

Moore

Klimawandel in Rheinland-Pfalz



Verfasser

Ulrich Dehner
Britta vom Lehn
Enya Braun
Stephan Sauer
Ulrich Steinrücken
Thomas Wiesner

Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
Emy-Roeder-Str. 5
55129 Mainz



April 2014

Zusammenfassung

Die Fläche der Moore in Rheinland-Pfalz umfasst nach Auswertung von Bodendaten des Landesamtes für Geologie und Bergbau ca. 7.000 ha. Die größte zusammenhängende Fläche mit ca. 3.200 ha entfällt auf das Landstuhler Bruch. Ziel des Vorhabens ist die Gewinnung von bodenkundlichen Grundlagendaten über die stoffliche Zusammensetzung von Moorböden des Landstuhler Bruchs. Die Untersuchungen sind die Basis für eine Abschätzung der in den Mooren gespeicherten Kohlen- und Stickstoffvorräte.

Zahlreiche menschliche Eingriffe in historischer Zeit haben zu tiefgreifenden Änderungen in der Moorlandschaft des Landstuhler Bruchs geführt. U.a. wurden Torfe auf großen Flächen mit Sand überdeckt um eine Grünlandnutzung zu ermöglichen. Somit beschränken sich ursprüngliche, unveränderte Torfprofile auf wenige Standorte. Die Torfmächtigkeiten liegen in der Regel bei ca. 60 cm und erreichen punktuell bis zu 2 m.

Um bodenkundliche Grundlagendaten zu gewinnen wurden Bodenprofile an typischen Standorten aufgedigelt und dokumentiert. Aus den Ergebnissen der Profilaufnahmen und den bodenchemischen sowie -physikalischen Untersuchungen wurden Kenndaten für Substrat-Horizont-Kombinationen berechnet. Diese wurden auf die Flächendaten der Bodenkarte 1:50.000 (BK 50) sowie auf die forstliche Standortkartierung und die Bodenschätzung übertragen.

Die Kohlenstoffgehalte der Torfe liegen zwischen 30 und 50%. Mischsubstrate Sand/Torf haben Kohlenstoffgehalte von ca. 10%. Jedoch sind insbesondere in den Oberböden der Sanddeckkulturen auf Grund der höheren Trockenrohdichten erhebliche Kohlenstoffvorräte vorhanden. Hier werden Größenordnungen von 75 t/ha/dm erreicht während in den weniger dicht gelagerten Torfen die Kohlenstoffmengen bei ca. 60 t/ha/dm liegen.

Die Auswertung der BK 50 kommt für den gesamten Bodenraum zu Kohlenstoffvorräten zwischen 150 und 300 t/ha. Die Forstliche Standortkartierung und die Bodenschätzung bieten auf Grund ihrer höheren räumlichen Ausdehnung ein differenzierteres Bild. Hier liegen die Kohlenstoffmengen in Abhängigkeit von Torfausprägung und -mächtigkeit zwischen 360 und 900 t/ha.

Für die Gesamtfläche des Landstuhler Bruchs ergibt sich eine gespeicherte Menge von ca. 1 Mio t Kohlenstoff. Dies entspricht ca. 0,5 % des in rheinland-pfälzischen Böden gespeicherten Kohlenstoffvorrates.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Das Untersuchungsgebiet	1
3.	Material und Methodik	5
3.1.	Auswertung vorhandener Karten.....	5
3.2.	Punktinformationen	7
3.3.	Zusammenführung von Punkt- und Flächeninformation	8
4.	Ergebnisse	8
4.1.	Ergebnisse der Kartierung und der bodenkundlichen Profilaufnahmen	8
4.2.	Ergebnisse der Laboranalysen.....	9
4.3.	Charakterisierung der Moorstandorte nach ökologischen Moortypen	12
4.4.	Auswertung der Bodenkarte 1:50.000 (BK 50)	13
4.5.	Auswertung der Forstlichen Standortskartierung.....	16
4.6.	Auswertung der Bodenschätzung.....	21
5.	Bilanzierung der Gesamtmengen	24
6.	Literatur	25

- Anhang 1: Bodenkundliche Dokumentation der aufgenommen Profile (GLM 011 – GLM 014)
- Anhang 2: Kohlen- und Stickstoffvorräte in Moorböden des Landstuhler Bruchs (Auswertung der Bodenkarte 1:50.000 des LGB)
- Anhang 3: Kohlen- und Stickstoffvorräte in Moorböden des Landstuhler Bruchs (Auswertung der forstlichen Standortskartierung und der Bodenschätzung)

1. Einleitung

Moore und Feuchtgebiete gelten weltweit als wichtige Kohlenstoffsinken. Landwirtschaftliche Nutzung, Torfabbau, Drainage sowie Grundwassergewinnung führen jedoch zu einer verstärkten Freisetzung der in den Mooren gespeicherten Kohlenstoffvorräte. Somit richtet sich im Rahmen der Diskussionen um den weltweiten Klimawandel ein verstärktes Interesse auf die Rolle der Moore für die Speicherung und Freisetzung von Klima relevanten Gasen (BYRNE et al. 2004).

In Rheinland-Pfalz gibt es zahlreiche kleinere Moorflächen in den Mittelgebirgen (Eifelmaare, Hangbrücher in Hunsrück und Westerwald) und den Flussauen des Oberrheins (vertorfte Altläufe). Die Flächengröße aller Moore in Rheinland-Pfalz beträgt nach Auswertung der Bodenflächendaten des LGB (BFD 50, Maßstab 1:50.000) ca. 7.000 ha. Die größte ehemals zusammenhängende Moorfläche mit ca. 3.200 ha entfällt auf das Landstuhler Bruch bei Kaiserslautern.

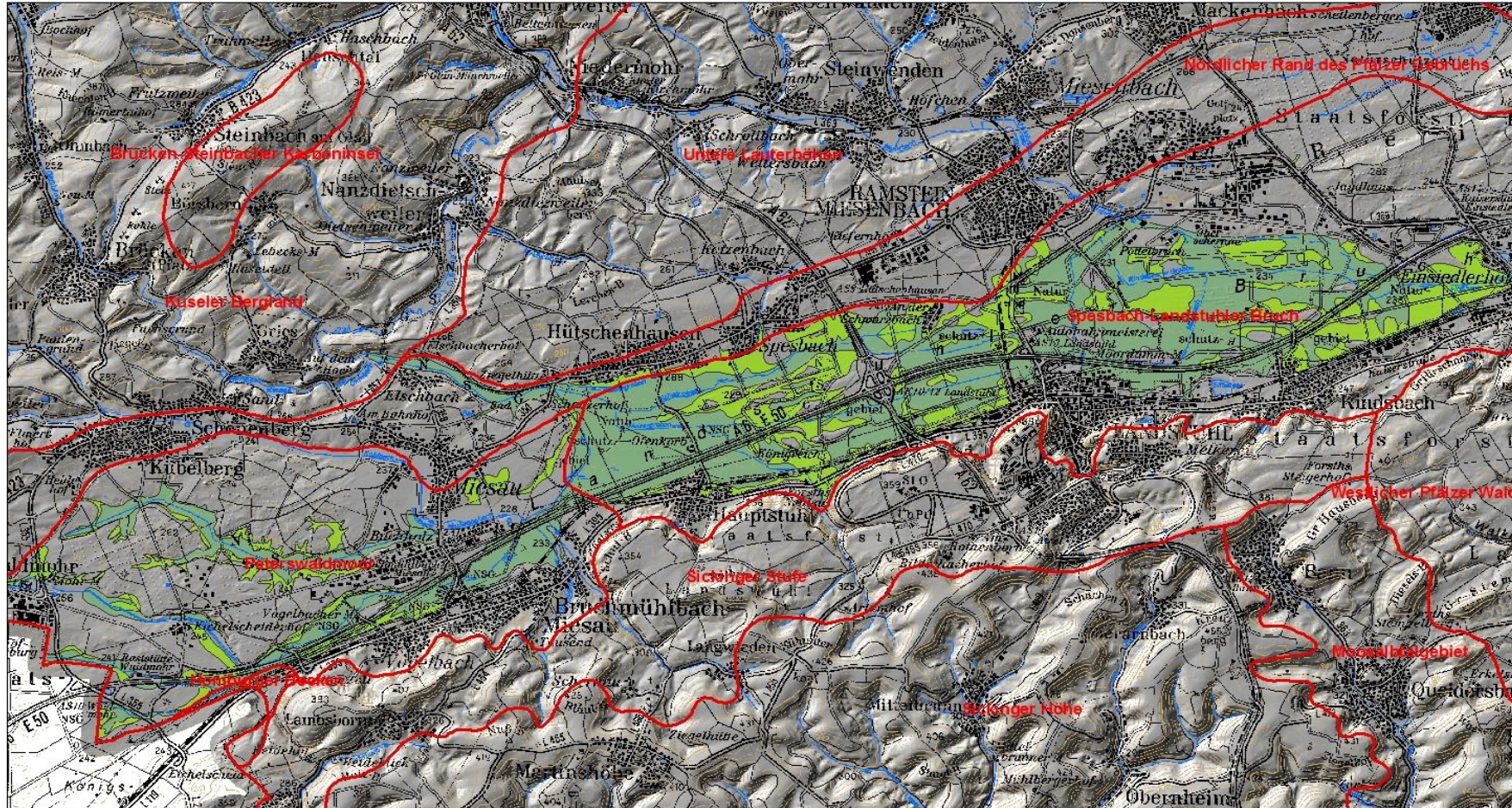
Ziel des Vorhabens ist die Gewinnung von bodenkundlichen Grundlegendaten zu den Mooren und Feuchtgebieten von Rheinland-Pfalz. Mit Hilfe dieser Daten können Angaben über die stoffliche Zusammensetzung von Torfen und hydromorphen Böden gewonnen werden. Die Untersuchungen sind die Basis für eine Abschätzung der in den rheinland-pfälzischen Mooren gespeicherten Kohlen- und Stickstoffvorräte.

