalen wissenschaftlichen Zeitschriften identifiziert und gelesen.

Die Ergebnisse der Leitfadeninterviews und der Literaturrecherche dienten als Input für den WIKIMooS-Workshop I vom 25. Oktober 2019 (Abb. 2). Das Ziel dieser Veranstaltung war, Personen aus dem gesamten Spektrum des WIKIMooS-Netzwerkes zusammen „an einen Tisch“ zu bringen, um erste Orientierungsgespräche zu folgenden Themen zu führen:

1. Indikatoren im Feld;
2. Eichungsmethoden;
3. Informations-Output des Tools;
4. Format und Medien.

Was den Bereich „Format und Medien“ anbelangt, haben sich schon zu diesem Zeitpunkt zwei Formate herauskristallisiert, die als Bestandteile des WIKIMooS-Tools übernommen werden sollten, nämlich ein Feldbuch für die Bestimmung von Moorbodenhorizonten und Videoanleitungen für vorgeschlagene Methoden.



Abb. 2: WIKIMooS-Workshop I: Die Ergebnisse der Gruppendiskussionen werden im Plenum vorgestellt.

Nach der Auswertung des WIKIMooS-Workshops I fing einerseits die Testung von „Eichungsmethoden“ und andererseits die Vorbereitung einer bundesweiten Geländekampagne an. Wegen des ersten COVID-19-bedingten Lockdowns im Frühling 2020 wurde die inhaltliche Vorbereitung der Geländekampagne, z.B. die finale Auswahl der Indikatoren, die im Gelände aufgenommen werden sollten, bis in den Sommer 2020 verlängert.

2.2. Erarbeitung des WIKIMooS-Tools

Im zweiten Teil der Projektarbeit sollten die im ersten Teil identifizierten Indikatoren und Methoden getestet und die tatsächlichen Toolressourcen entwickelt werden. Letztendlich sollten die Ergebnisse des Projekts hauptsächlich zwei Funktionen erfüllen:

- unterschiedliche Kategorien von NutzerInnen befähigen, Merkmale von Moorbodenhorizonten unabhängig vom vorhandenen Hintergrundwissen sicher zu erkennen und
- objektivere Kriterien und praktikablere Methoden für die Unterscheidung von Moorhorizonten- und Substraten anbieten (vor allem dem Fachpublikum mit Erfahrung in der bodenkundlichen Kartierung).

Dementsprechend verfolgte die Arbeit in diesem Teil des Projekts zwei distinkte Stränge: einen Strang, der zur Erarbeitung von Materialien führen sollte, die bodenkundliche Aufnahmen im Gelände unterstützen können und einen anderen Strang mit dem Fokus auf der Etablierung von Labormethoden für die nachträgliche „Eichung“ von Geländeansprachen.

2.2.1. Strang 1: Geländearbeiten und Toolentwicklung

Ab September 2020 wurden ausgewählte Indikatoren und Methoden im Rahmen einer bundesweiten Geländekampagne getestet und Proben für die Bestimmung bodenchemischer und -physikalischer Parameter entnommen. Eine pragmatische Herangehensweise musste gefunden werden, um sicherzustellen, dass die untersuchten Standorte und Moorbodenhorizonte auf der einen Seite repräsentativ für einen Großteil der Moore Deutschlands sind und gleichzeitig zu einer übersichtlichen Anzahl gut definierter Kategorien gehören, die man statistisch charakterisieren und vergleichen kann. Auf Basis der umfangreichen Literaturrecherche und des Wissens um die Prozesse der Bodendegradierung und Gefügebildung wurden fünf repräsentative Standortkategorien identifiziert. Die folgenden Standortkategorien wurden anhand ihrer Entwässerungs- und Landnutzungsgeschichten definiert (Abb. 3):

- Grünland extensiv - mäßig entwässert (max. 50 cm unter Flur im Sommer)
- Grünland intensiv - stark entwässert (mind. 80 cm unter Flur im Sommer)
- Acker
- Wald
- naturnah.

Für diese Kategorien wurden sowohl Niedermoor- als auch Hochmoorstandorte gesucht. Um die Vergleichbarkeit der Profile und Horizonte innerhalb und unter den Standortkategorien zu gewährleisten, wurde die zulässige Ausprägung gewisser Variablen wie Torfart, minimale Moormächtigkeit und maximaler mineralischer Anteil konkret definiert.

Die Geländearbeiten wurden im Zeitraum September 2020-April 2022 durchgeführt. Insgesamt wurden 60 Profile (30 Niedermoor- und 30 Hochmoorprofile) in fünf verschiedenen Bundesländern aufgenommen und 276 Moorbodenhorizonte beschrieben und beprobt (Abb. 4).

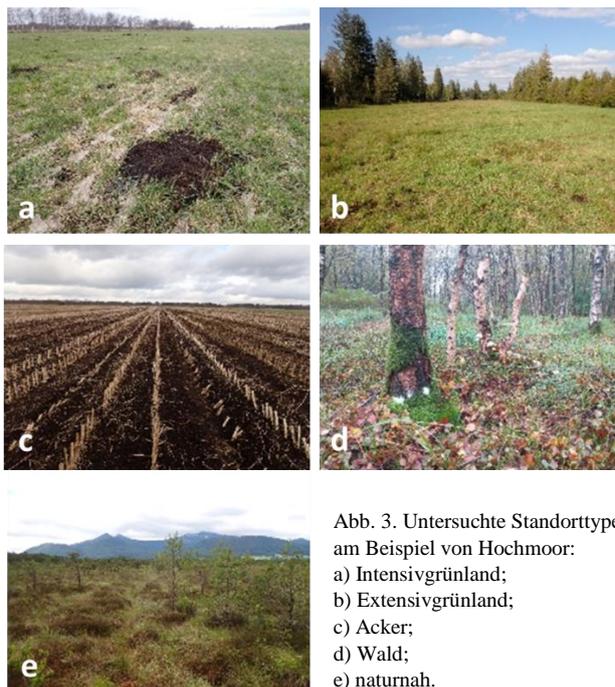


Abb. 3. Untersuchte Standorttypen, am Beispiel von Hochmoor:
a) Intensivgrünland;
b) Extensivgrünland;
c) Acker;
d) Wald;
e) naturnah.

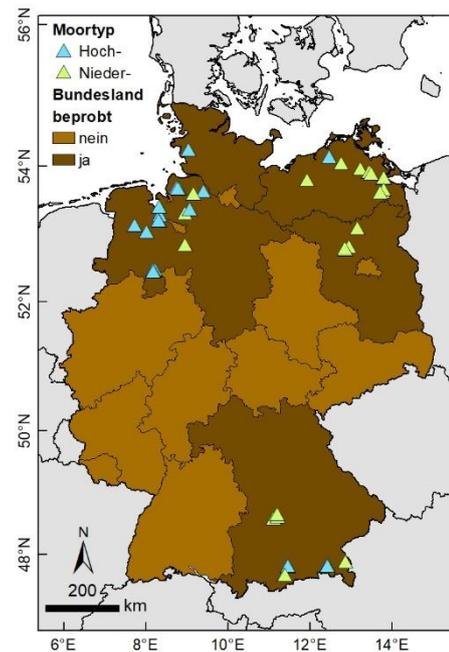


Abb. 4. Lage der untersuchten Standorte.

Die im Gelände erfassten Indikatoren stammten aus verschiedenen bereits existierenden Kartierungswerken und hatten einen Schwerpunkt im Bereich der visuellen Merkmale des Bodengefüges (u.a. Gefügestruktur und Aggregatgröße). Ein wichtiges Ziel der Geländekampagne war auch die Testung verschiedener Arbeitsmethoden, um letztendlich eine standardisierte Vorgehensweise formulieren und im Rahmen des WIKIMooS-Tools vorschlagen zu können. Zu den durchgeführten Methoden zählen:

- die Flachschrufmethode, einschließlich der Präparation eines Bodenmonolithen („Flachschrufriegels“) und der Freilegung von Gefügestrukturen durch den sogenannten „Succow’schen Griff“ (Abb. 5a-b);
- die Abwurfprobe und Gefügeströßensortierung entsprechend der Visual-Soil-Assessment-Methode (VSA) (Shepherd, 2000) (Abb. 5c);
- die Bestimmung des Humifizierungsgrades nach von Post (Abb. 5d).

Um die Beziehung zwischen den im Gelände bestimmbar Indikatoren und den chemischen und physikalischen Eigenschaften von Moorbodenhorizonten untersuchen zu können, wurden aus den identifizierten Horizonten Beutelproben und ungestörte Stechzylinderproben entnommen. Anschließend wurden im Gemeinschaftslabor des A.-D.-Thaer-Instituts die Parameter Gesamtkohlenstoff (Ct), organischer Kohlenstoff (Corg), Gesamtstickstoff (Nt), Glühverlust (GV) und pH bestimmt. In Zusammenarbeit mit dem brandenburgischen Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) und dem Bodenzentrum der Technischen Universität Berlin (TU Berlin) wurden die Trockenrohdichten und die Wasserretentionskurven (mit jeweils sechs pF-Stufen) der ungestörten Bodenproben bestimmt.



Abb. 5: Methoden, die im Rahmen der Geländekampagne getestet wurden: a) Anlegung eines Flachschruffs; b) Entnahme eines Flachschruffriegels mit Freilegung des Gefüges und Identifizierung der Horizontgrenzen; c) Gefügegrößenverteilung nach der VSA-Methode für Horizonte mit Aggregatgefüge (entspricht Horizont 2 aus Abb.5b); d) Quetschprobe für die Bestimmung des Humifizierungsgrades nach von Post.

Einen sehr wichtigen Beitrag bei den Geländearbeiten und bei der Vorbereitung der entnommenen Bodenproben haben die studentischen Hilfskräfte im Projekt WIKIMooS geleistet. Als studentische Hilfskraft war im Zeitraum Juli 2020-Mai 2021 Herr Javier Gargiulo und im Zeitraum Mai 2021-Juni 2022 Herr Felix Fechtner tätig (Abb. 6).

Potentielle NutzerInnen des WIKIMooS-Tools hatten auf dem WIKIMooS-Workshop I ausdrücklich den Wunsch nach einem illustrierten Feldbuch als Unterstützung für Kartierarbeiten geäußert. Entsprechend wurden wichtige Aspekte der identifizierten Bodenhorizonte, vor allem Merkmale des Bodengefüges sowohl im Gelände als auch unter kontrollierten Lichtbedingungen in Berlin fotografiert.



Abb. 6: Studentische Hilfskräfte im Projekt WIKIMooS: Javier Gargiulo (links) und Felix Fechtner (rechts) bei der Geländearbeit.

Bei der Erzeugung der Fotos wurde die bestmögliche Bildqualität angestrebt. Um eine ausreichende Tiefenschärfe zu erhalten, wurde bei größeren Gefügeelementen mit der Focus-Stacking-Funktion gearbeitet (Abb. 7).

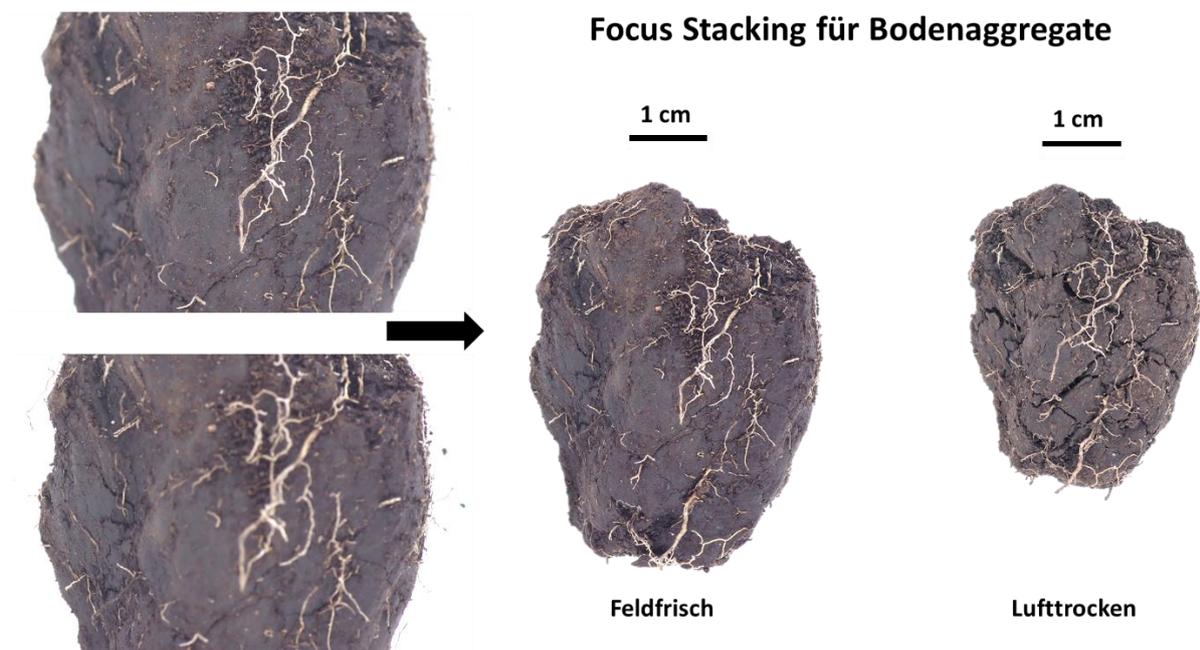


Abb. 7: Fotografische Dokumentation von Gefügeelementen. Eine optimale Tiefenschärfe wurde durch die Focus-Stacking-Methode erreicht. Bodenaggregate wurden sowohl im feldfrischen als auch im lufttrockenen Zustand fotografiert.

