

ISSN 0340-4927

TELMA

Berichte der
Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde



2023

TELMA	Band 53	Seite 1 - 232	Hannover, November 2023
-------	---------	---------------	-------------------------

Deutsche Gesellschaft für Moor- und Torfkunde (DGMT) e.V.

Stilleweg 2, 30655 Hannover (Alfred-Bentz-Haus)

www.dgmtv.de

IBAN: DE90 2501 0030 0303 2003 01, BIC: PBNKDEFF

VORSTAND

1. Vorsitzender: ANDREAS BAUEROCHSE, Stilleweg 2, 30655 Hannover
2. Vorsitzender: JUTTA ZEITZ, Albrecht-Thaer-Weg 2, 14195 Berlin
1. Schriftführer: HORST WEISSER, Rosengarten 1, 88410 Bad Wurzach
2. Schriftführer: ANDREAS LECHNER, Seminarstraße 19b, 49074 Osnabrück
Schatzmeister: ANN CHRISTIN SIEBER, Stilleweg 2, 30655 Hannover
Schriftleitung der TELMA: SABINE JORDAN, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Box 7014, S-75007 Uppsala, VOLKER SCHWEIKLE, Ebertstraße 12A, 69190 Walldorf

Sektions-Vorsitzende

- Sektion I: Geowissenschaften
STEFAN FRANK, Thünen-Institut für Agrarclimaschutz, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
NIKO ROßKOPF, Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Inselstraße 26, 03046 Cottbus
- Sektion II: Torf-Gewinnung und -Verwertung
SILKE KUMAR, Moorgutsstraße 1, 26683 Saterland
- Sektion III: Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Gartenbau
JÜRGEN MÜLLER, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock
- Sektion IV: Chemie, Physik und Biologie
LYDIA RÖSEL, Albrecht-Thaer-Weg 2, 14195 Berlin,
DOMINIK ZAK, Aarhus University, Vejløvej 25, DK-8600 Silkeborg
- Sektion V: Naturschutz und Raumordnung
MICHAEL TREPEL, Kleiner Kuhberg 18-20, 24103 Kiel
- Sektion VI: Medizin und Balneologie – nicht besetzt
- Sektion VII: Landeskunde und Umweltbildung
MICHAEL HAVERKAMP und JANNA GERKENS
Emsland Moormuseum, Geestmoor 6, 49744 Geeste

Beirat

- | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| GERFRIED CASPERS, Uetze | MICHAEL EMMEL, Hannover | JOSEF GRAMANN, Vechta |
| BERND HOFER, Altenberge | GERD LANGE, Hannover | |
| ECKHARD SCHMATZLER, Hannover | DIANA WEIGERSTORFER, Freiburg | |

Redaktionsbeirat der TELMA

- | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|
| ANDREAS BAUEROCHSE | ANDRÉ-MICHAEL BEER | JOACHIM BLANKENBURG |
| ARTHUR BRANDE | JÖRG GELBRECHT | JÜRGEN GÜNTHER |
| MICHAEL HAVERKAMP | ADAM HÖLZER | HEINRICH HÖPER |
| HAGEN KNAFLA | GERD LANGE | VERA LUTHARDT |
| AXEL PRECKER | MICHAEL TREPEL | JUTTA ZEITZ |

Stand 28. November 2023

Schriftwechsel, der sich auf die TELMA bezieht, an SABINE JORDAN, E-Mail: jordan@dgmtv.de

TELMA	Band 53	Seite 47 - 74	12 Abb., 3 Tab.	Hannover, November 2023
-------	---------	---------------	-----------------	-------------------------

Zur Genese des Durchströmungsmoores Rotes Luch (Brandenburg)

On the genesis of the percolation mire Rotes Luch (Brandenburg)

DIERK MICHAELIS, VOLKMAR ROWINSKY und KRISTINA BRUST

Zusammenfassung

In Brandenburg werden aktuell mehr als 200.000 ha organische Böden entwässert und wirtschaftlich so genutzt, dass sie pro Jahr 6,2 Mio. Tonnen CO₂, ausgedrückt in Äquivalenten, emittieren. Daher sind im Rahmen des vom Land finanzierten Projektes „Klimamoor Brandenburg“ in 20 zum Teil großflächigen Mooren Wasserrückhaltungen vorgesehen, um deren Wasserhaushalt zu optimieren und den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren. Begleitend sollen in Kooperation mit den landwirtschaftlichen Nutzern nachhaltige Bewirtschaftungsstrategien und Verwertungsmöglichkeiten etabliert werden.