Die Daten können darüber hinaus für weitere Untersuchungen im Themenbereich Treibhausgasemissionen von Mooren und Feuchtgebieten, z.B. bei Veränderungen des Wasserhaushalts im Zuge des Klimawandels genutzt werden

Auf Grund der großen flächenhaften Ausdehnung liegt der Arbeitsschwerpunkt im Bereich des Landstuhler Bruchs.

2. Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst den Niederungsbereich westlich der Ortslage Kaiserslautern Einsiedler Hof bis zur Ortslage Waldmohr über eine Länge von ca. 23 km (s. Abbildung 1). Die Nord-Süd-Ausdehnung beträgt etwa 2 bis 4 km. Der südliche Rand wird durch eine markante Geländestufe, die Sickinger Stufe, gebildet. Diese wird aus Gesteinen des Unteren und Mittleren Buntsandstein aufgebaut (Rehberg- und Karlstalschichten).



Moorflächen der Bodenübersichtskarte 1:50.000

- Niedermoorgley aus vererdetem Torf über flachem, kiesführendem Flusssand (Pleistozän) über (sehr) tiefem Schuttsand aus Sandstein (Bundsandstein), HN-GH: og-Hn(f-(k)s)/c-ns(^s,^c)
- reliktsches Übergangsmoor aus vererdetem Torf über Flusston (Pleistozän) über kiesführendem Flusssand (Pleistozän), HNu: og-Hu/f-tf-(k)
- naturräumliche Gliederung



Abbildung 1: Karte des Untersuchungsgebietes

Nach Norden folgt ein flacher Anstieg zu den Unteren Lauterhöhen bzw. zum Nordpfälzer Bergland. LIEDKTE (1968) bezeichnet diese flache langgestreckte Senke als Westpfälzische Niederung in Anlehnung an LEPPLA (1896), der erstmals die Bezeichnung Westpfälzische Moorniederung einführte.

Weitere Synonyme werden von WOLFF (2013) bzw. LIEDTKE (1968) aufgeführt: Saarländisch-Westpfälzische Moorniederung, Pfälzer Moorniederung, Pfälzer Gebrüch, Kaiserslauterner Senke, Westricher Moorniederung. Die aktuelle naturräumliche Gliederung von Rheinland-Pfalz gliedert die Westpfälzische Moorniederung in zwei Bereiche: Dies ist im Osten der Spesbach Landstuhler Bruch, an den sich westlich ab der Ortslage Hütschenhausen das Peterwälder Moor anschließt.

Letztlich bringen alle Landschaftsbezeichnungen zum Ausdruck, dass es sich um einen Niederungsbereich handelt. Unterschiede liegen in der Einschätzung der Moore als landschaftsprägende Elemente.

Die Genese des Landstuhler Bruchs wird auf das Zurückweichen der Schichtstufe des Pfälzer Waldes zurückgeführt, verbunden mit der Ausräumung während des Pleistozän (LIEDKTE 1968). Im Niederungsbereich selbst finden sich weit verbreitet Torfe, die durch sandige langgestreckte Inseln, die sog. Schachen, aus Gesteinen des Unteren Buntsandstein (Rehberg- und Trifelsschichten) unterbrochen werden.

Die Ausdehnung, Bedeutung und v. a. auch die Nutzung der Moore im Untersuchungsgebiet hat in historischer Zeit einen starken Wandel erfahren. WALLESCHE (1966) schildert eindrucksvoll die menschlichen Eingriffe in die Moorlandschaft, die ihren Anfang im 18. Jahrhundert haben. Hier wurden zunächst große Moorflächen durch die Anlage von Entwässerungsgräben in Wiesen umgewandelt. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts folgten erste Versuche des Anbaus von Feldfrüchten.

Bereits seit dem 18. Jahrhundert wurde Torf zur Brand- und zur Torferdenutzung abgebaut. Nach WALLESCHE (1966) waren bis 1831 bereits 289 ha Moorfläche abgetorft. Von 1841-1919 folgten weitere 585 ha. BARTH et al. (1999: 35) beziffern den Verlust an Torfmasse wie folgt: „1919 waren nach WALLESCHE (1964) dann bereits rund 900 ha abgetorft, die Torfnutzung wurde aber erst 1950 eingestellt. Abgebaut wurden bis 1919 $6,5 \cdot 1000 \text{ m}^3$ ungetrockneter Torf (Umrechnung $238 \text{ „Torf“} = 1 \text{ m}^3$ ungetrocknete Torfmasse nach LÖFFLER). Das entspräche ca. 35 % des ursprünglich geschätzten Vorrates.“

Darüber hinaus hat es Versuche einer forstlichen Nutzung gegeben, die auf den abgetorften Flächen ab Mitte 19. Jahrhundert ihren Schwerpunkt hatten. Bis 1860 waren 190 ha Torf-fläche zum Großteil mit Fichte aufgeforstet. 1886 betrug der Waldanteil auf den Bruchflächen 1060 ha. Neben Torfabbau, land- und forstwirtschaftlicher Nutzung führte v. a. nach dem 2. Weltkrieg der Bau von Siedlungen, Industriegebieten, sowie Verkehrsflächen (einschließlich eines großen Militärflugplatzes) zur Vernichtung großer Moorflächen (vgl. WOLFF 2013). Neben den genannten Eingriffen sieht WOLFF (2013) in der Absenkung des Grundwasser-spiegels einen wesentlichen Faktor für das Absterben von Torfmoosen und damit auch für das fortschreitende Verschwinden der Moore im Landstuhler Bruch.

Die zahlreichen Eingriffe sind nach BARTH et al. (1999: 35) für die Entwicklung der Böden nicht ohne Folgen geblieben: „Aufgrund der Grundwasserabsenkung im gesamten Bruch überwiegt in den obersten Torf-Horizonten heute in der Regel ein aerober Lufthaushalt. Dies führt zu einem Abbau des Torfes durch Mineralisation. Ein Zeichen für den rezenten Torf-abbau ist die gute Zersetzung des obersten Torf-Horizontes mit einem krümelartigen bis Grobpolyeder/Bröckel-Gefüge als Kennzeichen von Torfvererdungs- bzw. Torfbröckel-horizonten. In den Moorrandbereichen kommen inzwischen völlig reliktsche Formen der Moorböden vor.“

Aus den skizzierten Eingriffen in die Landschaft des Landstuhler Bruchs ergeben sich für die bodenkundliche Entwicklung der Moorböden weitere folgende Konsequenzen:

- Große Teile der ursprünglichen Torfflächen sind durch Torfabbau bzw. den Bau von Siedlungen und Verkehrswegen vernichtet worden.
- Der Bau von Entwässerungsgräben hat zu einer Veränderung des Wasserhaushalts großer Moorflächen geführt.
- Die Grundwasserabsenkung im Bruch hat zu aeroben Verhältnissen in den oberen Torf-schichten und damit zu einem Torfschwund geführt.
- Teile des Moores wurden infolge landwirtschaftlicher Nutzung mit Sand bedeckt, der in die oberen Torfschichten eingepflügt wurde (Sanddeckkultur).
- Ursprüngliche, ungestörte Torfprofile beschränken sich auf wenige Standorte.

3. Material und Methodik

3.1. Auswertung vorhandener Karten

Für den Landstuhler Bruch liegen verschiedene kartographische Grundlagen vor, aus denen die Verbreitung von Moorböden bzw. Torfsubstraten abgeleitet werden kann.

Die ältesten Darstellungen aus dem Beginn des 20. Jahrhunderts bieten die beiden geologischen Messtischblätter 6510 und 6511, in denen für das Landstuhler Bruch flächenhaft Torfe dargestellt sind. Mächtigkeiten sowie Torfarten können hier jedoch nicht abgeleitet werden.

Einen aktuellen bodenkundlichen Überblick über die Verbreitung von Moorböden gibt die Bodenkundliche Übersichtskarte des LGB im Maßstab 1:50.000 (BK 50, s. Abbildung 1). Aus der Datenbank der BK 50 (Bodenflächendaten, BFD 50) können sowohl unterschiedliche Ausprägungen von Moorböden als auch die Mächtigkeiten von Substraten und Horizonten abgeleitet werden.

Für die Forstflächen des Landstuhler Bruchs liegen Karten der forstlichen Standortserkundung im Maßstabsbereich 1:10.000 bzw. 1:25.000 (vgl. BARTH et al. 1999, BUNDESFORSTAMT 1989). Die entsprechenden Kartenwerke zeigen die Verbreitung sog. Substratreihen, Frische- und Stau-, Grundnässestufen. Sie enthalten neben räumlichen Informationen Angaben zu Torfarten und -mächtigkeiten. Darüber hinaus liegen Punktinformationen zu einzelnen Profilen vor, die Substratreihen zugeordnet werden können. In Tabelle 1 wurden die Punktuntersuchungen der Forstlichen Standortskartierung zu einzelnen Moorstandorten zusammengestellt.

Für die landwirtschaftliche Nutzfläche liegen Karten der Bodenschätzung (Erhebungsmaßstab: 1:2.000) vor, die dem Landesamt für Geologie und Bergbau durch die Oberfinanzdirektion Koblenz für weitergehende bodenkundliche Auswertungen zur Verfügung gestellt werden (vgl. FRIEDRICH et al. 2008). Über die Auswertung des Klassenzeichens können die Verbreitung und die Mächtigkeiten von Moorböden abgeleitet werden. Tabelle 2 fasst das Jahr der Bodenschätzung und die Namen der Amtlichen Landwirtschaftlichen Sachverständigen (Bodenschätzer) für die untersuchten Gemarkungen zusammen.