Parallel zur Geländekampagne lief die Messung der bodenchemischen und -physikalischen Parameter. Die Ergebnisse waren für die Entwicklung des WIKIMooS-Tools relevant, da aus deren Auswertung analysiert werden konnte, wie identifizierte Horizonte nach KA5 in verschiedenen Parametern gruppieren und ob sich relevante Unterkategorien im Bereich der Horizonte oder der Gefügeformen unterscheiden lassen. Eine Zwischenauswertung wurde

online, am 30. November 2021 innerhalb des WIKIMooS-Netzwerks vorgestellt (WIKIMooS-Workshop II). Erste Auswertungen des kompletten Datensatzes bildeten die Grundlagen für eine Posterpräsentation auf der Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG) im September 2022 in Trier.

Ausgehend von der Auswertung der im Gelände erhobenen und der im Labor erzeugten Daten war es möglich, die wichtigsten Moorbodenhorizonte und Gefügeformen zu identifizieren und ein Konzept für deren Bestimmung im Gelände zu entwickeln. So konnte ein erster Entwurf des WIKIMooS-Feldbuches fertiggestellt werden. Dieser enthielt einen dichotomen Bestimmungsschlüssel für Moorbodenhorizonte sowie Steckbriefe für die wichtigsten Horizonte und Gefügeformen. Das Konzept wurde im Rahmen eines Vortrages auf der DGMT-Jahrestagung im Juni 2022 in Freiburg im Breisgau vorgestellt.

Im Anschluss wurde der Entwurf des Feldbuches konkret im Gelände getestet. Dafür wurde eine zweitägige Exkursion in der Friedländer Großen Wiese organisiert, in deren Rahmen interessierte Mitglieder des WIKIMooS-Netzwerkes, sowie Studierende der Humboldt-Universität zu Berlin (HU Berlin) und der HNE Eberswalde drei verschiedene Moorprofile unter Benutzung des WIKIMooS-Feldbuches beschreiben sollten. Die insgesamt 37 TeilnehmerInnen haben in sechs Kleingruppen gearbeitet (Abb. 8a), deren Mitglieder ein ähnliches Maß an bodenkundlichen Kenntnissen und Kartiererfahrung hatten.



Abb. 8: Tätigkeiten während der zweitägigen Exkursion zur Testung des ersten Feldbuchentwurfs in der Friedländer Großen Wiese im Juni 2022: a) Kleingruppen bei der Geländearbeit; b) Besprechung der Ergebnisse im Rahmen des Auswertungsseminars.

Der Entwurf des WIKIMooS-Feldbuches bekam sehr positives Feedback aufgrund der grafischen Gestaltung, die für eine nutzerfreundliche Anwendung sorgte. Auf der anderen Seite machte die Auswertung der Gruppenergebnisse (Abb. 8b) deutlich, dass für das vorgeschlagene Konzept auch gewisse Verbesserungen oder Ergänzungen durchgeführt werden sollten. Dies wurde am zweiten Tag der Exkursion mit allen Teilnehmenden intensiv diskutiert.

Der Vergleich der aufgenommenen Horizontabfolgen zeigte eine recht hohe Variabilität unter den Kleingruppen, mit größeren Abweichungen in den Gruppen mit weniger Vorkenntnissen und Erfahrung. Dies lag daran, dass der gleiche Bestimmungsschlüssel für jeden Horizont angewendet wurde, unabhängig von der Lage des jeweiligen Horizontes im Profil. Falsches Entscheiden am Anfang des Bestimmungsschlüssels konnte also zu recht groben Fehlern führen.

Eine Lösung für diese Herausforderung wurde in Zusammenarbeit mit Dr. Ernst Gehrt vom niedersächsischen Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) erreicht. Das neue Konzept der pedogenen Bereiche A, B und C (siehe Kapitel 3.2.1) wurde definiert, was eine erste Unterteilung des Profils erlaubte. Getrennte Bestimmungsschlüssel für mögliche Horizonte wurden für jeden der drei Bereiche entwickelt. Diese angepasste Version des WIKIMooS-Feldbuches wurde im Rahmen einer gesonderten Exkursion im Finowtal, zusammen mit KollegInnen und Studierenden von der HNE Eberswalde getestet (Abb. 9). Mit dieser Variante des Feldbuches nahmen alle drei Kleingruppen unabhängig voneinander identische Horizontabfolgen am untersuchten Standort auf. Damit konnte das WIKIMooS-Feldbuch seinen finalen Zustand erreichen.



Abb. 9: Exkursion zur Testung der angepassten Version des WIKIMooS-Feldbuches im Finowtal

Zusätzlich zum WIKIMooS-Feldbuch sollten auch Anleitungsvideos für bodenkundliche Geländemethoden produziert werden. Konkrete Ideen dazu wurden im Rahmen des WIKIMooS-Workshops II diskutiert. Der Workshop bot in diesem Kontext die sehr praktische Gelegenheit des Austausches mit dem Projekt „MoorIS – Ein Moorinformationssystem für Niedersachsen“ (<https://www.mooris-niedersachsen.de>), das am LBEG Hannover bearbeitet

wird. Es stellte sich heraus, dass im Projekt MoorIS Lehrvideos zu Themen rund um Moore für die neu entwickelte Informationsplattform gebraucht wurden. In Absprache mit der DBU (Dr. Stock) kam eine Kooperation zwischen WIKIMooS und MoorIS zustande. Durch eine Zusatzfinanzierung aus dem Projekt MoorIS war es sogar möglich, das Videoprojekt auszubauen und neben den Anleitungsvideos für Geländemethoden auch Informationsvideos über die Entstehung und Bedeutung der Moore sowie über deren Veränderung im Zuge der Entwässerung zu konzipieren. Um eine hochqualitative Produktion zu ermöglichen, wurden MoorIS-Mittel zur Verfügung gestellt, um den Videojournalisten Tim Fischer mit Dreh- und Schnitarbeiten und die Grafikfirma TVN CORPORATE MEDIA mit der Entwicklung von Animationen zu beauftragen. Das gesamte Videomaterial wurde zwischen Juli und Oktober 2022 an verschiedenen Standorten in Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern gedreht (Abb. 10). Drei Videos wurden bereits fertiggestellt und weitere Videos befinden sich zurzeit in Bearbeitung. Diese werden spätestens zum Abschluss des Projekts MoorIS Ende März 2023 fertig und online verfügbar sein (dazu siehe auch Kapitel 5).



Abb. 10: Dreharbeiten für die WIKIMooS-Videos mit dem Videojournalisten Tim Fischer. Die Schirme sollten für eine gleichmäßige Belichtung im Video sorgen.

2.2.2. Strang 2: Eichungsmethoden

Auch mit standardisierten Abläufen und mit klar definierten Kriterien für die Horizontansprache im Gelände kann man den Einfluss der subjektiven Perspektive der kartierenden Person nicht komplett ausschließen. Deshalb ist es von Vorteil, über objektive, leicht durchführbare Labormethoden zu verfügen, mit denen es möglich ist, eine

Geländeansprache im Zweifelsfall zu überprüfen, also zu „eichen“. Die Literaturrecherche in der Anfangsphase des Projekts lieferte eine Liste möglicher Methoden, die für die Unterscheidung von Substraten in verschiedenen Degradierungszuständen geeignet zu sein schienen. Als Kriterium für die Auswahl der Laborverfahren diente v.a. das Potential der Methoden, vermulmten, vererdeten und sekundär nicht veränderten Torf unterscheiden zu können.

Im Anschluss zum WIKIMooS-Workshop I wurden folgende Laborverfahren rein explorativ getestet, mit dem Ziel, erste Einblicke in die besonderen Stärken und Schwächen der Methoden zu gewinnen:

- Einheitswasserzahl nach Ohde/Schmidt: ein Maß für die Fähigkeit der Torfe Wasser gegen eine einwirkende Kraft zu halten (Schmidt, 1986);
- Trockensiebung: die Aggregatgrößenverteilung in Oberbodenhorizonten;
- Wasserglasmethode: ein Maß für das Rückquellungsvermögen von feldfrischen Torfen
- Wassertropfenmethode (Water Droplet Penetration Time): ein Maß für die Hydrophobizität getrockneter Torfe (Szajdak & Szatyłowicz, 2010).

Als Erstes sollte festgestellt werden, wie gut die vier Labormethoden zwischen Torfen unterscheiden können, die sich in einigen sehr typischen Degradierungsstadien befinden. Die Methoden wurden in der ersten Phase an drei Substraten getestet, die gezielt für diese Experimente gesammelt wurden: einem stark vermulmten, einem schwach vererdeten und einem sekundär unveränderten Torf.

Die Durchführung der Einheitswasserzahl und der Trockensiebung ließ sich recht gut standardisieren. Die beiden Methoden lieferten zudem vielversprechende Ergebnisse (sie konnten die untersuchten Substrate klar und konsequent unterscheiden), also wurde entschieden, diese Methoden später mit einer größeren Anzahl an Wiederholungen durchzuführen. Die Wasserglasmethode und die Wassertropfenmethode wurden nicht weiterverfolgt, da sich nach den ersten Versuchen zeigte, dass sich die Durchführung (v.a. die Vorbereitung des untersuchten Torfmaterials) schwer standardisieren lässt. Zudem gibt es bei diesen Methoden Ungenauigkeitsquellen beim Ablesen bzw. bei der Bestimmung der Werte, die kaum zu vermeiden sind.

Etwas später (2020-2021) wurde nach weiteren Literaturrecherchen und durch den fachlichen Austausch mit einer Kollegin von der Universität Ermland-Masuren in Olsztyn (Polen) noch

eine potentielle Eichungsmethode identifiziert: der W1-Index nach Gawlik (Gawlik, 1992), ein Maß für die Fähigkeit eines Torfes Wasser gegen die Zentrifugalkraft zu halten.

Im nächsten Schritt wurden die Trockensiebung, die Einheitswasserzahl nach Ohde/Schmidt und die Gawlik-Index-Bestimmung auch mit Proben durchgeführt, die von WIKIMooS-Standorten stammten. Die Durchführung dieser Untersuchungen wurde in Berlin und Hannover organisiert.

Die Siebungsexperimente wurden von Klara Rosemann, Bachelorstudentin an der HU Berlin im Rahmen ihrer Abschlussarbeit übernommen. Die standardisierte methodologische Vorgehensweise wurde zusammen mit Herrn Constantin entwickelt. Es folgten die Durchführung und die Auswertung der Experimente. Zwischenergebnisse für vererdete und vermulmte Oberböden von Grünlandstandorten wurden bereits im September 2022 auf der DBG-Tagung in Trier als Posterbeitrag präsentiert. Die Abschlussarbeit von Frau Rosemann wird im Januar 2023 eingereicht. Basierend auf dem Methodenteil der Arbeit von Frau Rosemann soll eine Anleitung für die Durchführung der Trockensiebung formuliert und in Kürze auf der WIKIMooS-Webseite verfügbar gemacht werden.

Die Bestimmung der Einheitswasserzahl nach Ohde/Schmidt und des Gawlik-Index an Bodenproben aus der WIKIMooS-Geländekampagne wurde von Kollegen vom LBEG und von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) im Geozentrum Hannover übernommen und bis zum Ende des Projekts laufend weitergeführt.

Am 14. Dezember 2022 fand die Abschlussveranstaltung des Projekts WIKIMooS im Online-Format statt. Anwesend waren 74 Teilnehmende, darunter auch Herr Dr. Weinert, als Vertreter der DBU. Im Rahmen dieser Veranstaltung wurden die Ergebnisse des Projekts, inkl. des Inhalts des WIKIMooS-Feldbuches und die fertigen Videos vorgestellt.