In einer der Projektflächen, dem Roten Luch, wurde in einem Bereich größter Moortiefe ein zwei Meter langer Kern makrofossil- und pollenanalytisch untersucht. Mit Hilfe von Radiokarbon-Datierungen und Pollendaten kann die Entwicklung des Moores seit dem Spätglazial nachvollzogen werden. Die Makrofossildaten deuten auf ein sich mehrfach änderndes Wasserregime und die Entwicklung von einem Verlandungsmoor über ein Moor mit Überflutungseinfluss zu einem Durchströmungsmoor. Die Datierungen lassen darauf schließen, dass das Moor zwar bereits zu Beginn des Holozäns Torf akkumulierte, aber die Herausbildung des Durchströmungsmoores profitierte von der landwirtschaftlich bedingten Öffnung der Landschaft und der damit verstärkten Grundwasserneubildung seit dem Neolithikum.

Abstract

In Brandenburg, more than 200,000 hectares of organic soils are currently drained and emit ca. 6.2 million tons of CO₂ equivalents per year. Therefore, within the project “Klimamoor Brandenburg” financed by the federal state, water retention measures are planned in 20 peatlands in order to optimize their water balance and to reduce greenhouse gas emissions. At the same time, sustainable management strategies and utilization options are to be established in cooperation with agricultural users.

In one of the project areas, the mire Rotes Luch, an approximately two-metre-long core from an area of greatest mire depth was analysed for macrofossils and pollen. By means of radiocarbon dating and pollen data, the development of the mire since the Late Glacial can be observed. The macrofossil data indicate a repeatedly changing water regime and the development from a terrestrialisation mire via a mire with flooding influence to a percolation mire. The dating indicates that the mire already accumu-

lated peat at the beginning of the Holocene, but the development of the percolation mire benefited from the opening of the landscape by agriculture and the resulting increased groundwater recharge since the Neolithic period.

Schlüsselwörter: Torfsondierung, Makrofossilanalyse, Pollenanalyse, Moorentwicklung
Keywords: Bog drilling, macrofossil analysis, pollen analysis, bog development

1. Einleitung

Im Land Brandenburg sind aktuell 166.000 ha Moorfläche und 97.000 ha weitere organische Böden (laut BAURIEGEL in LUTHARDT & ZEITZ 2014: 134) verbreitet. Ihr Anteil umfasst 9 % der Landesfläche. Durch ihre Fähigkeit, Kohlenstoff aufzunehmen und bei wassergesättigten Bedingungen dauerhaft zu speichern, kommt organischen Böden in Bezug auf den Klimaschutz eine herausragende Bedeutung zu. Aktuell werden in Brandenburg jedoch über 200.000 ha organische Böden entwässert und wirtschaftlich so genutzt, dass dabei pro Jahr rund 6,2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (REICHELT 2021) freigesetzt werden. Je tiefer der Wasserstand unter die Geländeoberkante abgesenkt wird, umso größer ist deren Freisetzung. Um den Umfang der Treibhausgasemissionen deutlich zu mindern, sollen daher die organischen Böden langfristig nass bewirtschaftet werden (siehe auch LANDGRAF 2022).

Im Auftrag des Landes Brandenburg startete das Projekt „Klimamoor Brandenburg“ im Januar 2021 in 10 Untersuchungsgebieten. 2022 sind 10 weitere Gebiete hinzugekommen (siehe Abb. 1). Aktuell ist der Wasserhaushalt in diesen zum Teil großflächigen Mooren durch Entwässerung erheblich beeinträchtigt. Ziel ist die Anhebung der Moorwasserstände durch Wasserrückhalt, um die Torfmineralisierung zu vermindern und die Moorregeneration einzuleiten. Das setzt zunächst Wasserstände voraus, die auch im Sommer nicht tiefer als 40 cm unter Flur absinken dürfen.

Die ARGE Klimamoor unterstützt die Nutzer dieser Flächen bei der Umstellung auf eine moorschonende bzw. moorerhaltende Bewirtschaftung. Eine derartige Umstellung der Landnutzung bedarf einer Übergangsphase. Hierzu müssen die vorhandenen Stauanlagen rekonstruiert, angepasst oder neu gebaut werden. Die Festlegung von Staubereichen wird durch die ARGE Klimamoor planerisch begleitet. Im Vorfeld sind hierzu wasserrechtliche Verfahren durchzuführen. Es sind Grundlagendaten, vor allem hydrologische und bodenkundliche Daten sowie Daten zur Geländehöhe, auszuwerten bzw. zu erheben. Im Rahmen der Untersuchungen im Roten Luch, einem der großen Niedermoorgebiete des Projektes, wurden auch Proben für die Makro- und Pollenanalyse sowie für Radiokarbondatierungen genommen, über die im Folgenden berichtet wird.