Tabelle 1: Bodenkundlichen Analysedaten, Kohlen- und Stickstoffvorräte der Forstlichen Standortserkundung (BARTH ET AL. 1999)

Profil	Frischestufe Substrat-reihe	Ober-tiefe (cm)	Unter-tiefe (cm)	Mächtigkeit (cm)	Hori-zont	pH-Wert	Boden-art Textur	TRD (g/cm3)	Corg-Gehalt (%)	N-Gehalt (%)	Corg-Vorrat (t/ha)	N-Vorrat (t/ha)	Corg-Vorrat 1 dm (t/ha)	N-Vorrat 1 dm (t/ha)
BE 321-132	äfr SMOG	0	13	13	uHw	3,1	Tu3	0,36	26,20	1,15	122,5	5,4	94,2	4,2
BE 321-136	äfr rSMo	0	55	55	uHm	2,9	huz3	0,21	57,70	1,66	659,7	19,0	119,9	3,5
BE 321-138	vnä SMO	0	45	45	uHw	2,8	Su2	0,21	57,30	1,87	541,5	17,7	120,3	3,9
		45	130	85	nHr	3,7	hnz2	0,16	53,40	1,97	725,6	26,8	85,4	3,2
BE 321-173	vnä SMOG	0	20	20	uHw	3,6	Ls4	0,45	12,80	0,37	114,9	3,3	57,5	1,7
BE 321-187	feu SMO	0	35	35	uHw	3,3	huz5	0,60	10,20	0,44	214,6	9,2	61,3	2,6

SMoG = Sandmoorgley, SMO = Sandmoor, rSMo = reliktsches Sandmoor, äfr = äußerst frisch, vnä = vernässend, feu = feucht

Tabelle 2: zeitliche Entwicklung der Bodenschätzung im Landstuhler Bruch

Gemarkung	Erstschätzung/Nachschätzung (Jahr)	Schätzer (Erst-/Nachschätzung)
Bruchmühlbach	1958/1973	Dändliker/Braun
Eichelscheiderhof	1938/1978	Nothaaß/Braun
Elschbach	1958/1976	Dändliker/Braun
Hauptstuhl	1958/1973	Dändliker/Braun
Hütschenhausen	1956	Dändliker
Kaiserslautern	1958/1973	Dändliker/Raith
Kindsbach	1954/1970	Dändliker/Raith
Kübelberg	1937/1988	Nothaaß/Klein
Landstuhl	1955/1970	Dändliker/Raith
Mühlbach	1957/1973	Dändliker/Braun
Niedermiesau	1956/1967	Dändliker/Raith
Obermiesau	1955	Dändliker
Ramstein	1958/1970	Dändliker/Raith
Schönenberg	1938/1988	Nothaaß/Klein
Spesbach	1940/1962	Nothaaß/Dändliker
Vogelbach	1957/1973	Dändliker/Braun

3.2. Punktinformationen

Die genannten Quellen bieten Informationen über die Verbreitung von Moorböden und die Substratmächtigkeiten, jedoch nicht zu Kohlen- und Stickstoffgehalten sowie Trockenroh-dichten. Um geeignetes Probenmaterial zu gewinnen, wurden im Raum Hütschenhausen an vier repräsentativen Standorten Profile mit einem Bagger aufgedigert.

Grundlage für die Auswahl der Beprobungspunkte war die Auswertung der Daten der Bodenschätzung (Klassenzeichen und bestimmende Grablöcher) verbunden mit einer Vorsondierung im Gelände. Die Vorsondierung erfolgte mittels Stechbohrer (Durchmesser 4 cm) bis zum mineralischen Untergrund.

Die bodenkundliche Ansprache der Schurfe sowie die Dokumentation der Proben erfolgte nach dem Erfassungsstandard des Fachinformationssystems Boden des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. Grundlage des Erfassungsstandards sind die Vorgaben der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AD-HOC-AG BODEN 1994, 2005). Die Kennzeichnung der Torfarten erfolgte mit Hilfe der Steckbriefe Moorsubstrate (MEIER-UHLHERR et al. 2011).

Bodenchemische und -physikalische Parameter wurden im Labor des LGB untersucht. Dabei kamen die in Tabelle 3 aufgelisteten Methoden zum Einsatz.

Tabelle 3: Bodenchemische und bodenphysikalische Analytik

Parameter	Methodik
Bodenchemische Parameter	
Probeaufbereitung	DIN ISO 11464: Lufttrocknung, Trennung Grob- und Feinboden (2mm-Sieb), Feinmahlen eines Aliquotes des aufbereiteten, homogenisierten Feinbodens in Achat-Kugelmühle
pH-Wert (CaCl ₂)	DIN 10390
Gesamtkohlenstoff (Ct/TC)	DIN ISO 10694
organischer Kohlenstoff (TOC)	berechnet nach DIN ISO 10694
Gesamtstickstoff	DIN ISO 13878
Bodenphysikalische Parameter	
Korngrößenverteilung	DIN ISO 11277 (2002)
Trockenroh-dichte	DIN ISO 11274

3.3. Zusammenführung von Punkt- und Flächeninformation

Zur Kalkulation der Kohlenstoffmengen wurden Punkt- und Flächendaten zusammengeführt. Genutzt wurden dazu die Analytikergebnisse aus den Profilaufnahmen. Da die Profile bodenkundlich aufgenommen und beprobt wurden, können über sog. Substrat-Horizont-Kombinationen (vgl. DEHNER et al 2001, ZEITZ et al. 2005) die Punktinformationen den Flächenbeschreibungen der Bodenkarten zugeordnet werden.

Die Berechnung der Kohlenstoffvorräte erfolgte nach dem folgenden Ansatz:

Substratmächtigkeit [m] * Fläche [m²] * Trockenrohdichte [t/m³] / 100 * C-Gehalt [Gew.-%]

4. Ergebnisse

4.1. Ergebnisse der Kartierung und der bodenkundlichen Profilaufnahmen

Im Landstuhler Bruch sind die Torfmächtigkeiten, bis auf einige kleinparzellige Hochmoorstandorte, nur geringmächtig, so dass zur Ermittlung der Torfbasis eine maximale Abteufung bis 3 m ausreichend war.

Die im Raum Hütschenhausen vorgefundenen Torfmächtigkeiten reichen von 45 bis 210 cm. Sie sind fast ausnahmslos höher als die in der Bodenschätzung ausgewiesenen Mächtigkeiten, die nur bis 1 m Tiefe erfasst wurden.

Die wichtigsten vorgefundenen **Bodenhorizonte** sind vererdeter Torf (nHv, uHv), im obersten Horizont infolge der Sanddeck- und Sandmischkultur stets vermischt mit (teils lehmigem) Sand (R-Ap, R-Aa, R-Ah). Darunter, noch im Grundwasserschwankungsbereich, finden sich stark zersetzte Niedermoor- (nHw), gefolgt von wenig zersetzten Nieder- und Übergangsmoor- (nHr, uHr). Unter- und zwischengelagert sind fossile Muddeschichten (fF).

Die hauptsächlich vorkommenden **Torfarten bzw. Substrate** sind Radizellen- oder Wurzeltorfe (Hnr) und Birkenbruchtorfe (Hulb). Erstere können sowohl Niedermoor- als auch Übergangsmoorbildungen kennzeichnen. Letztere sind typische Anzeiger für Übergangsmoore. Sie kennzeichnen das Übergangsstadium vom Nieder- zum Hochmoor, in dem die Standortbedingungen für den Aufwuchs von Birken ideal sind (durch das Aufwachsen des Moores aus dem Grundwasserbereich oder durch klimatisch trockenere Perioden). Meist

sind die gut erhaltenen Birkenholzreste in eine Grundsubstanz aus amorphen Torfen eingebettet. Im Landstuhler Bruch liegen sie jedoch vorwiegend in schwach zersetzten Radizellentorfen. Bei den an der Torfbasis vorgefundenen Mudden handelt es sich überwiegend um organo-mineralische Mudden. Es sind Ton-, Schluff- und Sandmudden (Fmt, Fmu, Fms) vorhanden, teilweise auch als Mischsubstrat mit Torfen.

Die vorgefundenen Substrate bestätigen die Ausprägung des Landstuhler Bruchs als typisches Versumpfungsmoor, bei dem ein Grundwasseranstieg für die Torfbildung verantwortlich ist. Partiiell lassen sich aber auch Bereiche finden, die hydrogenetisch einem Verlandungsmoor zuzurechnen sind, sowie kleinere Bereiche mit Hochmoorbildung (BARTH et al, 1999). Die Birkenbruchhorizonte bestätigen die Einordnung als Übergangsmoor, das aber nach BARTH (1999) durch späteren Grundwasseranstieg zum Teil wieder von Niedermoorsubstraten überlagert wurde.

Die Ergebnisse der Profilaufnahmen (Profile GLM 012 bis 014) sind in Anhang 1 anhand der Berichte aus dem Bodenformenarchiv (BOFA) des LGB dokumentiert.

4.2. Ergebnisse der Laboranalysen

Die Ergebnisse der Laboranalytik sind in Tabelle 4 dargestellt. Die ermittelten pH-Werte, C_{org} - und N-Gehalte und das C/N-Verhältnis dienen der Einstufung des ökologischen Moortyps.

Die Genese des Landstuhler Bruch und die spätere Überprägung hat die Ausbildung besonderer Substrate und Mischsubstrate zur Folge, für die in der Literatur kaum Vergleichswerte zu finden sind. In Anlehnung an das Baukastensystem des CARBSTOR-Verfahrens (PROJEKT CARBSTORE 2011) wurden daher aus den Profil- und Analysedaten Substrat-Horizont-Gruppen gebildet, denen die ermittelten C-Gehalte und Trockenraumdichten sowie gespeicherte Kohlen- und Stickstoffmengen zugeordnet werden können (vgl. Tabelle 5).

Die Trockenraumdichten der Mischsubstrate aus der Sanddeckkultur (vererdeter Torf gemischt mit schwach bis stark lehmigem Sand) liegen im Durchschnitt bei $0,90 \text{ g/cm}^3$. Mischsubstrate aus vererdetem Torf (Hv) und Radizellentorf (Hnr), die in der Regel unter den Horizonten der Sanddeckkultur liegen, haben eine entsprechend geringere Trockenraumdichte von ca. $0,19 \text{ g/cm}^3$. Bei den wenig zersetzten Radizellentorfen liegt die Trockenraumdichte nur noch bei $0,15 \text{ g/cm}^3$. Die Radizellen-Birkenbruchtorfgemische mit niedriger bis

mittlerer Zersetzung weisen mit $0,14 \text{ g/cm}^3$ die geringste Trockenraumdichte auf. Zu dieser Gruppe wurde auch ein Gemisch aus Radzellentorf mit organischer Mude oder amorphem Torf (dies war im Gelände nicht exakt zu bestimmen) zugeordnet. Bei den mineralischen Mudden, auch in Kombination mit vererdeten Torfen, liegen die Werte mit $0,85 \text{ g/cm}^3$ erwartungsgemäß wesentlich höher. Dazwischen liegen mit $0,45 \text{ g/cm}^3$ die Mischsubstrate aus vererdetem Torf und Radzellentorf mit eingespülten mineralischen Mudden.