3. Ergebnisse

Die zwei Arbeitsstränge, die im vorigen Kapitel beschrieben wurden, lieferten Ergebnisse, die den NutzerInnen des WIKIMooS-Tools zugänglich gemacht werden. Im Folgenden werden diese handfesten Ergebnisse und weitere besondere Leistungen des Projekts WIKIMooS, wie z.B. das aufgebaute WIKIMooS-Netzwerk vorgestellt.

3.1. Das WIKIMooS-Netzwerk

Das Projekt WIKIMooS ist von Anfang an auf großes Interesse in der Moorcommunity gestoßen, was die Relevanz und Aktualität der bearbeiteten Thematik und der formulierten Ziele nur bestätigen kann. Die Veranstaltungen im Rahmen des Projekts WIKIMooS haben Personen aus unterschiedlichen Branchen, aus verschiedenen Regionen, mit verschiedenen fachlichen Hintergründen, und die sich an verschiedenen Punkten in ihren beruflichen Laufbahnen befinden, zusammengebracht. Alle haben bei der Entwicklung des WIKIMooS-Tools mitgewirkt. Die Diversität der Gesichtspunkte und der Ansprüche war einerseits eine Herausforderung, andererseits eine Garantie, dass die Endprodukte des Projekts eine breite Anwendung finden werden.

Das Netzwerk umfasst Professionelle aus Hochschulen, Forschungsinstituten, öffentlichen Behörden, Naturschutzvereinen, Ingenieurbüros, Wasser- und Bodenverbänden und Studierende aus 11 Bundesländern und aus der Schweiz. Vor dem ersten WIKIMooS-Workshop im Oktober 2019 wurden etwas mehr als 70 Personen kontaktiert und eingeladen, Teil des Netzwerks zu werden. Bis zum Ende des Projekts hat sich die Zahl auf 141 verdoppelt. Ein positives Zeichen war auch, dass die Kontaktaufnahme mit neuen AnsprechpartnerInnen nicht immer von unserer Seite kam. Wir wurden auch von interessierten Personen kontaktiert, die WIKIMooS entweder durch die Internetpräsenz des Projekts gefunden hatten oder von Mitgliedern des Netzwerks über das Projekt erfahren hatten. Ab einem gewissen Zeitpunkt erweiterte sich das Netzwerk eigenständig.

Ein wichtiger Aspekt des fachlichen Austausches war zusätzlich zur Optimierung des Tools gemäß den Ansprüchen künftiger NutzerInnen auch die Abstimmung der Inhalte des WIKIMooS-Tools mit bodenkundlichen Standardwerken. So hat die Kommunikation mit der AG Bodensystematik der DBG ermöglicht, dass der Inhalt des WIKIMooS-Tools zum größten Teil konform mit der aktualisierten Bodensystematik der noch nicht veröffentlichten 6. Auflage der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA6) bleibt. Änderungsvorschläge und Neuerungen, die aus den eigenen Untersuchungen hervorgegangen sind, wurden der AG Bodensystematik mitgeteilt und können möglicherweise 2023 in die KA6 selbst oder in die folgende Auflage der Kartieranleitung integriert werden.

3.2. Das WIKIMooS-Feldbuch

Das Kernstück des entwickelten Tools ist das WIKIMooS-Feldbuch zur Horizontansprache in Moorböden (Deckblatt als **Anlage 1** angehängt). Mit dem WIKIMooS-Feldbuch soll es möglich sein, die Horizonte eines Moorbodenprofils anzusprechen und innerhalb eines jeden Horizontes die Gefügeform(en) und -größen zu dokumentieren und den Humifizierungsgrad des Substrats nach von Post zu ermitteln. Das Feldbuch besteht aus sechs Teilen, die in einem Ringordner zusammengebunden sind. Dabei liefert der Teil A die theoretischen Grundlagen für die Arbeit mit dem Feldbuch und ist als eigenständige Broschüre mit Spiralbindung gestaltet. Die Teile B-F beinhalten Materialien, die im Gelände verwendet werden sollen; sie wurden als Sammlungen von laminierten Steckbriefen und somit witterungsbelastbar konzipiert.

3.2.1. Teil A: Theoretische Grundlagen

Im Teil A werden zunächst Hintergrund und Zielsetzung des Projekts WIKIMooS beschrieben. Der Anwendungsbereich des Feldbuches und eingeführte Neuerungen werden im Rahmen eines „Lies-Mich-Textes“ genannt; anschließend werden die notwendigen theoretischen Grundlagen für die Arbeit mit dem Feldbuch geliefert.

Hier werden wichtige Prozesse definiert und beschrieben, die die Entstehung und Entwicklung von Moorböden prägen. Weiterhin werden die Konzepte von Substrat, Gefüge und Horizont eingeführt. Es wird erläutert, wie verschiedene Prozesse die Merkmale des Substrats und des Gefüges bestimmen und wie deren Erkennbarkeit die Ansprache verschiedener Horizonte ermöglicht (Abb. 11).

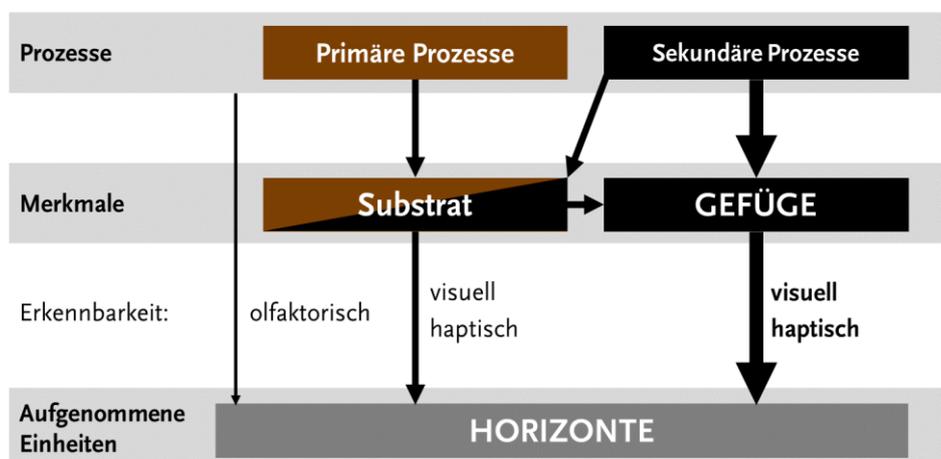


Abb. 11: Das Funktionsprinzip des WIKIMooS-Feldbuches. Die Beziehung zwischen Prozessen, Substrat- und Gefügemerkmalen und Bodenhorizonten wird schematisch dargestellt.

Des Weiteren werden die pedogenen Bereiche A, B und C vorgestellt (Abb. 12). Das Konzept der pedogenen Bereiche wird im WIKIMooS-Feldbuch neu eingeführt (vorgeschlagen). Die Bereiche entsprechen den Wirkungstiefen wichtiger bodenbildender Prozesse (z.B. Bioturbation und/oder Bodenbearbeitung für Bereich A; Schrumpfung- und Quellungsprozesse für Bereich B) und lassen sich generell gut optisch unterscheiden. Die Erkennung der pedogenen Bereiche erlaubt eine erste Unterteilung des Moorbodenprofils, die den moorspezifischen Verlauf der Bodenbildung widerspiegelt (im Gegensatz zu den Begriffen Oberboden, Unterboden und Untergrund, die aus der Mineralbodenkunde stammen und sich im Fall von Moorbodenprofilen nicht so gut anwenden lassen).

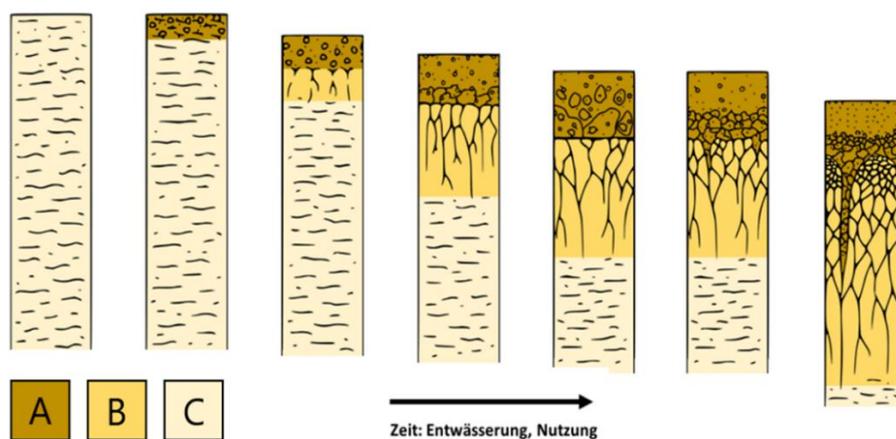


Abb. 12: Zeitreihe der Ausbildung von drei pedogenen Bereichen in einem entwässerten, genutzten Moorbodenprofil (verändert nach Zeitz & Stegmann, 2001).

Jeder pedogene Bereich kann ggf. aus mehreren übereinanderliegenden Horizonten bestehen, die als spezifisch für einen bestimmten pedogenen Bereich definiert werden. Die Erkennung der pedogenen Bereiche vor der Bestimmung einzelner Horizonte erlaubt eine Vorsortierung der Möglichkeiten der Horizontansprache und kann dadurch die Wahrscheinlichkeit grober Fehler stark reduzieren.

3.2.2. Teile B-F: Materialien für die Geländearbeit

Die restlichen Teile des Feldbuches sind für die praktische Arbeit im Gelände bestimmt. Teil B enthält acht Steckbriefe für die Durchführung wichtiger Methoden im Gelände: ME-01 Der Flachschorf; ME-02 Erkennung von Bereichs- und Horizontgrenzen; ME-03 Bestimmung von Bereichen und Horizonten; ME-04 Abwurfprobe und Aggregatgrößen-sortierung; ME-05 Bestimmung des Humifizierungsgrades nach von Post; ME-06 Untersuchung tiefer liegender Horizonte; ME-07 Geräte und Materialien; ME-08 Hinweise zur Standortauswahl.

Teil C enthält 13 Steckbriefe für Gefügeformen und einen extra Steckbrief mit vergleichenden Übersichtstafeln (angehängt als **Anlage 2**). Die vorgestellten Gefügeformen sind: GF-01 Restgefüge; GF-02 Krümelgefüge; GF-03 Konglomeratgefüge; GF-04 Fragmentgefüge; GF-05 Bröckelgefüge; GF-06 Klumpengefüge; GF-07 Subpolyederggefüge; GF-08 Polyederggefüge; GF-09 Prismengefüge; GF-10 Plattengefüge; GF-11 Keilgefüge; GF-12 Rissgefüge; GF-13 Kohärentgefüge.

Dabei muss erklärt werden, dass zwei Gefügeformen eigene Vorschläge - und daher nicht KA6-konform sind. Das Restgefüge ist der vorgeschlagene Begriff für sehr feines, pulvriges für Vermulmungshorizonte typisches Aggregatgefüge. Dieser Begriff wurde eingeführt, weil Polyeder-, Subpolyeder- und Krümelgefüge die Ausprägung und die Pedogenese des vermulmten Torfmaterials nicht gut genug beschreiben konnten. Außerdem wird der Begriff Konglomeratgefüge für ehemals durch Bodenbearbeitung oder Bioturbation gestörte und zerkleinerte Substrate verwendet, die nachträglich reaggregierten. Der Steckbrief GF-03 Konglomeratgefüge ist als **Anlage 3** angehängt.

Die Teile D und E enthalten jeweils 11 Steckbriefe für Moorbodenhorizonte. Außerdem gibt es Bestimmungsschlüssel für pedogene Bereiche (Abb. 13) und für Horizonte. Diese Materialien gibt es jeweils für Niedermoor- (Teil D) und für Hochmoorstandorte (Teil E).