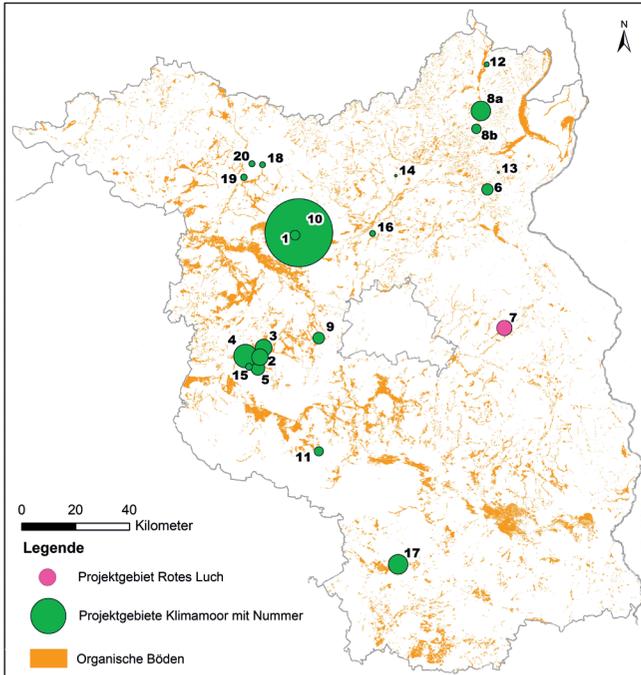


Abb. 1: Projektgebiete Klimamoor Brandenburg (1 - Rhinkanalwiesen, 2 - Polder Emster-Gollwitz, 3 - Polder Gollwitz-Havel, 4 - Polder Breites Bruch, 5 - Netzen, 6 - Ziethener Seebruch, 7 - Rotes Luch, 8a - Uckertal Süd, 8b - Stierngraben, 9 - Polder Fahrland, 10 - Oberes und Unteres Rhinluch, 11 - Felgentreu, 12 - Beesenberg Süd, 13 - Kranichbruch, 14 - Königswiese, 15 - Dunkelsee, 16 - Möllmer Seewiesen, 17 - Fichtwaldmoor Ost, 18 - Obere Temnitz, 19 - Moor östlich Schönberg, 20 - Moor bei Rossow; Radius der Kreise entspricht der Flächengröße, organische Böden nach TEGETMEYER et al. 2021).
Project areas Klimamoor Brandenburg.

2. Untersuchungsgebiet

2.1 Lage

Das Rote Luch liegt ca. 50 km östlich von Berlin im Land Brandenburg, südwestlich der Ortschaft Waldsiedersdorf im Landkreis Märkisch-Oderland. Es erstreckt sich auf einer Länge von 11 km bis zur südlichen Grenze an der Bundesstraße 1. Das Rote Luch liegt innerhalb des Naturparks Märkische Schweiz und ist mit 1.000 ha das größte Niedermoor Ostbrandenburgs im Bereich einer Talwasserscheide zwischen Nord- und Ostsee. Die Bahnlinie Berlin-Kostrzyn (Küstrin) teilt das Rote Luch in einen größeren Süd- und einen kleineren Nordteil. Das Untersuchungsgebiet Rotes Luch ist Bestandteil der europäischen Schutzgebiete Märkische Schweiz (SPA-Gebiet) und Rotes Luch (FFH-Gebiet). Im Norden grenzt es an das Naturschutzgebiet Tiergarten.

2.2 Geologie und Hydrogeologie

Die Hauptausgestaltung der Oberflächenformen im Umfeld des Roten Luchs vollzog sich während des Brandenburger Stadiums, vor allem während der Frankfurter Staffel der Weichsel-Kaltzeit. Durch glazifluviatile Erosion entstand ein Durchbruch der Frankfurter Eisrandlage, der zur Aufteilung der Ostbrandenburgischen Plattenzone in Barnim und Lebus führte (SCHROEDER & BROSE 2003).

Das Umfeld des Roten Luchs wird von zwei Sanderbildungen geprägt. Nach dem Rückgang des Eises bis zur Frankfurter Randlage bildete sich der Müncheberger Sander. Der zweite, jüngere Sander (Rotes Luch-Sander) ist im Zeitraum der Pommerschen Eisrandlage entstanden (MARCINEK & ZAUMSEIL in SCHROEDER & BROSE 2003:85) und bildete die Sedimente am Rand der Niedermoorflächen im Roten Luch.