Die ermittelten Trockenraumdichten lassen sich in der Literatur weitestgehend bestätigen (SUCCOW & JOOSTEN, 2012, S. 89). Hier finden sich Werte von $0,14$ bis $0,18 \text{ g/cm}^3$ für nHw und nHr-Horizonte, die den Untersuchungsergebnissen dieser Arbeit entsprechen. Die Werte für vererdete Torfe liegen aber mit $0,44 \text{ g/cm}^3$ höher, was aber mit im Landstuhler Bruch fast ausschließlich vorgefundenen Mischsubstraten erklärt werden kann.

Tabelle 4: Bodenkundliche Analysedaten, gespeicherte Kohlen- und Stickstoffmengen

Profil	Horizont	Ober-tiefe (cm)	Unter-tiefe (cm)	Mächtigkeit (cm)	pH-Wert	Corg (Masse-%)	Nges (Masse-%)	C/N Verhältnis	TRD (g/cm ³)	Feinboden (t/ha)	Corg (t/ha)	N (t/ha)	Feinboden Vorrat (t/ha)	Corg Vorrat (t/ha)	N Vorrat (t/ha)
GLM 011	Aa	0	8	8,00	5,09	8,84	0,61	14,54	0,90	720	63,65	4,38			
	R-Ap-Aa	8	20	12,00	5,26	7,31	0,41	17,87	1,00	1.200	87,72	4,91	1.920,00	151,37	9,29
	IIAa	20	30	10,00	5,29	4,69	0,26	17,83	1,10	1.100	51,59	2,89			
	IIIGor	30	50	20,00	6,01	0,10	0,01	7,69	1,77	3.540	3,54	0,46			
	IVGor	50	65	15,00	6,47	0,11	0,02	7,33	1,77	2.655	2,92	0,40	9.215,00	209,42	13,04
	IVGr	65	120	55,00	6,07	<0.1	<0.01								
	VGr	120	160	40,00	5,86	<0.1	<0.01								
GLM 012	R-Ah	0	5	5,00	5,31	11,35	0,69	16,45	0,80	400	45,40	2,76			
	R-Ap	5	25	20,00	5,18	9,40	0,50	18,80	0,80	1.600	150,40	8,00	2.000,00	195,80	10,76
	IIInHvw	25	30	5,00	4,80	30,82	1,34	23,09	0,18	90	27,74	1,20			
	IIInHvr	30	45	15,00	4,69	16,25	0,61	26,86	0,45	675	109,69	4,08			
	IIIff	45	52	7,00	4,86	5,27	0,21	25,22	0,83	581	30,62	1,21			
	IVGr	52	80	28,00	4,87	0,36	0,02	24,00	1,50	4.200	15,12	0,63	7.546,00	378,96	17,89
GLM 013	R-Ah	0	10	10,00	4,91	5,99	0,50	11,96	1,15	1.150	68,89	5,76			
	R-Aa	10	20	10,00	5,02	5,39	0,43	12,53	1,15	1.150	61,99	4,95	2.300,00	130,87	10,71
	IIInHvw1	20	25	5,00	5,01	6,68	0,47	14,24	0,82	410	27,39	1,92			
	IIInHvw2	25	32	7,00	5,00	33,35	1,86	17,90	0,20	140	46,69	2,61			
	IIInHr1	32	45	13,00	4,93	43,20	2,21	19,52	0,15	195	84,24	4,32			
	IIInHr2	45	65	20,00	4,95	36,48	2,09	17,49	0,14	280	102,14	5,84			
	IIIuHr	65	120	55,00	5,06	39,30	2,07	18,96	0,15	825	324,23	17,10			
IVfF	120	130	10,00	5,61	3,09	0,17	18,73	0,90	900	27,81	1,49	5.050,00	743,37	43,98	
GLM 014	R-Ah	0	8	8,00	5,09	9,48	0,69	13,74	0,65	520	49,30	3,59			
	R-Aa	8	20	12,00	5,04	6,24	0,33	18,74	0,65	780	48,67	2,60	1.300,00	97,97	6,19
	IIuHw	20	35	15,00	4,89	49,09	1,86	26,45	0,11	165	81,00	3,06			
	IIIInHr	35	58	23,00	4,86	39,03	1,74	22,43	0,14	322	125,68	5,60			
	IVfF	58	90	32,00	5,01	11,45	0,49	23,27	0,90	2.880	329,76	14,17			
	VGr	90	120	30,00	6,05	<0.1	<0.01						4.667,00	634,40	29,02

TRD = Trockenrohdichte, rot = Schätzwerte aus vergleichbaren Horizonten

Tabelle 5: Kohlen- und Stickstoffmengen typischer Moor-Substrate im Landstuhler Bruch

Horizont	Substrat	Zersetzungsgrad v_Post*	Corg Masse-%	N Masse-%	TRD (g/cm ³)	Corg Vorrat für 1 dm Schicht (t/ha)	N Vorrat für 1 dm Schicht (t/ha)
nHvw	Hv+Hnr		30,82	1,34	0,18	55,48	2,41
nHvw	Hv+Hnr		33,35	1,86	0,2	66,70	3,72
nHvw	Hv+Hnr		32,09	1,60	0,19	60,96	3,04
nHr	Hnr	H3	36,48	2,09	0,14	51,07	2,93
nHr	Hnr	H3	43,20	2,21	0,15	64,80	3,32
nHr	Hnr		39,84	2,15	0,15	59,76	3,23
n(u)Hr	Hulb+Hnr	H4	39,00	1,74	0,14	54,60	2,44
uHw	Hulb+Hnr	H6	49,10	1,86	0,11	54,01	2,05
uHr	Hulb+Hnr	H6	39,30	2,07	0,15	58,95	3,11
nHr	Hnr+Fhh	H3	43,20	2,21	0,15	64,80	3,32
uH	Hulb+Hnr		42,65	1,97	0,14	59,71	2,76
nHvw/fF	Hv+Fmt+s		4,93	0,47	0,82	54,94	3,85
fF	Fmt		11,50	0,49	0,9	103,50	4,41
fF	Fms		5,30	0,21	0,83	43,99	1,74
(nHv)fF	(Hv)+Fmt/s		5,61	0,39	0,85	66,58	3,32
nHvr	Hv+Hnr+Fmt+s		5,09	0,61	0,45	73,13	2,75
R-Ap	SI4+Hv		7,31	0,41	1,00	73,10	4,10
R-Ap	SI2+Hv		9,40	0,50	0,80	75,20	4,00
R-Ap (II nHvw)	SI2+Hv		6,68	0,47	0,82	54,78	3,85
R-Ap	SI2-4+Hv		8,36	0,46	0,90	75,20	4,10
R-Ah	SI4+Hv		11,35	0,69	0,8	90,80	5,52
R-Ah	SI2+Hv		5,99	0,5	1,15	68,89	5,75
R-Ah	SI2-4+Hv		9,48	0,69	0,65	61,62	4,49
R-Ah	SI2-4+Hv		8,94	0,627	0,87	77,48	5,43

Die Anteile an organischem Kohlenstoff entsprechen den in der Literatur genannten Gehalten bei den Seggen- bzw. Radizellentorfen mit 40,8 % und den vererdeten Torfen mit 35,0 % (SUCCOW & JOOSTEN, 2012, S. 68). Die Seggen-Bruchwaldtorfe liegen aber mit 33,3 % deutlich niedriger, als im Landstuhler Bruch vorgefunden. Dies kann an den unterschiedlich hohen Anteilen des Holzes im Torf liegen oder auch an der Holzart. Die hier angetroffenen Birkenbruchtorfe sind in SUCCOW & JOOSTEN (2012, S. 68) nicht explizit ausgewiesen, wohl aber Erlenbruchtorfe mit 40,2 % und Kiefernbruchtorfe mit 50,3 %.

4.3. Charakterisierung der Moorstandorte nach ökologischen Moortypen

Mit Hilfe der Laboranalyse lassen sich die Moorstandorte genauer charakterisieren. Die gemessenen pH-Werte und die berechneten C/N-Verhältnisse erlauben eine Zuordnung zu einem ökologischen Moortyp nach SUCCOW & JOOSTEN (2012).

Moorstandorte mit pH-Werten zwischen 4,8 und 6,4 gelten als basenreich (subneutral). Standorte mit $\text{pH} < 4,8$ als sauer und $> 6,4$ als kalkhaltig (alkalisch). Alle im Landstuhler Bruch erfassten Moorsubstrate fallen in die mittlere Kategorie (siehe Tabelle 4). Mit Werten zwischen 4,8 und 5,6 weisen die meisten Substrate ein schwach saures Milieu auf. Nur ein Substrat liegt mit 4,7 im mäßig sauren Bereich (SUCCOW & JOOSTEN, 2012, S. 75). Die pH-Werte sind typisch für die vorgefundenen Torfarten, die nach SUCCOW & JOOSTEN (2012, S. 76) zwischen 4,7 und 4,8 für vererdete und stark zersetzte Torfe, bei 4,9 für Seggen-Bruchwald-Torfe und bis 5,2 für Schilf-Seggentorfe liegen, zu denen auch die häufig angetroffenen Radizellentorfe zählen.