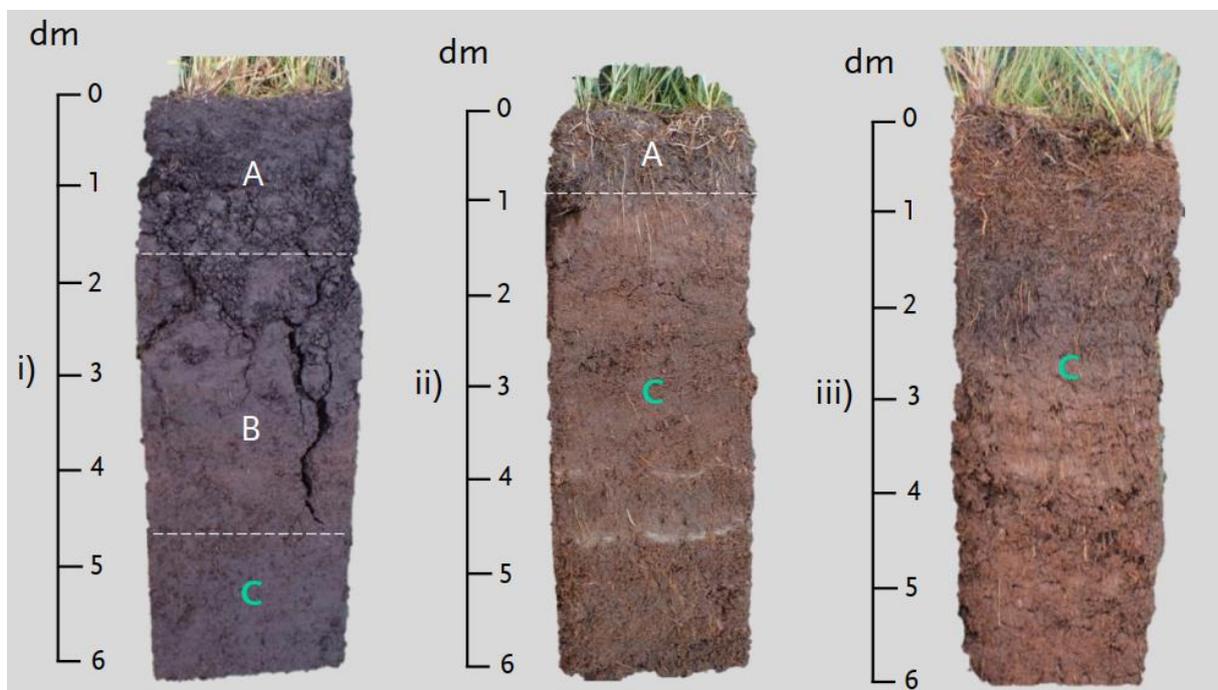


Abb. 13: Auszug aus dem Steckbrief „NI-PB Bestimmungsschlüssel pedogene Bereiche“ mit den Ausprägungsformen des pedogenen Bereichs C (Niedermoor).

Die vorgestellten Horizonte sind: Vermulmungshorizont (Hm); Vererdungshorizont (Hv); Pflughorizont (Hp); Reaggregationshorizont (Hg); reaggregierter Absonderungshorizont (Hga); Absonderungshorizont (Ha); Torfschrumpfungshorizont (Ht); Torfschrumpfungshorizont mit Querrissen (Hat); Torfneubildungshorizont (Hn); Wasserwechselhorizont (Hw); Reduktionshorizont (nHr).

Ähnlich wie im Fall der Gefügeformen, gibt es auch im Fall der Horizonte vorgeschlagene Neuerungen. Ein Beitrag des Projekts WIKIMooS zur deutschen Bodensystematik soll der Reaggregationshorizont sein. Für diesen wird hier ein eigenes nachgestelltes Zusatzsymbol (g) angegeben. Dieses neue Symbol und der Reaggregationshorizont als Ganzes wird möglicherweise schon in der KA6 (2023) zu finden sein. Eine Entscheidung der zuständigen Arbeitsgruppen steht noch aus. Der Steckbrief NI-04 Reaggregationshorizont (nHg) ist hier als **Anlage 4** angehängt.

Als Letztes werden im Teil F des Feldbuches zusätzliche Bestimmungshilfen im Steckbriefformat angeboten: BH-01 Gestörte vs. natürliche Lagerung; BH-02 Vererdet vs. vermulmt; BH-03 Horizontale Risse. Diese Steckbriefe fokussieren sich auf besonders wichtige Situationen, in denen zusätzliche Bilder und Erklärungen eine Unterscheidung unterstützen können.

3.3. Die WIKIMooS-Videos

Die WIKIMooS-Videos lassen sich in zwei Kategorien unterteilen: zwei allgemeine Informationsvideos und mehrere Videoanleitungen für bodenkundliche Geländemethoden, die den Inhalt des Teils C des WIKIMooS-Feldbuches im Videoformat vorstellen und erklären.

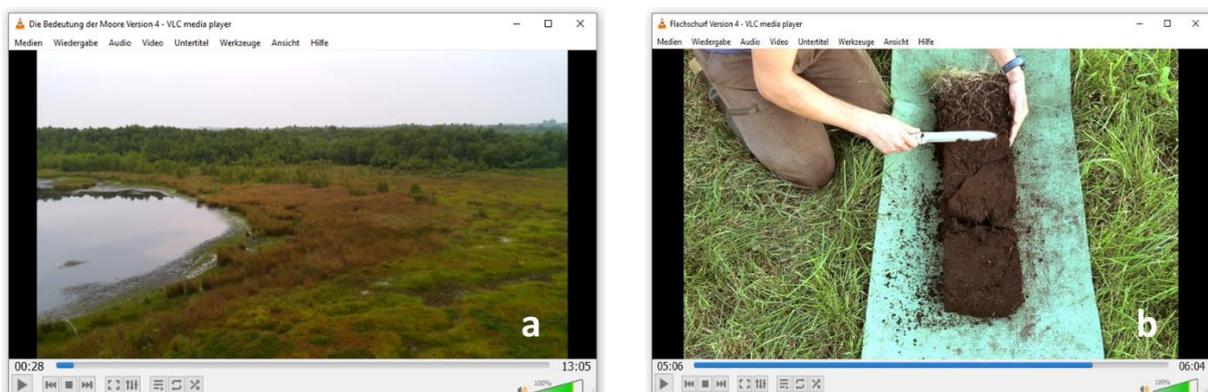


Abb. 14: Schnappschüsse aus a) dem Informationsvideo „Die Bedeutung der Moore“ und b) der Videoanleitung „Geländemethoden I – Der Flachschorf“.

Die zwei Kategorien von Videos richten sich an verschiedene Zielgruppen und unterscheiden sich auch stilistisch. Für interessierte BürgerInnen, die keine Vorkenntnisse über Moore und Moorböden haben, bieten die Informationsvideos einen ersten strukturierten Einblick in diese Thematik. Was das Videomaterial, den Sprechertext und die Musik anbelangt, sind die Informationsvideos Naturdokumentationen ähnlich. Sie enthalten viele schöne Bilder aus Mooregebieten (Abb. 14a) und veranschaulichen theoretische Konzepte anhand von Animationen (Abb. 15). Das erste Informationsvideo heißt „Die Bedeutung der Moore“ und befasst sich mit den Definitionen von Moor und Torf, mit der Entstehung verschiedener Moortypen und mit den wichtigsten Ökosystemdienstleistungen, die von Mooren erbracht werden. Ein zweites Informationsvideo über primäre Moorbodenbildungsprozesse und sekundäre Prozesse infolge der Entwässerung und Nutzung befindet sich in Bearbeitung.



Abb. 15: Schnappschüsse aus der Animation über die Entstehung eines Versumpfungsmoores, ©TVN CORPORATE MEDIA.

Auf der anderen Seite sind die Videoanleitungen dem Fachpublikum gewidmet, das die beschriebenen Methoden auch regelmäßig anwenden kann. Diese Videos sind relativ kurz (etwa fünf Minuten lang) und führen ZuschauerInnen jeweils durch eine bodenkundliche Geländemethode, indem alle Schritte anhand einer realen Situation im Gelände demonstriert werden (Abb. 14b). Der Stil ist sachlich, aber stellenweise auch mit kleinen humorvollen Elementen versehen. Das Anleitungsvideo für die Durchführung der Flachschorfmethode sowie das Video über nötige Geräte und Materialien sind bereits fertig. Weitere Videos, darunter auch eine Anleitung für die Ermittlung des Humifizierungsgrades nach von Post, werden bis zum Abschluss des Projekts MoorIS fertiggestellt.

Bei allen Videos kümmerte sich Herr Laurentiu Constantin um das Konzept, das Drehbuch, die Regie und das Einsprechen der Texte. Die Übersetzung der Texte ins Englische übernahm Frau Dr. Martha Graf (LBEG). Die Kamera- und Schnittarbeiten werden von Herrn Tim Fischer durchgeführt und die Animationen werden von der Firma TVN CORPORATE MEDIA hergestellt.

3.4. Vorgeschlagene Eichungsmethoden

Eine praktische Methode, um die Feldansprache von Vererdungs- oder Vermulmungs-horizonten anhand eines objektiven Kriteriums im Labor zu eichen, ist die Trockensiebung. Im Rahmen der Bachelorarbeit von Frau Klara Rosemann wurde vererdetes oder vermulmtes Torfmaterial aus Oberbodenhorizonten von 14 Niedermoor- und 17 Hochmoorgrünlandstandorten, mit Glühverlustwerten von mindestens 60% untersucht. Das gesammelte, in Einzelaggregate aufgebrochene und anschließend luftgetrocknete Bodenmaterial wurde durch einen Siebsatz mit fünf verschiedenen Maschenweiten zwischen 8 mm und 0,2 mm gesiebt. Die relativen Massen aller Aggregatgrößenfraktionen unter 8 mm wurde bestimmt.

Im Fall der Niedermoore zeigte sich, dass der Massenanteil der Größenfraktionen < 2 mm konsequent $> 55\%$ für im Feld als vermulmt angesprochene Horizonte und $\leq 55\%$ für im Feld als vererdet angesprochene Horizonte betrug (Abb. 16). Somit kann man mithilfe von nur zwei Sieben (Maschenweiten 8 mm und 2 mm) objektiv feststellen, ob der oberste Horizont eines Niedermoorgrünlandstandortes als vererdet oder als vermulmt einzuschätzen ist.

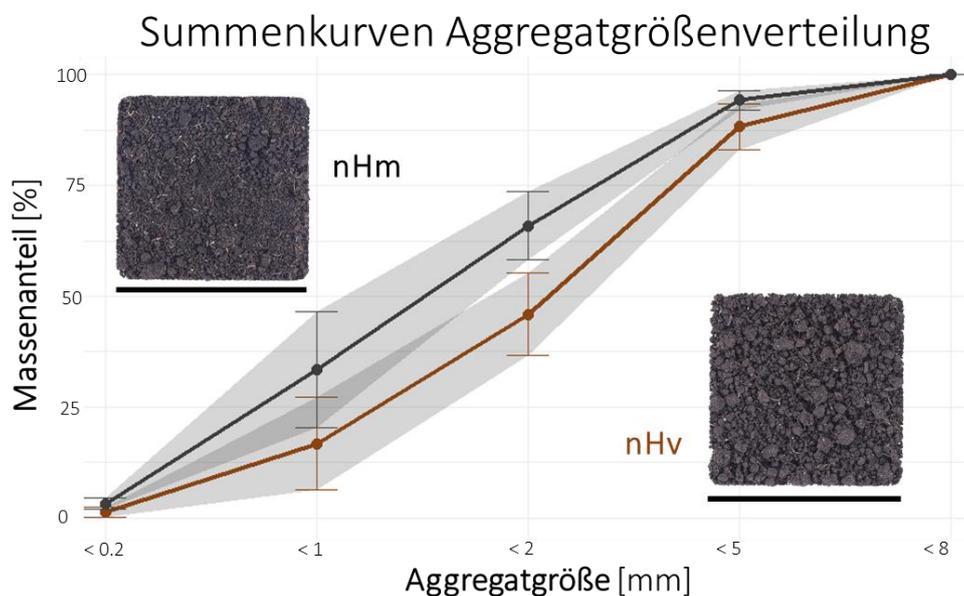


Abb. 16: Summenkurven der Aggregatgrößenverteilung für Vererdungs- und Vermulmungshorizonte aus Niedermooren; schwarz = im Gelände als vermulmt angesprochen; braun = im Gelände als vererdet angesprochen.

Für Material von Hochmoorstandorten zeigte sich ein anderes Muster (hier nicht dargestellt). Ein signifikanter Unterschied zwischen Horizonten die als vererdet oder als vermulmt angesprochen wurden, wurde im Massenanteil der Größenfraktion 1-2 mm gefunden ($> 30\%$

ist vermulmt; $\leq 30\%$ ist vererdet). Hierfür bräuchte man drei Siebe, um den Test in seiner einfachsten Form durchführen zu können (Maschenweiten 8 mm, 2 mm und 1 mm).

Was die Einheitswasserzahl nach Ohde/Schmidt anbelangt, konnte man pedogen unveränderte Substrate von degradierten Substraten gut unterscheiden, doch die scharfe Trennung zwischen vererdeten und vermulmten Substraten war nicht so eindeutig erkennbar, wie sie in älterer Literatur beschrieben wird (Schmidt, 1986). Vielmehr scheint die Einheitswasserzahl sogar bei Glühverlusten $> 70\%$ vom Mineralgehalt der Torfprobe stark beeinflusst zu sein.