Die Hochflächen der Grundmoränen und die glazifluviatilen Ablagerungen der Sanderflächen bilden die wichtigsten Grundwasserleiter im Untersuchungsraum. Über dem Grundwasserleiter der Hochflächenbereiche von Barnim und Lebus ist eine 20-30 m mächtige horizontale Deckschicht aus Geschiebemergel-Schluff-Komplexen ausgebildet. Die Grundwasserfließrichtung ist von den Hochflächen in das Niederungsgebiet orientiert (SCHROEDER & BROSE 2003).

Das Rote Luch wird aufgrund seiner Tallage von Grundwasser durchströmt. Die angrenzenden Moränenplatten weisen teilweise geneigte Grundwasserleiter auf. Am nordwestlichen Rand sind stellenweise Quellen vorhanden. Sie zeugen von einem intensiven Grundwasserstrom in Richtung Niederung (GLATTHAAR & LIEDTKE 1998).

2.3 Hydrologie

Das Rote Luch wird durch den Stöbber entwässert. Dieser entspringt in Nähe der Bahnlinie Berlin-Küstrin, die das Rote Luch quert. Hier ist eine Talwasserscheide ausgebildet. Der Bach fließt in zwei entgegengesetzte Richtungen ab. Der nach Norden abfließende Stöbber fließt über die Oder in die Ostsee, der nach Süden abfließende Stöbberbach fließt über die Spree Richtung Nordsee.

2.4 Entwässerungsgeschichte

Der Stöbber wurde 1245 erstmals urkundlich erwähnt, das Rote Luch 1249 (SCHROEDER & BROSE 2003). Seit dem 15. Jahrhundert bewirkte die Waldsiefersdorfer Mühle einen Rückstau bis in das Rote Luch. In den folgenden Jahrhunderten wurde das Moor unterschiedlich bewirtschaftet, abgetorft und parzelliert. Somit entstand ein unübersichtliches, differenziert angelegtes und unterschiedlich funktionierendes Entwässerungssystem (SCHROEDER & BROSE 2003). Eine umfassende Melioration, insbesondere des Südteils, erfolgte zwischen 1915 und 1923. In den Jahren 1957 bis 1959 wurde das