Die Nährstoffgehalte lassen sich anhand des im Torf vorhandenen Verhältnisses von Kohlenstoff zu Stickstoff einstufen. Das C/N-Verhältnis kann zwischen > 33 für nährstoffarme (oligotrophe) Hochmoorstandorte bis < 10 für nährstoffüberlastete (polytrophe) Standorte schwanken. Die im Landstuhler Bruch vorhandenen Werte liegen, wie in Tabelle 3 dargestellt, zwischen 14 und 27. Sie umfassen also die Trophiestufen mäßig nährstoffarm (mesotroph) bis nährstoffreich (eutroph).

Die für das Landstuhler Bruch charakteristischen Moorstandorte lassen sich nach MEIER-UHLHERR et al. (2011) den ökologischen Moortypen „mäßig nährstoffarm-basenreiches Moor“ (Basen-Zwischenmoor) und „nährstoffreiches Moor“ (Reichmoor) zuordnen (vgl. Abbildung 2).

4.4. Auswertung der Bodenkarte 1:50.000 (BK 50)

Die BK 50 unterscheidet im Untersuchungsgebiet 2 Bodenformengesellschaften. Dies sind Übergangsmoore unterschiedlicher Entwicklungstiefe (BFG Nr. 75) und Niedermoorgleye aus vererdetem Torf, vergesellschaftet mit Gleyen aus Kolluvialsanden (BFG Nr 74).

Bodenformengesellschaft (BFG) Nr. 75:

Fast ausschließlich reliktsche Übergangsmoore aus vererdetem Torf über Fluviton über kiesführendem Fluvisand, geringverbreitet reliktsche Übergangsniedermoore aus vererdetem Torf über (sehr) tiefem kiesführendem Fluvisand, selten Übergangsniedermoore aus Torf über (sehr) tiefem Fluviton über (sehr) tiefem, kiesführendem Fluvisand

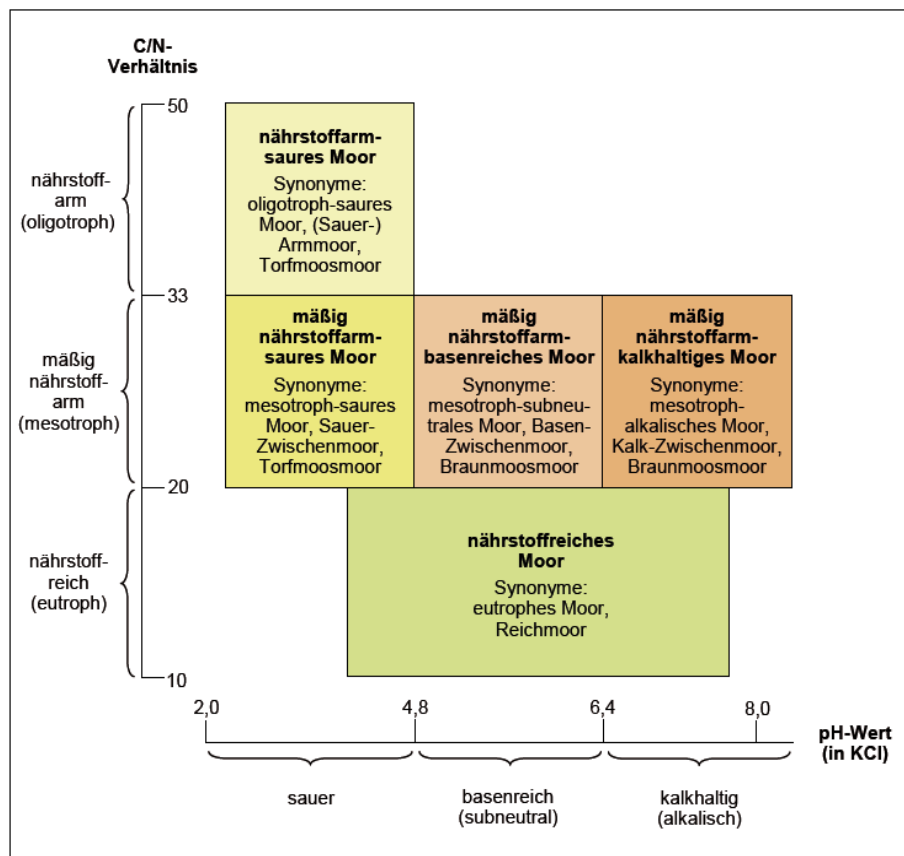


Abbildung 2: Übersicht der ökologischen Moortypen Mitteleuropas (MEIER-UHLHERR et al 2011: S. 17, nach Succow 1988: S. 231)

Bodenformengesellschaft (BFG) Nr. 74:

Fast ausschließlich Niedermoorgleye aus vererdetem Torf über flachem, kiesführendem Fluvisand über (sehr) tiefem Verwitterungsschuttsand (Sandstein und konglomeratischer Sandstein: Mittlerer Bundsandstein), gering verbreitet Gleye aus kiesführendem Kolluvialsand über kiesführendem Fluvisand über (sehr) tiefem Verwitterungsschuttsand (Sandstein und konglomeratischer Sandstein: Mittlerer Bundsandstein)

Den Horizonten der beteiligten Bodenformen wurden in die entsprechenden Analysendaten aus den Profilen zugeordnet. Genutzt wurde dafür die in Tabelle 5 dargestellten Angaben für die entsprechenden Substrat-Horizont-Kombinationen.

Nach Gewichtung der Flächenanteile der Bodenformen in den Bodenformengesellschaften ergeben sich für die Bodenformengesellschaften der BK 50 gespeicherte Kohlenstoffmengen von 146 bis 380 t/ha. Dies N-Gehalte liegen bei 7,3 bzw. 18,8 t/ha.

Tabelle 6: Bodenformen der Bodenübersichtskarte 1:50.000, gespeicherte Kohlen- und Stickstoffmengen

NR BFG	NR BF	Bodenform	Horizont	Ober-tiefe (cm)	Unter-tiefe (cm)	Mächtigkeit (cm)	Corg Vorrat 1 dm (t/ha)	N-Vorrat 1 dm (t/ha)	Corg Vorrat (t/ha)	N/t (ha)	Corg Vorrat (t/ha) BF	N Vorrat (t/ha) BF	Fläche n anteil	Corg Vorrat BF (t/ha), gewichtet	N Vorrat BF (t/ha) gewichtet	Corg Vorrat BFG (t/ha)	N Vorrat BFG (t/ha)
74	274	Niedermoorgley aus vererdetem Torf über flachem, kiesführendem Fluvisand...	nHv	0	30	30	60,96	3,04	182,9	9,1	182,9	9,1	0,8	146,3	7,3	146,3	7,3
75	279	reliktisches Übergangsmoor aus vererdetem Torf über Fluviton über...	nHv	0	55	55	60,96	3,04	335,3	16,7	335,3	16,7	0,8	268,2	13,4		
75	313	reliktisches Übergangsnieder-moor aus vererde-tem Torf über (sehr) tiefem kiesführendem Fluvisand	uHvp	0	20	20	75,2	4,1	150,4	8,2							
75	313		uHv	20	60	40	60,96	3,04	243,8	12,2							
75	313		uHr	60	100	40	59,71	2,76	238,8	11,0	633,1	31,4	0,1	63,3	3,1		
75	314	Übergangsnieder-moor aus Torf über (sehr) tiefem Fluviton über (sehr) tiefem, kiesführendem Fluvisand	uHv	0	15	15	60,96	3,04	91,4	4,6							
75	314		uHw	15	25	10	59,71	2,76	59,7	2,8							
75	314		uHr	25	100	75	59,71	2,76	447,8	20,7	599,0	28,0	0,1	29,9	1,4		
75	315	Kolluvisol aus Kolluvialsand über Torf über (sehr) tiefem Fluviton über ...	uHr	55	120	65	59,71	2,76	388,1	17,9	388,1	17,9	0,1	19,4	0,9	380,9	18,8

BFG = Bodenformengesellschaft
BF = Bodenform

NRBF = Nummer der Bodenform (nach Bodenformenarchiv des LGB)
NRBFG = Nummer der der Bodenformengesellschaft (nach Bodenformenarchiv des LGB)

4.5. Auswertung der Forstlichen Standortskartierung

Den Substratreihen des Bundesforstamtes und von Landesforsten wurden die im Gelände vorgefundenen Horizonte mit den entsprechenden typischen Moorsubstraten zugeordnet (s. Tabelle 7).

Sandmoore SMO3 (Bund) und SMo3 (Land) mit 30 bis 60 cm mächtigen Torfen weisen eine charakteristische Horizontfolge von meist durch Sackung vererdetem Torf über Nieder- bzw. Übergangsmoortorf auf. Die Torfe liegen im Grundwasserschwankungsbereich.

Sandmoore (SMO6 und SMo6) haben Torfmächtigkeiten von 60 bis 100 cm verbunden mit einer höheren Differenzierung der Torfarten. Die Torfe liegen meist im grundwasserbeeinflussten Bereich mit jahreszeitlich bedingten Schwankungen. Die typische Horizontfolge ist: vererdeter Torf über Nieder- bzw. Übergangsmoortorf im Wasserschwankungsbereich über Übergangsmoortorf und Niedermoortorf im Grundwasserbereich.

Torfmoore (HMO und HMo) sind grundwasserbeeinflusste Standorte mit Torfmächtigkeiten von über 100 cm, deren Horizontfolgen meist mehrere Übergangsmoorhorizonte in Form von Birkenbruchtorfen aufweisen.

Den Kultursandmooren (KSMO und KSMo) wurden die Horizontfolgen vererdeter Torf mit schwach bis starklehmigem Sand (Sanddeckkultur) über vererdetem Torf im Wasserschwankungsbereich über grundwasserbeeinflusstem vererdeten Torf über Nieder- bzw. Übergangsmoortorf im Grundwasserbereich zugeordnet.

Für die Kulturtorfmoore (KHMO und KHMo) gilt die gleiche Horizontfolge wie für Torfmoore überlagert von einem meist 20 cm mächtigen Torf-Sand-Mischhorizont (analog zum Kultursandmoor).