Ein Pendant zur Methodik der Einheitswasserzahl, die aber weniger Zeit in Anspruch nimmt und keine speziellen Laborgeräte benötigt, ist der in Polen angewendete Gawlik-Index. In Zusammenarbeit mit den Kollegen vom BGR wurde die Methode für im Handel erhältliche Zentrifugenröhrchen angepasst. Nach weiteren Auswertungen kann sich die Möglichkeit zeigen, eine gemeinsame Veröffentlichung dazu zu verfassen.

4. Diskussion

In diesem Kapitel sollen die erhaltenen Ergebnisse noch einmal im Lichte der Ziele diskutiert werden, die am Anfang des Projekts gesetzt wurden, Abweichungen vom ursprünglichen Arbeitsplan genannt werden, die Zusammenarbeit mit Partnerinstitutionen beschrieben werden und die Perspektive für die Fortführung des Vorhabens dargestellt werden.

4.1. Ziele und Ergebnisse

Das erste Ziel, das im Projektantrag formuliert wurde, war die Möglichkeit pedogen veränderte Moorbodensubstrate und Bodenhorizonte sicher und nachvollziehbar im Gelände zu erkennen und hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu beschreiben. Um dies erreichen zu können, bestand ein wesentlicher Teil der Projektarbeit in der Beschreibung und Beprobung repräsentativer Moorstandorte in ganz Deutschland. Die Erkenntnisse über die wichtigsten Bestimmungsmerkmale von Gefügeformen und Horizonten, die während der Geländekampagne gewonnen wurden, fungierten als Grundlage für die Entwicklung des WIKIMooS-Tools. In dieser Hinsicht stellen das WIKIMooS-Feldbuch und die dazugehörigen Videos eine wertvolle Ressource für die Erkennung von Moorbodenhorizonten und ihrer Eigenschaften dar.

Der Fokus des WIKIMooS-Tools liegt auf der Bestimmung von Horizonten und der Erfassung mehrerer wichtiger Merkmale des Gefüges (Gefügeform und Aggregatgröße) und des Substrats (Humifizierungsgrad nach von Post). Für eine genauere Untersuchung der Substrate, kann das WIKIMooS-Tool zusammen mit den Steckbriefen Moorsubstrate (Meier-Uhlherr, Schulz & Luthardt, 2015), die ebenfalls im Rahmen eines DBU-Projekts entstanden sind, benutzt werden. Es wurde besonders viel Wert darauf gelegt, dass die beiden Tools komplementär eingesetzt werden können und vom Format her miteinander kompatibel sein sollen.

Da jeder Moorbodenhorizont durch die prägende Einwirkung eines oder mehrerer pedogener Prozesse entstanden ist, erlaubt die Erkennung der Horizonte auch die sichere Ermittlung der Tiefe und der Intensität der Bodenveränderung infolge Entwässerung und intensiver Landnutzung im Gelände. Dieses war das zweite Ziel, das im Projektantrag formuliert wurde.

Aus dem Vorhandensein verschiedener Horizonte können also auch grundsätzliche Aussagen getroffen werden über Prozesse, die am untersuchten Standort stattgefunden haben (z.B. Schrumpfung und Quellung, Bodenbearbeitung etc.), die die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Torfes auf bestimmte Weise verändert haben (z.B. Verdichtung, Nährstoffanreicherung, Hinderung der lateralen Wasserbewegung oder des kapillaren Aufstiegs etc.). Diese Informationen sind relevant für das dritte Ziel, das am Anfang des Projekts formuliert wurde, nämlich „Moorböden hinsichtlich ihrer Eignung für z.B. moorschützende Maßnahmen der Wiedervernässung, aber auch für künftige moorschonende landwirtschaftliche Maßnahmen richtig zuzuordnen“.

Hier muss angemerkt werden, dass bodenkundliche Aufnahmen im Gelände für die Bewertung der Eignung konkreter Maßnahmen auf Moorflächen nicht allein ausreichend sind. Solche Untersuchungen müssen ggf. durch die Bestimmung ausgewählter bodenchemischer und -physikalischer Parameter im Labor vervollständigt werden. Bodenkundliche Untersuchungen sind aber ein wichtiger Teil der notwendigen Gesamtbetrachtung auf landschaftsökologischer Ebene. Mit Hilfe des WIKIMooS-Tools können z.B. die Anforderungen an das Bodenmaterial für eine im Zuge der Wiedervernässung notwendigen Grabenverfüllung geprüft werden. So empfiehlt das DSS WAMOS (DBU-Projekt; <https://dss-wamos.de/index.html>) für die Wiedervernässung der Waldmoore die Verwendung von vererdeten Torfen für die Grabenabdichtung.

Das vierte Ziel des Projektes war, geeignete Vorgehen für eine Erfolgskontrolle von Managementmaßnahmen auf Moorflächen zu begründen. Der Beitrag des Projekts WIKIMooS

besteht in der genauen Charakterisierung von Degradierungserscheinungen. Die Dokumentation des Ausgangszustandes eines Moorbodens vor der Umsetzung einer Maßnahme wie z.B. Wiedervernässung und die Dokumentation der Veränderung des Bodens über die Jahre kann als Teil der Erfolgskontrolle verwendet werden. So werden z.B. in dem Forschungsprojekt „Erfolgskontrolle der Moorrenaturierungsmaßnahmen der Landesforst Brandenburg und Ableitung zukünftiger Managementmaßnahmen“ für die Bewertung der abiotischen Bodenkennwerte Kenntnisse gebraucht, die das WIKIMooS-Tool bereitstellt (<https://www.hnee.de/ErfolgskontrolleWaldmoorrenaturierung>).

Was das fünfte Ziel anbelangt, hatte sich das Projekt vorgenommen, Entscheidungen für das Management von Landschaften mit Moorböden unter prognostizierten veränderten Klimabedingungen im regionalen Maßstab auf Länderebene (z.B. Landesumweltämter; Ministerien; untere Fachbehörden im Vollzug) zu unterstützen. Für solche Entscheidungen sind Grundkenntnisse über die Entstehung und die Veränderung der Moorböden notwendig. In diesem Kontext liefert das WIKIMooS-Tool wertvolle Ressourcen für die selbstständige Aneignung einschlägigen Wissens durch Beschäftigte in Branchen, die für das Moormanagement relevant sind.

Was die qualitätsbezogenen Anforderungen anbelangt, sollte das entstehende WIKIMooS-Tool praktikabel handhabbar und transparent sein. Dies wurde durch die Auswahl nutzerfreundlicher Formate erreicht. Das WIKIMooS-Feldbuch beinhaltet u.a. laminierte Steckbriefe für bodenkundliche Methoden, für Gefügeformen und Moorbodenhorizonte. Diese sind wasserfest und damit für die Arbeit im Gelände geeignet; sie lassen sich je nach Situation unabhängig herausnehmbar benutzen, neu sortieren oder in Kombination mit den Steckbriefen Moorsubstrate (Meier-Uhlherr, Schulz & Luthardt, 2015) einsetzen. Weiterhin tragen visuelle Medien zur Nutzerfreundlichkeit des WIKIMooS-Tools bei. Die Steckbriefe im Feldbuch enthalten viele hochqualitative Bilder, die die Wiedererkennung verschiedener Merkmale im Gelände unterstützen. Außerdem zeigen die Videos die Arbeitsweise im Gelände Schritt für Schritt, mit detaillierten Erklärungen, in bündigen Abschnitten.

Das WIKIMooS-Tool sollte außerdem reproduzierbar und unabhängig vom vorhandenem Hintergrundwissen der NutzerInnen verwendet werden können. Bei der Entwicklung des Bestimmungsschlüssels für Moorbodenhorizonte hat man dieses Ziel permanent vor Augen gehabt. Deswegen wurden Entwürfe des Feldbuches durch Mitglieder des WIKIMooS-Netzwerkes an echten Profilen getestet. Nach dem letzten Test im während der Exkursion im

Finowtal zeigte sich eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse zwischen den Arbeitsgruppen mit unterschiedlichem Kenntnis- und Erfahrungsstand.

Dies wäre nicht möglich gewesen, ohne die partizipative Projektplanung, die als angestrebte Arbeitsweise ebenfalls im Projektantrag festgeschrieben wurde, und die sich wie ein roter Faden durch das ganze Projekt gezogen hat. Dieser Ansatz hat sich sehr bewährt. Das Vorhandensein eines umfangreichen Netzwerkes aus engagierten Personen mit diversen fachlichen Hintergründen lieferte in vielen Situationen einen sehr klaren Mehrwert. Die gerade beschriebene Situation, in der die Funktionalität des Tools vor der Fertigstellung zusammen mit den potentiellen NutzerInnen bewertet werden konnte, bis eine optimierte Form erreicht wurde, ist nur eine der erwähnenswerten Fälle. Weiterhin muss bemerkt werden, dass die Knüpfung wertvoller Kontakte und die gute Vernetzung des Projekts auf nationaler und internationaler Ebene viele positive Effekte auf die Effizienz der Arbeiten und die Qualität der Ergebnisse hatte. Hier sollen auf jeden Fall der Ausbau und die Zusatzfinanzierung des Videoprojekts durch die Kooperation mit dem LBEG, die Durchführung bodenphysikalischer Laboranalysen durch unsere PartnerInnen vom LBGR, LBEG und der BGR, der wissenschaftliche Austausch mit KollegInnen aus Polen und aus der Schweiz, sowie die Perspektive der gemeinsamen Vorbereitung wissenschaftlicher Publikationen erwähnt werden.

4.2. Abweichungen vom ursprünglichen Arbeitsplan

Die Projektarbeit richtete sich so gut wie möglich an dem in der Anfangsphase erstellten Arbeitsplan mit festgelegten Arbeitspaketen und Meilensteinen. Nichtsdestotrotz gab es auch unvorhersehbare Entwicklungen, die zu Abweichungen vom Arbeitsplan oder von den ursprünglich gesetzten Zielen führten.

Das wichtigste Hindernis war mit Sicherheit die COVID-19-Pandemie. Der Anfang der Pandemie fiel mit der Vorbereitungsphase der Geländekampagne überein. Anschließend kam es zu pandemiebedingten Einschränkungen in der Nutzung des Arbeitsplatzes und der Laborräume, sowie zu Reiseeinschränkungen in den Jahren 2020 und 2021. All dies führte zu signifikanten Verzögerungen in der Entnahme und Analyse von Bodenproben sowie zu Schwierigkeiten bei der Einstellung einer studentischen Hilfskraft. Deswegen war es letztendlich nötig, eine Verlängerung der Projektlaufzeit um sechs Monate zu beantragen (beantragte Förderung bis zum 30. September 2022 anstatt des ursprünglich vorgesehenen Projektendtermins am 31. März 2022). Durch die Bewilligung des Verlängerungsantrages und

der reibungslosen Kommunikation während der gesamten Laufzeit des Projekts war die zuvorkommende Haltung der DBU ein wichtiger und sehr zu schätzender Unterstützungsfaktor für den erfolgreichen Abschluss der Projektarbeit.

Außerdem gab es während der Geländekampagne noch eine Aufgabe, die sich als unerwartet schwierig erwiesen hat. Um einen Datensatz zu generieren, der aussagekräftige Analysen zum Thema Pedogenese erlaubt, mussten sehr anspruchsvolle Kriterien für die Standortauswahl im Rahmen der Geländekampagne formuliert werden. Ausreichend passende Standorte in verschiedenen moorreichen Regionen zu finden, war ein kompliziertes und zeitintensives Unternehmen. Ursprünglich war auch die Untersuchung wiedervernässter Standorte vorgesehen. Im Laufe der Standortsuche hat sich aber gezeigt, dass die aktuellen Wasserstände auf wiedervernässten Flächen sehr variabel sind und dass der Zustand des Bodens vor der Wiedervernässung in den wenigsten Fällen gründlich dokumentiert worden war. Es war also unmöglich, vergleichbare wiedervernässte Standorte mit einer gut dokumentierten Entwicklung zu finden. Deshalb wurde auf die Untersuchung dieser Standortkategorie verzichtet, und der Fokus wurde stärker auf die Beschreibung fortlaufender Prozesse der Moorbodendegradierung und auf die dazugehörigen Merkmalsausprägungen gesetzt.

4.3. Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern

Im Rahmen des WIKIMooS-Netzwerkes ergaben sich zahlreiche Formen der Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Institutionen und Personen. Hier werden die wichtigsten Kooperationspartner genannt und die Art der Zusammenarbeit beschrieben.