Die Standorte reliktsches Sandmoor und reliktsches Torfmoor sind analog zum Sandmoor (SMO3, SMo3) und zum Torfmoor (HMO, HMo) zugeordnet, aber mit deutlich abgesenktem Grundwasserstand. Die Horizontfolge weist einen entsprechend ausgeprägten vererdeten Torf über dem Grundwasserschwankungsbereich auf.

Die Horizontmächtigkeiten wurden nach typischen Geländebefunden übertragen. Für die Varianten der Torfmoorstandorte mit mehr als 100 cm Torf wurden auf Basis eigener Gelände-

debefunde (Sondierungen im Raum Hütschenhausen, s. Kap. 4.1) maximale Mächtigkeiten von 150 cm angenommen.

Die Kohlen- und Stickstoffgehalte wurden in Tabelle 7 berechnet. Hier ergeben sich erhebliche Schwankungen, die in erster Linie eine Funktion der Torfmächtigkeiten sind. Die Spannbreiten der gespeicherten Kohlenstoffmengen liegen zwischen 360 bis ca. 900 t/ha. Die in den Moorböden gespeicherten Stickstoffmengen erreichen Größenordnungen zwischen 19 und 48 t/ha.

Tabelle 7: Substratreihen der Forstlichen Standortskartierung, gespeicherte Kohlen- und Stickstoffmengen

NAME	Substrat- reihe Bund	Substrat- reihe Landes- forsten	Hori- zont	Ober- tiefe	Unter- tiefe	Mächtig- keit	Corg- Vorrat 1dm (t/ha)	N- Vorrat 1dm (t/ha)	Corg- Vorrat (t/ha)	N- Vorrat (t/ha)	Corg-Vorrat Substratreihe (t/ha)	N-Vorrat Substratreihe (t/ha)
Sandmoor (30 bis 60 cm Torf)	SMO3	SMo3	n(u)Hvw	0	20	20	61,0	3,0	121,9	6,1		
Sandmoor (30 bis 60 cm Torf)	SMO3	SMo3	n(u)Hw	20	40	20	59,8	3,2	119,5	6,5		
Sandmoor (30 bis 60 cm Torf)	SMO3	SMo3	n(u)Hr	40	60	20	59,8	3,2	119,5	6,5	361,0	19,0
Sandmoor (60 bis 100 cm Torf)	SMO6	SMo6	n(u)Hvw	0	20	20	61,0	3,0	121,9	6,1		
Sandmoor (60 bis 100 cm Torf)	SMO6	SMo6	n(u)Hw	20	30	10	59,8	3,2	59,8	3,2		
Sandmoor (60 bis 100 cm Torf)	SMO6	SMo6	(n)uHr	30	60	30	59,7	2,8	179,1	8,3		
Sandmoor (60 bis 100 cm Torf)	SMO6	SMo6	n(u)Hr	60	100	40	59,8	3,2	239,0	12,9	599,9	30,5
Kultursandmoor (30-60cm Torf)	KSMO	KSMo3	R-Ap	0	20	20	75,2	4,1	150,4	8,1		
Kultursandmoor (30-60cm Torf)	KSMO	KSMo3	nHvw	20	30	10	61,0	3,0	61,0	3,0		
Kultursandmoor (30-60cm Torf)	KSMO	KSMo3	nHvr	30	40	10	73,1	2,8	73,1	2,7		
Kultursandmoor (30-60cm Torf)	KSMO	KSMo3	n(u)Hr	40	60	20	59,8	3,2	119,5	6,5	404,0	20,3
Kultursandmoor (60-100cm Torf)	KSMO	KSMo6	R-Ap	0	20	20	75,2	4,1	150,4	8,1		
Kultursandmoor (60-100cm Torf)	KSMO	KSMo6	nHvw	20	30	10	61,0	3,0	61,0	3,0		
Kultursandmoor (60-100cm Torf)	KSMO	KSMo6	nHvr	30	40	10	73,1	2,8	73,1	2,7		
Kultursandmoor (60-100cm Torf)	KSMO	KSMo6	n(u)Hr	40	100	60	59,8	3,2	358,6	19,4	643,1	33,2
reliktisches Sandmoor (30-60cm Torf)	rSMO	rSMo3	n(u)Hv	0	20	20	61,0	3,0	121,9	6,1		
reliktisches Sandmoor (30-60cm Torf)	rSMO	rSMo3	n(u)Hw	20	40	20	59,8	3,2	119,5	6,5		
reliktisches Sandmoor	rSMO	rSMo3	n(u)Hr	40	60	20	59,8	3,2	119,5	6,5	361,0	19,0

NAME	Substrat- reihe Bund	Substrat- reihe Landes- forsten	Hori- zont	Ober- tiefe	Unter- tiefe	Mächt- igkeit	Corg- Vorrat 1dm (t/ha)	N- Vorrat 1dm (t/ha)	Corg- Vorrat (t/ha)	N- Vorrat (t/ha)	Corg-Vorrat Substratreihe (t/ha)	N-Vorrat Substratreihe (t/ha)
(30-60cm Torf)												
reliktisches Sandmoor (60-100cm Torf)	rSMO	rSMo6	n(u)Hv	0	20	20	61,0	3,0	121,9	6,1		
reliktisches Sandmoor (60-100cm Torf)	rSMO	rSMo6	n(u)Hw	20	40	20	59,8	3,2	119,5	6,5		
reliktisches Sandmoor (60-100cm Torf)	rSMO	rSMo6	n(u)Hr	40	100	60	59,8	3,2	358,6	19,4	600,0	31,9
Lehmmoor (30 bis 60 cm Torf)	SMO3	LMo3	n(u)Hvw	0	20	20	61,0	3,0	121,9	6,1		
Lehmmoor (30 bis 60 cm Torf)	SMO3	LMo3	n(u)Hw	20	40	20	59,8	3,2	119,5	6,5		
Lehmmoor (30 bis 60 cm Torf)	SMO3	LMo3	n(u)Hr	40	60	20	59,8	3,2	119,5	6,5	361,0	19,0
Lehmmoor (60 bis 100 cm Torf)	SMO6	LMo6	n(u)Hvw	0	20	20	61,0	3,0	121,9	6,1		
Lehmmoor (60 bis 100 cm Torf)	SMO6	LMo6	n(u)Hw	20	30	10	59,8	3,2	59,8	3,2		
Lehmmoor (60 bis 100 cm Torf)	SMO6	LMo6	(n)uHr	30	60	30	59,7	2,8	179,1	8,3		
Lehmmoor (60 bis 100 cm Torf)	SMO6	LMo6	n(u)Hr	60	100	40	59,8	3,2	239,0	12,9	599,9	30,5
Torfmoor	HMO	HMo	n(u)Hvw	0	30	30	61,0	3,0	182,9	9,1		
Torfmoor	HMO	HMo	n(u)Hw	30	40	10	59,8	3,2	59,8	3,2		
Torfmoor	HMO	HMo	(n)uHr	40	60	20	59,7	2,8	119,4	5,5		
Torfmoor	HMO	HMo	n(u)Hr	60	100	40	59,8	3,2	239,0	12,9		
Torfmoor	HMO	HMo	uHr	100	120	20	59,7	2,8	119,4	5,5		
Torfmoor	HMO	HMo	nHr	120	150	30	59,8	3,2	179,3	9,7	899,8	46,0
Kulturtorfmoor	KHMO	KHMo	R-Ap	0	20	20	75,2	4,1	150,4	8,1		
Kulturtorfmoor	KHMO	KHMo	n(u)Hvw	20	30	10	61,0	3,0	61,0	3,0		
Kulturtorfmoor	KHMO	KHMo	n(u)Hw	30	40	10	59,8	3,2	59,8	3,2		
Kulturtorfmoor	KHMO	KHMo	(n)uHr	40	60	20	59,7	2,8	119,4	5,5		
Kulturtorfmoor	KHMO	KHMo	n(u)Hr	60	100	40	59,8	3,2	239,0	12,9		
Kulturtorfmoor	KHMO	KHMo	uHr	100	120	20	59,7	2,8	119,4	5,5		

NAME	Substrat- reihe Bund	Substrat- reihe Landes- forsten	Hori- zont	Ober- tiefe	Unter- tiefe	Mächtigkeit	Corg- Vorrat 1dm (t/ha)	N- Vorrat 1dm (t/ha)	Corg- Vorrat (t/ha)	N- Vorrat (t/ha)	Corg-Vorrat Substratreihe (t/ha)	N-Vorrat Substratreihe (t/ha)
Kulturtorfmoor	KHMO	KHMo	nHr	120	150	30	59,8	3,2	179,3	9,7	928,3	48,0
reliktisches Torfmoor	rHMO	rHMo	n(u)Hv	0	20	20	61,0	3,0	121,9	6,1		
reliktisches Torfmoor	rHMO	rHMo	n(u)Hvw	20	30	10	61,0	3,0	61,0	3,0		
reliktisches Torfmoor	rHMO	rHMo	n(u)Hw	30	40	10	59,8	3,2	59,8	3,2		
reliktisches Torfmoor	rHMO	rHMo	(n)uHr	40	60	20	59,7	2,8	119,4	5,5		
reliktisches Torfmoor	rHMO	rHMo	n(u)Hr	60	100	40	59,8	3,2	239,0	12,9		
reliktisches Torfmoor	rHMO	rHMo	uHr	100	120	20	59,7	2,8	119,4	5,5		
reliktisches Torfmoor	rHMO	rHMo	nHr	120	150	30	59,8	3,2	179,3	9,7	899,8	46,0

4.6. Auswertung der Bodenschätzung

Analog zur Auswertung der forstlichen Standortkartierung wurde die Bodenschätzung aufbereitet. Die in den Grablochbeschrieben ausgewiesenen Moor- bzw. Torfmächtigkeiten wurden auf Flächen ohne Grablochbeschriebe übertragen, indem die Mächtigkeiten eines Klassenzeichens auf alle Flächen mit gleichem Klassenzeichen übertragen wurden. Danach wurden Kategorien nach dem Schema der forstlichen Standortkartierung gebildet und auf die Bodenschätzung übertragen (vgl. Anhang 4). Dies erschien sinnvoll, um beide Verfahren vergleichbar zu machen. Die detailliertere aber auch uneinheitlichere Ansprache aus der Bodenschätzung wurde an die Systematik der Standortkartierung angepasst. Die Zuordnungskriterien waren die dem Klassenzeichen entnommene Bodenart (Mo), Übergangsbodenart (SMo), Bodenartenschichtung (Mo/S; Mo/L; Mo/T, S/Mo; L/Mo) sowie die im Grablochbescrieb aufgenommene oder mittels Klassenzeichen übertragene Moor- bzw. Torfmächtigkeit. Die Horizontfolgen mit entsprechend typischen Substraten wurden, ebenso wie bei der Auswertung der forstlichen Standortkartierung, den Geländebefunden (vgl. Kap. 4.1 und 4.2) entnommen und als repräsentativ für Standorte im Landstuhler Bruch übertragen.