Allgemein stammen die wichtigsten Kooperationspartner des Projekts WIKIMooS aus zwei großen Kategorien: Hochschulen und geologische Landes- oder Bundesämter. Den ersten direkten Kontakt zu den jeweiligen AnsprechpartnerInnen gab es im Zuge der WIKIMooS-Workshops, auf Tagungen, durch die gezielte Kontaktaufnahme unsererseits zu einem spezifischen Thema oder nach Anfragen an das Projekt WIKIMooS von der Seite unserer AnsprechpartnerInnen. Nach der Kontaktaufnahme wurden die Teilthemen, die von gemeinsamem Interesse waren, über regelmäßigen E-Mail-Austausch und, so oft wie möglich, durch gegenseitige Besuche und Treffen besprochen und weiterentwickelt.

Unter den Hochschulen hatten wir eine besonders enge und produktive Zusammenarbeit mit der TU Berlin, dessen Bodenlabor die bodenphysikalischen Messungen (Wasserretention, Trockenrohdichte und Kornrohdichte) übernommen hat. Unterstützung mit Laborgeräten

und/oder das Erlernen von Labormethoden kam auch von der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Dresden und der Universität Ermland-Masuren in Olsztyn, Polen. Im Geotechnik-Labor der HTW Dresden konnte Laurentiu Constantin die Bestimmung der Einheitswasserzahl nach Ohde/Schmidt üben und die dazugehörigen Geräte ausleihen. Auf der anderen Seite war es an der Universität Olsztyn möglich, die Grundlagen der Bestimmung des Gawlik-Index zu erlernen. Ein wichtiger Kooperationspartner bei der erfolgreichen Organisation von Exkursionen zur Testung des WIKIMooS-Feldbuches war die HNE Eberswalde. Weiterhin bestand ein regelmäßiger Austausch zu den Erkennungskriterien von Moorbodenhorizonten mit der Berner Fachhochschule (Schweiz), woraus sich auch die sehr bereichernde Gelegenheit ergab, an gemeinsamen Feldtagen in der Schweiz und in Deutschland teilzunehmen.

Das Projekt WIKIMooS hat auch enge Partnerschaften mit Behörden auf Landes- und Bundesebene geschlossen. Die Kooperation mit dem brandenburgischen LBGR ermöglichte die bodenphysikalische Untersuchung von über 200 Horizonten. Eine ebenfalls vorteilhafte Kooperation gab es mit dem niedersächsischen LBEG und der BGR, die im Geozentrum Hannover angesiedelt sind. In diesem Fall wurden die Eichungsmethoden Einheitswasserzahl nach Ohde/Schmidt und Gawlik-Index durch das Personal der Partnerinstitutionen durchgeführt. Diese Partnerschaft bot dem LBEG und der BGR die Möglichkeit, mit neuen Methoden zu arbeiten und sie ebenfalls an eigenen Proben anzuwenden.

Nicht zuletzt soll die besonders produktive Zusammenarbeit mit dem Projekt MoorIS (Verbundprojekt von LBEG und NLWKN) für die gemeinsame Entwicklung von Moorvideos erwähnt werden. In diesem Fall konnte der Inhalt, die Gesamtlänge und die Qualität der produzierten Videos dank der Zusatzfinanzierung durch das LBEG wesentlich gesteigert werden. Seit dem Anfang der Kooperation findet ein reger Austausch zwischen dem Team des MoorIS-Projekts, zu dem mittlerweile auch Laurentiu Constantin gehört, dem Videojournalisten Tim Fischer und der mit der Entwicklung von Animationen beauftragten Grafikfirma. Gemeinsam werden der Inhalt der Drehbücher optimiert, die Animationen auf fachliche Korrektheit geprüft und technische Aspekte des finalen Schnitts besprochen.

4.4. Mögliche Weiterführung des Vorhabens

Zurzeit ist keine offizielle Weiterführung des Vorhabens geplant. Dennoch lässt das Format des WIKIMooS-Tools (vor allem die Gestaltung des Feldbuches als Lose-Blattsammlung von

Steckbriefen) die Möglichkeit eines Ausbaus zu. Dies könnte vor allem Standorttypen betreffen, die vom Projekt WIKIMooS nicht untersucht werden konnten, so wie wiedervernässte Standorte, mineralisch überdeckte Moorstandorte oder kohlenstoffreiche Böden, die nicht als Moorböden klassifiziert werden können. Die tatsächliche Benutzung des bestehenden WIKIMooS-Tools wird zeigen, an welchen Stellen das Tool erweitert werden sollte. Gegebenenfalls kann dann die Finanzierung eines Folgevorhabens beantragt werden.

Außerdem bleiben nach dem Abschluss des Projekts einerseits die im Gelände und Labor erhobenen Daten und andererseits die Vernetzung mit den Kooperationspartnern bestehen. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, die Datensätze vertiefend auszuwerten und gemeinsam methodologische Standards und wissenschaftliche Publikationen zu erarbeiten.

5. Öffentlichkeitsarbeit

Im Laufe des Projekts WIKIMooS wurden Zwischenergebnisse auf folgenden Tagungen vorgestellt:

- DGMT-Jahrestagung 2019 in Rendsburg (Posterbeitrag)
- DGMT-Jahrestagung 2022 in Freiburg im Breisgau (Vortrag)
- DBG-Jahrestagung 2022 in Trier (Posterbeitrag).

Am Ende des Projekts werden alle Ergebnisse online kostenlos und uneingeschränkt verfügbar gemacht. Außerdem wird das Feldbuch auch in einer limitierten Anzahl ausgedruckter Exemplare an interessierte Mitglieder des WIKIMooS-Netzwerks versandt. Konkret wird der gesamte Inhalt des Feldbuches auf der Webseite des Projekts WIKIMooS frei zum Herunterladen verfügbar sein. Außerdem werden auch Berichte über die Aktivitäten, die im Rahmen des Projekts stattgefunden haben, Vortragsfolien und eine Anleitung zur Durchführung der Trockensiebung von Oberbodenmaterial online zur Verfügung gestellt. Die gedruckte Version des WIKIMooS-Feldbuches ist in der ersten Phase auf 30 Exemplare beschränkt. Je nachdem, wie sich die Nachfrage entwickelt, wird es vielleicht nötig sein, eine Finanzierungsmöglichkeit für den Druck weiterer Exemplare zu finden.

Die Moorvideos werden sowohl auf der WIKIMooS-Webseite als auch auf der MoorIS-Informationenplattform (<https://www.mooris-niedersachsen.de>) unter den Reitern „Moorwissen“ und „Moormanagement“ zu sehen sein. Um ein breiteres, internationales Publikum zu erreichen, werden die Videos voraussichtlich auch auf YouTube hochgeladen (über den

offiziellen LBEG-YouTube-Channel). Hier wird für jedes Video neben der deutschen Version auch eine englischsprachige Version verfügbar sein.

Die Bestandteile des WIKIMooS-Tools sollen verschiedene Zielgruppen erreichen. Eine der Zielgruppen sind Professionelle, die regelmäßig bodenkundliche Kartierarbeiten durchführen müssen (z.B. Angestellte von geologischen Landesämtern oder Ingenieurbüros). Diese können vom WIKIMooS-Feldbuch als alternatives oder zusätzliches Werk zur Bodenkundlichen Kartieranleitung profitieren. Der Vorteil des WIKIMooS-Feldbuches ist in diesem Fall die Veranschaulichung der Horizontansprache durch hochqualitative Bilder und der ausschließliche Fokus auf Moorböden. Außerdem können die Anleitungsvideos für bodenkundliche Geländemethoden sowie die Anleitung für die Durchführung der Trockensiebung im Labor nützliche Ressourcen für ausgebildete KartiererInnen darstellen.

Eine weitere Zielgruppe sind DozentInnen der Hochschulen und Studierende. Wissen über Moorböden wird immer relevanter für die beruflichen Perspektiven angehender BodenkunlerInnen, GeologInnen, LandschaftsökologInnen oder HydrologInnen. Deswegen ist es wichtig, dass entsprechende Kenntnisse in einschlägigen Studiengängen vermittelt werden können. In diesem Kontext können das WIKIMooS-Feldbuch und die Moorvideos sehr gut zu Ausbildungszwecken benutzt werden, und zwar sowohl für die Aneignung theoretischer Kenntnisse über die Entwicklung der Moorböden als auch für die Entwicklung praktischer Fähigkeiten im Gelände.

Solche Kenntnisse und Fähigkeiten sind nicht nur für Studierende wichtig, sondern auch für die Weiterbildung von Berufstätigen im Bereich des Natur- und Moorschutzes. Mithilfe des Feldbuches und der Videos kann der allgemeine Zustand eigener Projektflächen auch durch MitarbeiterInnen von unteren Naturschutz- und Bodenschutzbehörden sowie Naturschutzvereinen selbst eingeschätzt werden. Dies soll sogar für LandwirtInnen möglich sein, die an den Erhalt des Moorbodens interessiert sind.

Außerdem liefert das Projekt WIKIMooS auch medial ansprechend verpackte allgemeine Informationen über Moore und Moorböden. So können auch BürgerInnen, die keine direkte berufliche Beziehung zu Moorböden haben, sich aber für Moore interessieren, einen guten Einstieg in die Thematik der Moore und Moorböden mithilfe der allgemeinen Informationsvideos und des theoretischen Teils des Feldbuches finden.

6. Fazit

Die wichtigsten Produkte des Projekts WIKIMooS sind das Feldbuch zur Horizontansprache in Moorböden, sowie eine Serie von Anleitungsvideos zu bodenkundlichen Methoden bzw. von allgemeinen Informationsvideos über die Entstehung und Entwicklung von Moorböden. Damit erreicht WIKIMooS das wichtigste Ziel, das im Projektantrag formuliert wurde, nämlich die Ermöglichung einer sicheren und nachvollziehbaren Erkennung pedogen veränderter Moorbodensubstrate und Bodenhorizonte im Gelände.

Diese Produkte stellen ein nutzerfreundliches Tool dar, das für verschiedene Zielgruppen wertvoll sein kann. Zum einen kann das WIKIMooS-Tool bereits ausgebildete BodenkundlerInnen bei der Kartierung von Moorstandorten unterstützen. Dazu tragen die visuell ansprechenden Formate, die standardisierte Methodologie für Geländearbeiten und mehrere vorgeschlagene konzeptuelle Neuerungen bei. Darunter ist vor allem der Hg-Horizont (Reaggregationshorizont) zu erwähnen, der eine existierende Lücke in der Beschreibung der Pedogenese in Mooren schließen soll und möglicherweise bereits in der Horizontsystematik der 6. Auflage der Bodenkundlichen Kartieranleitung eingeschlossen sein wird.

Zum anderen ist das WIKIMooS-Tool als Lehrmaterial in der Aus- und Weiterbildung von Professionellen nutzbar, die sich direkt oder indirekt mit dem Schutz und dem Management von Moorflächen beschäftigen. Diese ist eine Aufgabe, deren Wichtigkeit vor Kurzem sogar in der Nationalen Moorschutzstrategie (dort in Kapitel „4.8. Forschung und Bildung“) unterstrichen wurde:

„Im Aus- und Weiterbildungsbereich zeichnet sich bereits heute ein erheblicher Bedarf an qualifiziertem Personal im Bereich des Moor- und Moorbodenmanagements ab. Die Verfügbarkeit von im Moorschutz qualifiziertem Personal auch über den Naturschutz hinaus ist eine wichtige Voraussetzung, um diesen voranzubringen und Maßnahmen erfolgreich umsetzen zu können.“ (BMUV, 2022)

Die erfolgreiche Entwicklung des WIKIMooS-Tools ist in großem Maße einer engen Zusammenarbeit mit Institutionen auf Länder- und Bundesebene zu verdanken, die in der Moorcommunity aktiv sind. Durch die geschlossenen Partnerschaften konnte sowohl der Umfang als auch die Qualität der geleisteten Arbeit und der erzeugten Materialien gesteigert werden. Der Aufbau eines Netzwerkes und die damit verbundene partizipative Projektplanung zählen zu den Ansätzen, die sich während des Projekts am meisten bewährt haben. Die

Entwicklung des WIKIMooS-Tools unter Begleitung potentieller NutzerInnen ist das Element, das das WIKIMooS-Tool zu einer tatsächlich vielversprechenden Ressource für die praktische Arbeit mit Moorböden macht.

Literaturverzeichnis

Ad-hoc-AG Boden (2005). *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 5. Aufl. (KA5), 438 S., Hannover.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (Hrsg.) (2022). Nationale Moorschutzstrategie.

<https://www.bmuv.de/download/nationale-moorschutzstrategie> [abgerufen am 29.12.2022]

Gawlik, J. (1992): Water holding capacity of peat formations as an index of the state of their secondary transformation. *Polish Journal of Soil Science* 25, 121–126.

Jahn, R., Blume, H. P., Asio, V. B., Spaargaren, O., & Schad, P. (2006). *Guidelines for soil description*. FAO.

Joosten, H., Tanneberger, F. & Moen, A. (Hrsg.) (2017) *Mires and peatlands of Europe - Status, distribution and conservation*. Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart. 780 p.

Meier-Uhlherr, R., Schulz, C., & Luthardt, V. (2015). *Steckbriefe Moorsubstrate* (2. Auflage). Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (Hrsg.), 154 S. Berlin.

<https://e-docs.geo-leo.de/handle/11858/8054> [abgerufen am 29.12.2022]

Nievergelt, J., Petrasek, M., & Weisskopf, P. (2002). *Bodengefüge: Ansprechen und Beurteilen mit visuellen Mitteln*. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, FAL

Parent, L. E., & Ilnicki, P. (2002). *Organic soils and peat materials for sustainable agriculture*. CRC Press.

Schmidt, W. (1986). Zur Bestimmung von Einheitswasserzahl von Torfen. *Arch. Acker-Pflanzenbau Bodenkd., Berlin* 30(5), 251-257

Shepherd, T.G. (2000). *Visual Soil Assessment. Volume 1. Field guide for cropping and pastoral grazing on flat to rolling country*. 84p., horizons.mw & Landcare Research, Palmerston North.

Szajdak, L., Szatyłowicz, J., et al., 2010. Impact of drainage on hydrophobicity of fen peat-moorsh soils. *Mires and Peat*, 158–174.

TGL24300/04 (1985). Aufnahme landwirtschaftlich genutzter Standorte – Moorstandorte.

Tiemeyer, B., Bechtold, M., Belting, S., Freibauer, A., Förster, C., Schubert, E., ... & Jeuther, B. (2017). Moorschutz in Deutschland—Optimierung des Moormanagements in Hinblick auf den Schutz der Biodiversität und der Ökosystemleistungen. *BfN Skripten*, 462, 320.

Zeitlitz, J & Stegmann, H. (2001). Moorbodenhorizonte und -typen. In: Succow, M., & Joosten, H. (Hrsg.). *Landschaftsökologische Moorkunde* (2. Aufl.). Stuttgart: Schweizerbart, 69-74.

ANLAGE 1



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt



Das WIKIMooS-Feldbuch

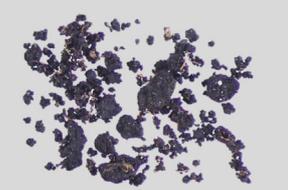
zur Horizontansprache in Moorböden



Wissens- und Kartierungs-Indikatorenset **MoorSubstrate**

ANLAGE 2

ÜBERSICHT GEFÜGEFORMEN

Bereich A			
	5 mm	5 mm	50 mm
	Rest-	Krümel-	Konglomerat-
Form	unregelmäßig, schwach kantig oder granulär	sehr unregelmäßig; buchtig oder schwammig	unregelmäßig; zerklüftet
Achsenlängen	etwa gleich	etwa gleich	etwa gleich oder vertikal > horizontal
Oberfläche	matt bis deutlich glänzend	matt bis sehr schwach glänzend	vorwiegend matt, ggf. mit glänzenden Bereichen
Torfbestandteile	nicht erkennbar (komplett zersetzt); Lagerung gestört	i.d.R. nicht erkennbar; Lagerung gestört	i.d.R. nicht erkennbar; Lagerung gestört

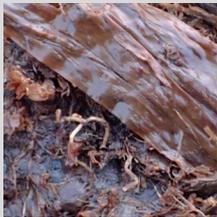
Bereich A			
	30 mm	30 mm	100 mm
	Fragment-	Bröckel-	Klumpen-
Form	unregelmäßig; oft kantig	abgerundet; nie kantig	unregelmäßig; abgerundet oder schwach kantig
Achsenlängen	variabel; oder oft horizontal >> vertikal (plattig)	etwa gleich	variabel
Oberfläche	i.d.R. komplett matt	matt bis sehr schwach glänzend	matt bis sehr schwach glänzend
Torfbestandteile	meist sehr gut erkennbar; Lagerung natürlich	ggf. hochgepflügte Reste erkennbar; Lagerung gestört	ggf. hochgepflügte Reste erkennbar; Lagerung gestört

Bereich A			
Bereich B	5 mm	30 mm	50 mm
	Subpolyeder- A (fein)	Subpolyeder- A	Subpolyeder- B
Form	abgerundet oder schwach kantig	abgerundet, wulstig oder kantig; nie scharfkantig	abgerundet, wulstig oder kantig; nie scharfkantig
Achsenlängen	variabel; meist etwa gleich	variabel; meist etwa gleich	variabel; meist etwa gleich
Oberfläche	überwiegend schwach bis deutlich glänzend	teils matt; stellenweise deutlich glänzende Bereiche	überwiegend matt; stellenweise glänzend
Torfbestandteile	i.d.R. nicht erkennbar; Lagerung gestört	i.d.R. nicht erkennbar; Lagerung gestört	mehr od. weniger erkennbar; Lagerung natürlich

ÜBERSICHT GEFÜGEFORMEN

Bereich A			
Bereich B			
	Polyeder- A	Polyeder- B	Polyeder- (Block-)
Form	kantig bis scharfkantig	i.d.R. kantig bis scharfkantig	kantig bis scharfkantig; ggf. in etwa quaderförmig
Achsenlängen	variabel	variabel	etwa gleich
Oberfläche	überwiegend deutlich bis stark glänzend; glatt	überwiegend deutlich bis sehr stark glänzend; glatt	überwiegend deutlich glänzend
Torfbestandteile	i.d.R. nicht erkennbar; Lagerung gestört	i.d.R. erkennbar; Lagerung natürlich	A: i.d.R. nicht erkennbar B: i.d.R. gut erkennbar
Bereich A			
Bereich B			
	Prismen- A	Prismen- B	Prismen- (grob)
Form	kantig bis scharfkantig	i.d.R. kantig bis scharfkantig	i.d.R. kantig bis scharfkantig
Achsenlängen	vertikal >> horizontal	vertikal >> horizontal	vertikal >> horizontal
Oberfläche	überwiegend deutlich bis stark glänzend; glatt	überwiegend deutlich bis sehr stark glänzend; glatt	überwiegend deutlich bis sehr stark glänzend; glatt
Torfbestandteile	i.d.R. nicht erkennbar; Lagerung gestört	i.d.R. erkennbar; Lagerung natürlich	A: i.d.R. nicht erkennbar B: i.d.R. gut erkennbar
Bereich B			
	Platten-	Keil-	Riss-
Form	flach, breit	scharfkantig, klingenartig spitz zulaufend	vertikale Risse im Torfkörper
Achsenlängen	horizontal >> vertikal	vertikal >> horizontal	vertikal > horizontal
Oberfläche	schwach bis deutlich glänzend; glatt	überwiegend deutlich bis stark glänzend; glatt	oben i.d.R. glänzend; nach unten matt werdend
Torfbestandteile	i.d.R. gut erkennbar; Lagerung natürlich	i.d.R. gut erkennbar; Lagerung natürlich	i.d.R. sehr gut erkennbar; Lagerung natürlich

ÜBERSICHT GEFÜGEFORMEN

Bereich C	Kohärentgefüge			
Niedermoor	 10 mm	 10 mm	 10 mm	 10 mm
Hochmoor	 10 mm	 10 mm	 10 mm	 10 mm
Erscheinungsform und Kürzel	typisch koh, dif	faserig koh, fas	netzartig koh, ad	schichtig koh, ss
Humifizierungsgrad (von Post)	H7-H10	H4-H6	H1-H3	H2-H8
Niedermoor				
Typische Torfarten	Ha, Hnr, Hnp, Hnle	Hnr, Hnb	Hnr, Hnb	Hnp
Hochmoor				
Typische Torfarten	Hhs	Hhs, Hhe	Hhsa, Hhsy	Hha, Hhsu, Hhsy, Hhsa

Größenklassen nach KA6	
Kürzel	Größe [mm]
gro1	< 0,5
gro2	0,5 bis < 1
gro3	1 bis < 2
gro4	2 bis < 5
gro5	5 bis < 20
gro5.1	5 bis < 10
gro5.2	10 bis < 20
gro6	20 bis < 50
gro7	50 bis < 100
gro8	100 bis < 200
gro9	200 bis < 500
gro10	≥ 500

Torfart	Kürzel (KA5)
Amorpher Torf	Ha
Niedermoortorfe	
Radzellentorf	Hnr
Schilftorf	Hnp
Braunmoostorf	Hnb
Erlenbruchtorf	Hnle
Hochmoortorfe	
Torfmoostorf allgemein	Hhs
Torfmoostorf (Acutifolia)	Hhsa
Torfmoostorf (Cuspidata)	Hhsu
Torfmoostorf (Cymbifolia)	Hhsy
Wollgrastorf	Hhe
Blasenbinsentorf	Hha

Klassen für allgemeine Größenangaben (KA6)

Häufige Torfarten und ihre Kennzeichnung nach KA5

ÜBERSICHT GEFÜGEFORMEN

Gefügeform	Kürzel (KA6)	ggf. Subtyp der Gefügeform	Typische Größen	
			in mm	nach KA6
Rest-	res	Rest-	überwiegend < 2 mm	≤ gro3
Krümel-	kru	Krümel-	i.d.R. 1-10 mm	gro3-gro5.1
Konglomerat-	kon	Konglomerat-	i.d.R. 10-50 mm; zerfallend	gro5.1-gro6
Fragment-	fra	Fragment-	unterschiedlich; 2-100 mm	gro4-gro7
Bröckel-	bro	Bröckel-	≤ 50 mm	≤ gro6
Klumpen-	klu	Klumpen-	> 50 mm	≥ gro7
Subpolyeder-	sub	Subpolyeder- A (fein)	1-5 mm	gro3-gro4
		Subpolyeder- A	> 5 mm	≥ gro5
		Subpolyeder- B	i.d.R. > 20 mm	≥ gro6
Polyeder-	pol	Polyeder- A	10-100 mm; selten größer	≥ gro5.2
		Polyeder- B	2-50 mm; selten größer	gro4-gro6
		Polyeder- (Block-)	> 50 mm	≥ gro7
Prismen-	pri	Prismen- A	i.d.R. 10-50 cm	gro5.2-gro6
		Prismen- B	i.d.R. 10-50 cm	gro5.2-gro6
		Prismen- (grob)	> 50 mm	≥ gro7
Platten-	pla	Platten-	≤ 50 mm (vertikale Achse)	≤ gro6
Keil-	kei	Keil-	i.d.R. > 50 mm	≥ gro7
Riss-	ris	Riss-	i.d.R. > 50 mm (Rissabstände)	≥ gro7

Aggregatgefügeformen: typische Größenklassen für Gefügeformen und typischen Unterkategorien. Die Farben entsprechen den pedogenen Bereichen, in denen die jeweiligen Gefügeformen zu finden ist.

Gefügeform	verglichen mit	Entscheidendes Unterscheidungskriterium
Rest-	Krümel-	Größe: Restgefüge mit Aggregatgrößen überwiegend < 2 mm.
Rest-	Subpolyeder-	Größe: Restgefüge mit hohem Anteil an feinem, schwach aggregiertem Material (im trockenen Zustand staubig).
Krümel-	Subpolyeder-	Form: Krümel sind unregelmäßig-buchtig, Subpolyeder glatter.
Konglomerat-	Bröckel-	Stabilität: Konglomerat zerfällt unter leichtem Fingerdruck weiter.
Konglomerat-	Subpolyeder-	Stabilität: Konglomerat zerfällt unter leichtem Fingerdruck weiter.
Subpolyeder-	Bröckel-	Oberflächen: Subpolyeder hat auch deutlich glänzende Bereiche.
Bröckel-	Klumpen-	Größe: Querachse der Klumpen beträgt > 50 mm.
Polyeder-	Subpolyeder-	Oberflächen: Polyeder ist fast rundum glatt/glänzend.
Prismen-	Polyeder-	Achsenlängen: Prismen haben eine viel längere vertikale Achse.
Prismen-	Keil-	Kanten: Keile haben klingenförmig scharf zulaufende Bereiche.

Entscheidende Unterscheidungskriterien für Gefügeformpaare mit Verwechslungspotential

ANLAGE 3

KONGLOMERATGEFÜGE



Konglomerate zerfallen unter leichtem Fingerdruck zu kleineren Gefügeelementen.