Ungenauigkeiten ergeben sich bei der Bodenschätzung aus der maximalen Teufe von einem Meter. Bei der Geländeaufnahme ließen sich überwiegend größere Mächtigkeiten erbohren. Deshalb wurden den Kategorien „Torfmoor 60 bis 100cm“, „Sanddeckmoor 60 bis 100cm“ und „Lehmdeckmoor 60 bis 100 cm“ auch mächtigere Profile aus der Geländekampagne zugeordnet. Ein weiterer Faktor, der zu Unsicherheiten in der Zuordnung führt, ist die unscharfe Abgrenzung zwischen Moormächtigkeit einerseits und Torfmächtigkeit andererseits. Häufig wurde nur die Mächtigkeit der eindeutig als Torf beschriebenen Substrate und die Überdeckung aus Sand oder Lehm aus der sogenannten Sanddeck- und Sandmischkultur erfasst. Die im Landstuhler Bruch zahlreich vorhandenen Mischsubstrate sind im Gelände oft schwer oder gar nicht zu differenzieren. Sie wurden teils als „torfig“ und „moorig“ sowie „anmoorig“, teils als mineralisch mit Angabe der entsprechenden Bodenart oder dem Zusatz „schlickig“ angesprochen. Aufgrund der Begrenzung auf den obersten Meter wurden auch nicht alle reliktschen Moor-Horizonte erfasst. Daher wurden auch hier teils mächtigere Horizonte aus den Geländebefunden zugeordnet. Die jeweils zugewiesenen Horizontfolgen mit ihren typischen Substraten sind die gleichen aus den Geländebefunden entnommen wie bei der forstlichen Standortkartierung, so dass beide Auswertungen vergleichbar sind und hinsichtlich der Kohlen- und Stickstoffgehalte aufsummiert werden können. Für die Kategorien „Lehmoor“, „Lehmdeckmoor“ und Tonmoor“ wurden die Profile analog zum „Sandmoor“ und zum „Sanddeckmoor“ übertragen. Die aus der Bodenschätzung errechneten Kohlen- und Stickstoffmengen können Tabelle 8 entnommen werden.

Tabelle 8: Bodeneinheiten auf der Basis des Klassenzeichens der Bodenschätzung, gespeicherte Kohlen- und Stickstoffmengen

Klassenzeichen	Mächtigkeit (cm)	Horizont	Ober-tiefe	Unter-tiefe	Mächtigkeit	Corg-Vorrat 1dm (t/ha)	N-Vorrat 1dm (t/ha)	Corg-Vorrat Horizont (t/ha)	N-Vorrat Horizont (t/ha)	Corg-Vorrat Klassen-zeichen (t/ha)	N-Vorrat Klassen-zeichen (t/ha)
Sanddeckmoor bis 60 cm	20-60	R-Ap	0	20	20	75,20	4,10	150,4	8,2		
Sanddeckmoor bis 60 cm	20-60	nHvw	20	30	10	60,96	3,04	61,0	3,0		
Sanddeckmoor bis 60 cm	20-60	nHvr	30	40	10	73,13	2,75	73,1	2,8		
Sanddeckmoor bis 60 cm	20-60	n(u)Hr	40	60	20	59,76	3,23	119,5	6,5	404,0	20,5
Sandmoor bis 60 cm	20-60	n(u)Hvw	0	20	20	60,96	3,04	121,9	6,1		
Sandmoor bis 60 cm	20-60	n(u)Hw	20	40	20	59,76	3,23	119,5	6,5		
Sandmoor bis 60 cm	20-60	n(u)Hr	40	60	20	59,76	3,23	119,5	6,5	361,0	19,0
Sandmoor 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hvw	0	20	20	60,96	3,04	121,9	6,1		
Sandmoor 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hw	20	30	10	59,76	3,23	59,8	3,2		
Sandmoor 60 bis 100 cm	65-100	(n)uHr	30	60	30	59,71	2,76	179,1	8,3		
Sandmoor 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hr	60	100	40	59,76	3,23	239,0	12,9	599,9	30,5
Torfmoor bis 60 cm	20-60	n(u)Hvw	0	30	30	60,96	3,04	182,9	9,1		
Torfmoor bis 60 cm	20-60	n(u)Hw	30	40	10	59,76	3,23	59,8	3,2		
Torfmoor bis 60 cm	20-60	(n)uHr	40	60	20	59,71	2,76	119,4	5,5	362,1	17,9
Torfmoor 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hvw	0	30	30	60,96	3,04	182,9	9,1		
Torfmoor 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hw	30	40	10	59,76	3,23	59,8	3,2		
Torfmoor 60 bis 100 cm	65-100	(n)uHr	40	60	20	59,71	2,76	119,4	5,5		
Torfmoor 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hr	60	100	40	59,76	3,23	239,0	12,9		
Torfmoor 60 bis 100 cm	65-100	uHr	100	120	20	59,71	2,76	119,4	5,5		
Torfmoor 60 bis 100 cm	65-100	nHr	120	150	30	59,76	3,23	179,3	9,7	899,8	46,0
Sanddeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	R-Ap	0	20	20	75,20	4,10	150,4	8,2		
Sanddeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hvw	20	30	10	60,96	3,04	61,0	3,0		
Sanddeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hw	30	40	10	59,76	3,23	59,8	3,2		
Sanddeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	(n)uHr	40	60	20	59,71	2,76	119,4	5,5		
Sanddeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hr	60	100	40	59,76	3,23	239,0	12,9		

Klassenzeichen	Mächtigkeit (cm)	Horizont	Ober-tiefe	Unter-tiefe	Mächtigkeit	Corg-Vorrat 1dm (t/ha)	N-Vorrat 1dm (t/ha)	Corg-Vorrat Horizont (t/ha)	N-Vorrat Horizont (t/ha)	Corg-Vorrat Klassen-zeichen (t/ha)	N-Vorrat Klassen-zeichen (t/ha)
Sanddeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	uHr	100	120	20	59,71	2,76	119,4	5,5		
Sanddeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	nHr	120	150	30	59,76	3,23	179,3	9,7	928,3	48,1
Lehmdeckmoor bis 60 cm	20-60	R-Ap	0	20	20	75,20	4,10	150,4	8,2		
Lehmdeckmoor bis 60 cm	20-60	nHvw	20	30	10	60,96	3,04	61,0	3,0		
Lehmdeckmoor bis 60 cm	20-60	nHvr	30	40	10	73,13	2,75	73,1	2,8		
Lehmdeckmoor bis 60 cm	20-60	n(u)Hr	40	60	20	59,76	3,23	119,5	6,5	404,0	20,5
Lehmdeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	R-Ap	0	20	20	75,20	4,10	150,4	8,2		
Lehmdeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hvw	20	30	10	60,96	3,04	61,0	3,0		
Lehmdeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hw	30	40	10	59,76	3,23	59,8	3,2		
Lehmdeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	(n)uHr	40	60	20	59,71	2,76	119,4	5,5		
Lehmdeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hr	60	100	40	59,76	3,23	239,0	12,9		
Lehmdeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	uHr	100	120	20	59,71	2,76	119,4	5,5		
Lehmdeckmoor 60 bis 100 cm	65-100	nHr	120	150	30	59,76	3,23	179,3	9,7	928,3	48,1
Lehmmoore bis 60 cm	20-60	n(u)Hvw	0	20	20	60,96	3,04	121,9	6,1		
Lehmmoore bis 60 cm	20-60	n(u)Hw	20	40	20	59,76	3,23	119,5	6,5		
Lehmmoore bis 60 cm	20-60	n(u)Hr	40	60	20	59,76	3,23	119,5	6,5	361,0	19,0
Lehmmoore 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hvw	0	20	20	60,96	3,04	121,9	6,1		
Lehmmoore 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hw	20	30	10	59,76	3,23	59,8	3,2		
Lehmmoore 60 bis 100 cm	65-100	(n)uHr	30	60	30	59,71	2,76	179,1	8,3		
Lehmmoore 60 bis 100 cm	65-100	n(u)Hr	60	100	40	59,76	3,23	239,0	12,9	599,9	30,5
Tonmoore bis 60 cm	20-60	n(u)Hvw	0	20	20	60,96	3,04	121,9	6,1		
Tonmoore bis 60 cm	20-60	n(u)Hw	20	40	20	59,76	3,23	119,5	6,5		
Tonmoore bis 60 cm	20-60	n(u)Hr	40	60	20	59,76	3,23	119,5	6,5	361,0	19,0

5. Bilanzierung der Gesamtmengen

Aus den Angaben pro Hektar kann über die Kenntnis der Fläche die Gesamtmenge der gespeicherten Kohlen- und Stickstoffvorräte berechnet werden. Daraus ergibt sich das in Tabelle 9 Bild dargestellte Bild.