Kürzel:
kon

Bereich:
A

In Horizonten:
typisch für Hg-Horizonte

Entstehung:
Aus bereits vererdetem oder vermulmtem, mechanisch gestörtem und/oder bioturbiertem, fein strukturiertem Material; anschließend durch Anlagerungsprozesse aus kleineren, noch wiedererkennbaren Gefügeelementen reaggregiert.

Form:
Umriss i.d.R. unregelmäßig und zerklüftet.

Achsenlängen:
Etwa gleich oder vertikale Achse länger als horizontale Achse (falls Horizont durch vertikale Risse geprägt ist).

Oberfläche:
Vorwiegend matt; glänzende Bereiche möglich, meist in Verbindung mit eingebetteten Subpolyedern oder Polyedern.

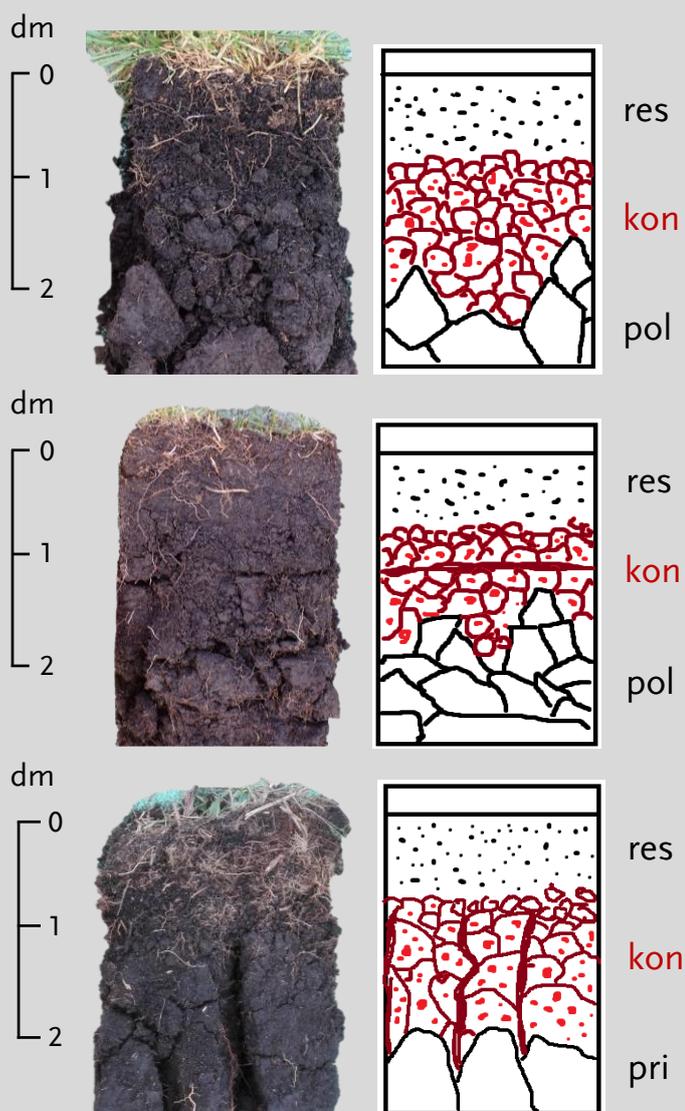
Substrat:
Torfreife i.d.R. nicht mehr erkennbar (außer wenn hochgepflügte Torffasern vorhanden); Substrat mit gestörter Lagerung (siehe Steckbrief **BH-01**);

Haptik:
Im Niedermoor oft rau; dicht aber nicht stabil (zerfallend).

Größe:
Konglomerate 10-100 mm im ursprünglichen Zustand; nach Zerfall 1-20 mm, oft vorwiegend < 5 mm.

Untertypen: -

KONGLOMERATGEFÜGE

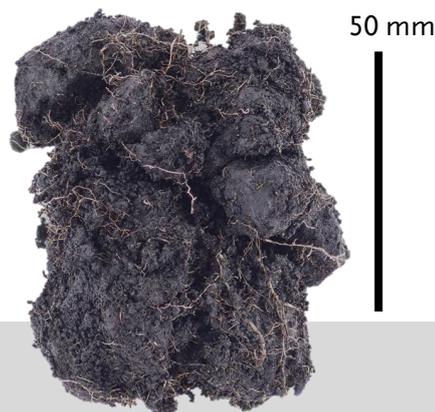


Erscheinungsbild häufiger Ausprägungsformen in Moorbodenprofilen

Einbettung:

Konglomerate lösen sich aus einer dicht gelagerten Masse gestörten Torfsubstrats. Gefügeelemente liegen meistens aneinander, mit losen Subpolyedern oder Restgefüge in den Freiräumen. Alternativ ist der Horizont von vertikalen Schrumpfrissen geprägt und die Konglomerate lösen sich aus den Bereichen zwischen den Rissen; Konglomerate kommen oft in Verbindung mit horizontalen Befahrungsrissen vor (Steckbrief **BH-03**). Dann sind sie oberhalb und/oder unterhalb der Rissebene zu finden.

Konglomerate zerfallen teilweise schon bei der Abwurfprobe und lassen sich nachträglich mit leichtem Fingerdruck weiter zu feinen Subpolyedern oder Restgefüge aufbrechen. Eingebettete kleine Polyeder können auch vorkommen.



Bei leichtem Fingerdruck zerfällt ein Konglomerat. Eingebettete Subpolyeder und Restgefüge werden sichtbar

Ausgebreitetes Material nach Abwurfprobe und Zerteilung per Hand. Es entstehen überwiegend feine Subpolyeder.



100 mm

ANLAGE 4

REAGGREGIERUNGSHORIZONT

Definition laut KA6:

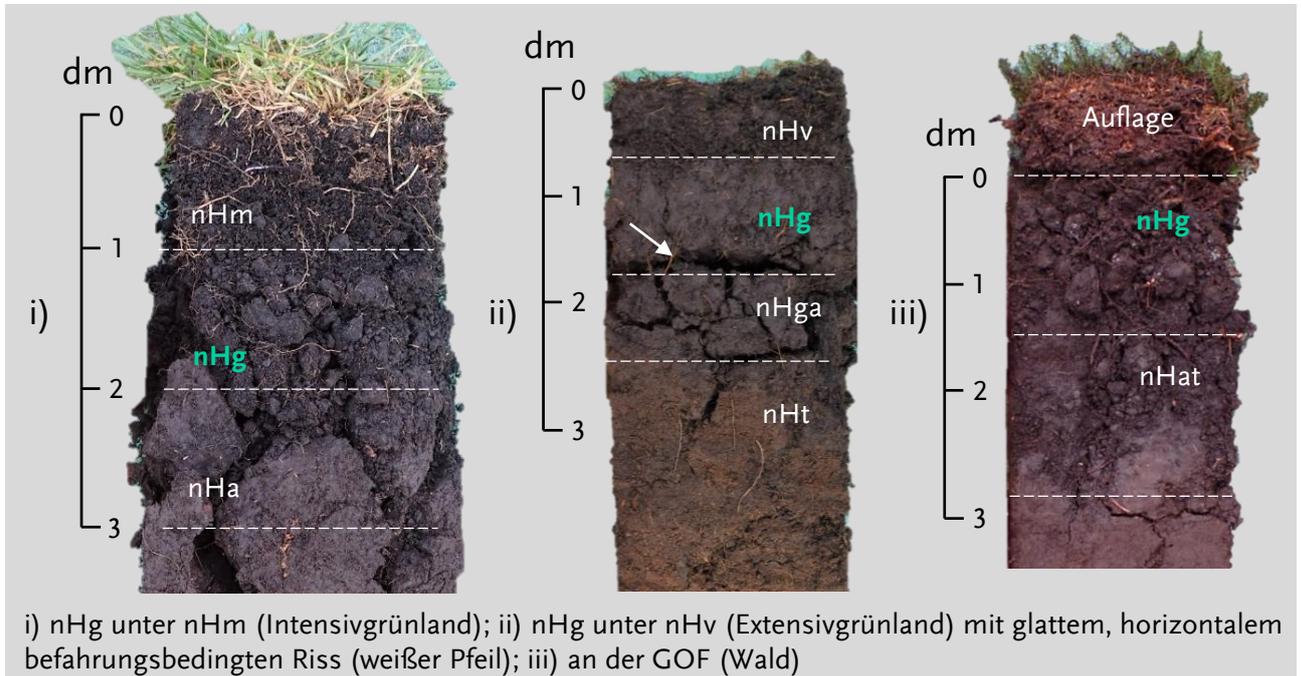
H-Horizont des Oberbodens, durch biogene, kolloidchemische oder mechanische Reaggregierung eines durch Bioturbation oder Bodenbearbeitung zuvor mechanisch gestörten, stark zersetzten, vererdeten oder vermulmten Torfes entstanden [g von reaggregiert]

Kürzel KA6:

nHg

Bereich:

A



Aussehen:

Aus Gefügeelementen der Größe 1-50 mm bestehend. Nach Abwurf und Zerteilung per Hand überwiegen Aggregate < 10 mm. Der Horizont zeigt klare Anzeichen der Bodenbearbeitung oder Bioturbation (siehe **Substrat**). Oft ist unterhalb eine Bearbeitungsgrenze erkennbar (Steckbrief **BH-03**). Befahrungsbedingte horizontale Risse können im Bereich des nHg vorkommen oder diesen nach oben oder nach unten abgrenzen. Falls sich der nHg-Horizont im Wasserschwankungsbereich befindet, können an eisenreichen Standorten Rostflecken an den Aggregatoberflächen und an den Wurzelbahnen beobachtet werden.

Haptik:

Beim Abtasten des Flachscurfriegels oder der Profilwand, ist im Vergleich zum darüberliegenden nHm- oder nHv-Horizont die gröbere Aggregatstruktur auch haptisch festzustellen. Insgesamt wirkt der nHg-Horizont fester und dichter gelagert als ein nHm- oder nHv-Horizont (gibt unter seitlichem Druck weniger nach). Isolierte Konglomerate zerfallen weiter zu feineren Gefügeelementen..



Material aus nHg nach Abwurfprobe

**nHg unter nHm:
Gefügeelemente
überwiegend < 10 mm**

Material aus nHg sortiert nach Aggregatgrößen



REAGGREGIERUNGSHORIZONT



nHg unter stark ausgeprägtem nHm

Variabilität der Aggregatgrößenverteilung im nHg-Horizont

nHg unter nHv



Entstehung:

Vererdung und Vermulmung sind mit der Störung der natürlichen Lagerung des Torfes durch die wühlende Aktivität von Bodenorganismen und/oder durch Bodenbearbeitung assoziiert. Dadurch entstehen mechanisch gestörte, zerkleinerte Substrate mit Krümel-, Rest-, feinem Subpolyeder- oder Bröckelgefüge. All diese Bestandteile können erneut zu größeren Gefügeelementen reaggregieren, wenn Anlagerungsprozesse stärker als Absonderungsprozesse ablaufen und die mechanische Zerkleinerung für längere Zeit aufhört. So entstehen Reaggregierungshorizonte. Dies ist vor allem im unteren Krumenbereich an ehemals gepflügten Standorten zu beobachten, an denen der Boden seit mehreren Jahren nicht mehr bearbeitet wurde. Ebenfalls kommen Reaggregierungshorizonte in den Oberböden von extensiven Grünlandstandorten und Waldstandorten vor, in denen die mechanische Störung unregelmäßig erfolgt (z.B. durch wühlende Wildschweine oder durch umstürzende Bäume).

Substrat:

Aus sekundär stark zersetztem Torf bestehend; Reste torfbildender Pflanzen sind nicht oder nur noch undeutlich erkennbar. Falls erkennbare Torfreste noch vorhanden sind, ist die Lagerung des erkennbaren Torfes als Folge der Bodenbearbeitung oder Bioturbation gestört (z.B. hochgepflügt) (Steckbrief **BH-01**). Als Beimengung ist oft mineralisches Material natürlichen oder anthropogenen Ursprungs (z.B. Sand, Kies, Bauschutt) vorhanden, das infolge der Bodenbearbeitung oder Bioturbation in den Torf eingearbeitet wurde. Mineralische Partikeln sind dann auch im Inneren der Bodenaggregate zu finden.



Aggregate bestehen aus gestörtem Substrat (Sandkorn im weißen Kreis).

Gefüge:

kon oder sub

Geruch:

unauffällig

Häufig unter:

nHm oder nHv; selten direkt an der Geländeoberfläche (dann meistens an Waldstandorten)

Häufig über:

nHa oder nHga oder nHat oder nHt

Häufige Abweichungshorizonte:

nHa + nHg (Verzahnungshorizont)