Tabelle 9: Kohlen- und Stickstoffvorräte der Gesamtfläche des Landstuhler Bruches auf der Basis der BK 50, der Bodenschätzung und der forstlichen Standortskartierung

	Fläche (ha)	Corg- Menge (t)	N-Menge (t)	Corg t/ha	N t/ha
BK 50 des LGB					
NRBFG 74	1.125	164.318	8.216		
NRBFG 75	2.136	811.596	40.153		
	3.261	975.914	48.369	299	15
Bundesforsten					
Torf-Moor	22	20.164	1.031		
Kultur-Sand-Moor	2	1.213	62		
reliktisches Sandmoor	7	2.674	141		
Sand-Moor mit 30 bis 60 cm Torfschicht	115	41662	2193		
Sand-Moor mit 60 bis 100 cm Torfschicht	55	33.018	1.678		
Lehm-Moor mit 30 bis 60 cm Torfschicht	4	1.401	74		
	206	100.133	5.179	486	25
Landesforsten					
Torfmoor >100cm	147	132.436	6.769		
Kulturtorfmoor	7	6.063	314		
Sandmoor bis 60 cm	160	57.716	3.038		
Kultur Sandmoor bis 60 cm	70	28.200	1.417		
reliktisches Sandmoor bis 60 cm	25	8.995	473		
Kultur Sandmoor bis 100 cm	21	13.342	689		
reliktisches Sandmoor bis 100 cm	3	1.704	91		
Lehmmoore bis 60 cm	10	3.591	189		
Kultur Lehmmoore bis 60 cm	3	1.060	53		
Lehmmoor bis 100 cm	2	1.425	72		
Sandmoor bis 100 cm	218	130.713	6.645		
	665	385.245	19.749	580	30
Bodenschätzung					
Torfmoor bis 60cm	17	6.042	299		
Torfmoor 60 bis 100cm	176	158.647	8.109		
Lehmmoore bis 60cm	18	6.514	343		
Lehmdeckmoor bis 60cm	77	31.260	1.586		
Lehmmoore 60 bis 100cm	1	806	41		
Lehmdeckmoor 60 bis 100cm	70	64.712	3.354		
Sandmoor bis 60cm	82	29.645	1.560		
Sanddeckmoor bis 60cm	178	71.774	3.642		
Sandmoor 60 bis 100cm	0,4	229	12		
Sanddeckmoor 60 bis 100cm	323	299.546	15.526		
Tonmoor bis 60cm	1	350	18		
	943	669.525	34.490	710	37
Gesamt Forst, Bodenschätzung	1.814	1.154.904	59.418	637	33

Auf der Basis der unterschiedlichen Kartengrundlagen ergibt sich ein differenziertes Bild der abgeschätzten Kohlenstoffmengen für das gesamte Landstuhler Bruch. Hauptursache hierfür dürften in erster Linie die unterschiedlichen Flächengrößen sein. Während nach der BK 50 die Moorfläche bei ca. 3.200 ha liegt, kommen Forst und landwirtschaftliche Nutzfläche auf lediglich 1.800 ha. Damit kommt zum Ausdruck, dass die BK 50 lediglich eine Übersicht bietet. Vergleicht man die beiden Karten in Anhang 2 und 3, so fällt auf, dass die BK 50 für den gesamten Militärflughafen Ramstein Airbase flächig Moorböden darstellt, während diese Fläche durch die Detailkartierungen nicht erfasst ist. Damit spielt die Ausdehnung der Siedlungsfläche eine wesentliche Rolle für die Flächenkalkulation der Moorböden.

Die Größenordnungen der gespeicherten Kohlen- und Stickstoffmengen kommen jedoch, trotz der unterschiedlichen räumlichen Ausdehnungen zu vergleichbaren Ergebnissen. Demnach sind nach der vorliegenden Auswertung in den Mooren des Landstuhler Bruchs ca. 1 Mio. Tonnen Kohlenstoff und 50.000 bis 60.000 Tonnen Stickstoff gespeichert.

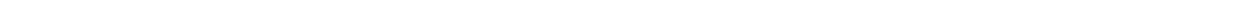
Nach SAUER et al. (2014) sind in rheinland-pfälzischen Böden ca. 200 Mio t Kohlenstoff gespeichert. Demnach entfallen auf das Landstuhler Bruch etwa 0,5 % der landesweit gespeicherten Kohlenstoffmenge.

6. Literatur

- BARTH, A., GAUER, J., WERN, M.P. (1999): Erläuterungsbericht zur Standortkartierung Fortsamtbezirk Kaiserslautern (321). Bezirksregierung Rheinhessen-Pfalz, Forstdirektion. [unveröff.].
- BUNDESFORSTAMT (1998): Erläuterungsband zur Standorterkundung Bundesforstamt Rheinpfalz. Teil 1/1998. [unveröff.].
- BYRNE, K. A., CHOJNICKI, B., CHRISTENSEN, T. R., DRÖSLER, M., FREIBAUER, A., FRIBORG, T., ET AL. (2004). EU peatlands: Current carbon stocks and trace gas fluxes. In CarboEurope-GHG Concerted Action - Synthesis of the European Greenhouse Gas Budget, Report 4/2004, Specific Study, Tipo-Lito Recchioni, Viterbo, October 2004.
- DEHNER, U., HARTMANN, K.J., GEHRT, E. & D. KRUG (2001): Zur Hinterlegung der Bodenübersichtskarte 1 : 200.000 (BÜK 200) mit bodenkundlichen Flächendatensätzen. Z. angew. Geol., 47(2001) 2: 121-125, 4 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- Friedrich, K., Goldschmitt, M., Krzyzanowski, J., Miller, R., Peter, M., Sauer, S., Schmanke, M. & Th. Vorderbrügge (2008): Großmaßstäbige Bodeninformationen für Hessen und Rheinland-Pfalz – Auswertung von Bodenschätzungsdaten zur Ableitung von Bodenfunktionen und –eigenschaften. Umwelt und Geologie, Wiesbaden.
- LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU RHEINLAND-PFALZ (2004): Hydrologische Kartierung Kaiserslautern. Mainz.

- LEPPLA, A. (1886): Die westpfälzische Moorniederung (das Gebrüch) und das Diluvium. Sitzungsberichte d. Königl. Bayer. Akad. d. Wiss., Math.-Physikal. Classe ; 16. S. 137 – 182.
- LIEDTKE, H. (1968): Die geomorphologische Entwicklung der Oberflächenformen des Pfälzer Waldes und seiner Randgebiete. Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität des Saarlandes. Saarbrücken.
- MEIER-UHLHERR, R., SCHULZ, C. & LUTHARDT, V. (2011): Steckbriefe Moorsubstrate. HNE Eberswalde (Hrsg.), Berlin. (<http://www.mire-substrates.com>).
- PROJEKT CARBSTORE (2011): Carbon Storage Projekt des Fachgebietes Bodenkunde und Standortlehre der Humboldt Universität zu Berlin. <http://www.carbstor.de/index.php>
- SAUER, T., DEHNER, U., SAUER, S., GOLDSCHMITT, M., WIESNER, T. & SPIES, E.-D. (2014): Auswirkungen des Klimawandels auf den Boden in Rheinland-Pfalz – Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen [Hrsg.]: Schlussberichte des Landesprojektes Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz (KlimLandRP), Teil 1, Modul Boden.
- SCHÄFER, W. (2002): Bodenphysikalische Eigenschaften von Torfen niedersächsischer Moorböden unter der Berücksichtigung ihrer Pedogenese. In: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (Hrsg.)(2002): Arbeitshefte Boden Heft 2002/3. S. 59-75. Hannover.
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.) (2012): Landschaftsökologische Moorkunde, 2. unveränd. Auflage, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- WALLESCH, W. (1966): Das Landstuhler Bruch. Veröff. der Pfälzischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften Band 54. Speyer.
- WOLFF, P. (2013): Die Moorstandorte der Pfalz – Soziologie und Ökologie. Pollichia-Buch Nr.47. Pollichia, Verein für Naturforschung und Landespflege. Eigenverlag. Bad Dürkheim.
- ZEITZ, J., FELL, H., ZAUFT, M. (2005): Entwicklung einer Methode zur Beschreibung flächenrepräsentativer Leitböden der Moore, Endbericht der 2. Phase des Forschungsvorhabens. Humboldt-Universität, Berlin. [unveröff. Bericht im Auftrag der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe].

**Anhang 1: Bodenkundliche Dokumentation der aufgenommen Profile
(GLM 011 – GLM 014)**



Anhang 4: Zuordnung der Klassenzeichen der Bodenschätzungen zu Substratreihen der forstlichen Standortskartierung

Sanddeckmoor bis 60 cm

("BA" = "SMo" OR "BA" = '1S/Mo' OR "BA" = 'IS/Mo' OR "BA" = 'S /Mo' OR "BA" = 'S/Mo' OR "BA" = 'SMo') AND "Moor_neu" <= 6

Sanddeckmoor 60 bis 100 cm

("BA" = "SMo" OR "BA" = '1S/Mo' OR "BA" = 'IS/Mo' OR "BA" = 'S /Mo' OR "BA" = 'S/Mo' OR "BA" = 'SMo') AND "Moor_neu" > 6

Sandmoor bis 60 cm

("BA" = 'MoS' OR "BA" = 'MoIS' OR "BA" = 'Mo/S' OR "BA" = 'Mo/IS') AND "Moor_neu" <= 6

Sandmoor 60 bis 100 cm

("BA" = 'MoS' OR "BA" = 'MoIS' OR "BA" = 'Mo/S' OR "BA" = 'Mo/IS') AND "Moor_neu" > 6

Torfmoor bis 60 cm

"BA" = "Mo" AND "Moor_neu" <= 6

Torfmoor 60 bis 100 cm

"BA" = "Mo" AND "Moor_neu" > 6

Lehmdeckmoor bis 60 cm

("BA" = 'LMo' OR "BA" = 'L /Mo' OR "BA" = 'L/Mo') AND "Moor_neu" <= 6

Lehmdeckmoor 60 bis 100 cm

("BA" = 'LMo' OR "BA" = 'L /Mo' OR "BA" = 'L/Mo') AND "Moor_neu" > 6

Lehmmoore bis 60 cm

("BA" = 'MoL' OR "BA" = 'Mo/L') AND "Moor_neu" <= 6

Lehmmoore 60 bis 100 cm

("BA" = 'MoL' OR "BA" = 'Mo/L') AND "Moor_neu" > 6

Tonmoore bis 60 cm

"BA" = 'Mo/T' AND "Moor_neu" <= 6