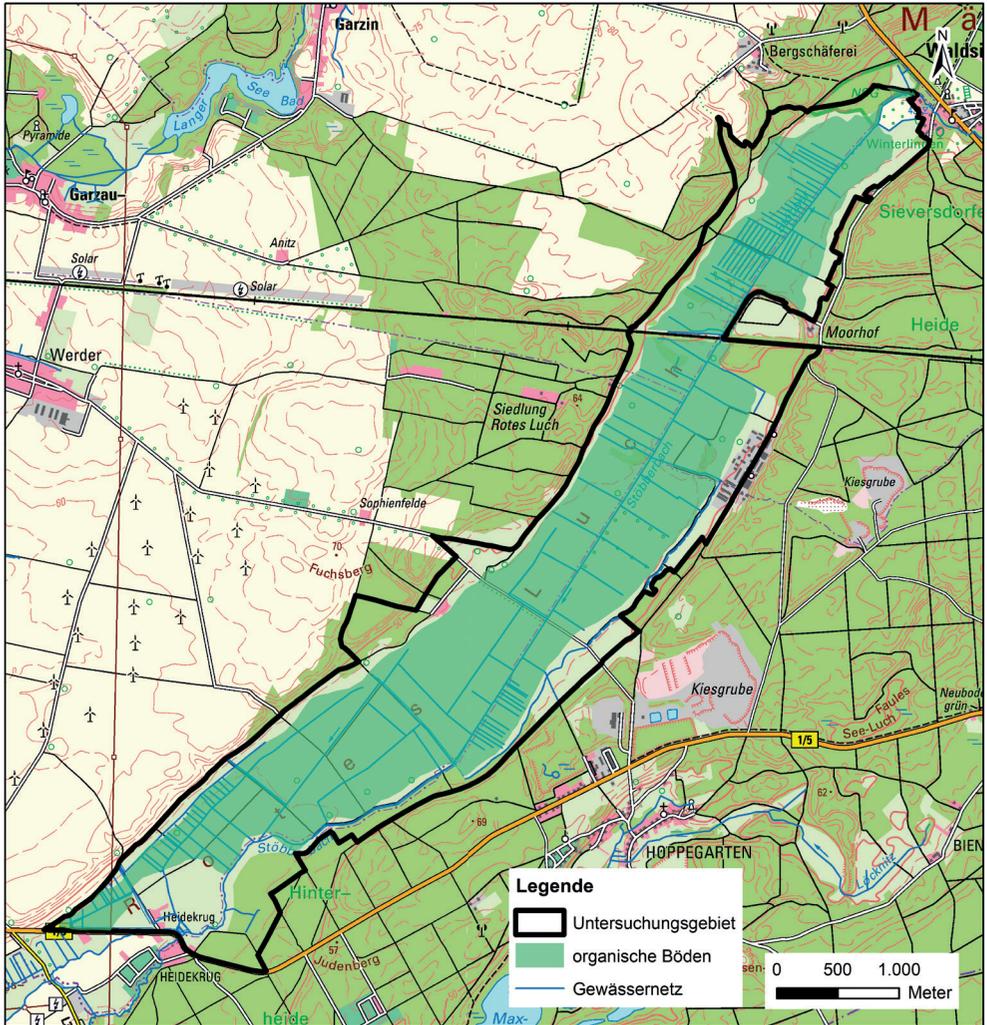


Abb. 2: Moorverbreitung Rotes Luch (nach FELL et al. 2015 und Geländekartierungen BRUST & ROWINSKY 2023, Kartengrundlage DTK50).
Expansion of the peatland Rotes Luch (after FELL et al. 2015 and field survey made by BRUST & ROWINSKY 2023).

vorhandene Grabensystem weiter ausgebaut und der Stöbber faschiniert. Bei der letzten Melioration im Jahr 1964 wurde das Rote Luch komplexmelioriert, d.h. der Stöbber und seine Nebengräben wurden profilgerecht ausgebaut (Abb. 3 und 4). Die Flächen wurden durch Drainagen entwässert und alle Brücken mit Stauvorrichtungen versehen (SCHRÖCK 2014). 90 km Binnengräben durchziehen das Rote Luch bei 9 km Länge des Vorfluters (WELKER 1995).



Abb. 3: Tief ausgebauter und begradigter Stöbber (Foto vom 04.01.22).
Deeply expanded and rectified Stöbber (Photo 2022/01/04).



Abb. 4: Tief ausgebauter Quergraben mit Entwässerung in Richtung Stöbber (durch das eisenhaltige Wasser hat das Rote Luch seinen Namen, Foto vom 06.04.21).
Deeply expanded cross ditch with drainage into direction Stöbber (the Rotes Luch got its name from the ferruginous water, photo 2021/04/06).

Im Roten Luch, dessen nutzbarer Torfvorrat auf 16 Mio. m³ geschätzt wurde, begannen die Besitzer im 19. Jahrhundert mit dem Abbau von Torf (SCHRÖCK 2014). So zeigt ein Auszug aus dem Messtischblatt von 1906 große Abbauflächen nördlich und südlich der Bahnstrecke.

3. Moorverbreitung und Moorgenese nach vorhandenen Unterlagen

Eine aktuelle Bearbeitung der Moorstandorte von Brandenburg liegt mit der Moorkarte (Stand 2013, Überarbeitung im Jahr 2021) vor. Eine Beschreibung der Methoden zur Erstellung der Moorbodenkarte geben FELL et al. (2015). Die Moormächtigkeit im Roten Luch, die Summe aus Torf und Mudde, kann nach den vorliegenden Standortuntersuchungen bis zu mehr als 300 cm betragen. Die größten Moormächtigkeiten liegen kleinflächig südlich der Bahnlinie im Bereich der ursprünglichen Wasserscheide. Auf den übrigen Moorflächen werden Moormächtigkeiten zwischen 120 und 300 cm erreicht, wobei diese zum Talrand schnell abnehmen.

Tiefgründige Moorstandorte (Moormächtigkeit über 120 cm) sind nach der Moorkarte mit Stand 2013 auf mehr als 62 % der Projektgebietsfläche verbreitet. Allerdings nehmen aufgrund der fortgeschrittenen Bodenbildung als Folge der Entwässerung auch geringmächtige Moorstandorte bzw. Moorfolgeböden bereits größere Flächenanteile ein. Naturnahe Moore weisen nach diesem Kartenwerk nur eine geringe Fläche (6,1 ha) nördlich der Bahn auf. In diesem Bereich wurden die aktuellen Bohrungen L1-L5 durchgeführt und der Bohrkern für die Pollen- und Makrorestanalysen sowie die Radiokarbondatierungen entnommen.

Bereits im Jahr 1928 wurde ca. 300 m südlich der Bahn und westlich des Stöbbers ein Profil für pollenanalytische Untersuchungen entnommen (HEIN 1931). Dabei wurde eine 3 m mächtige Schichtfolge von Kalkmudde/Torfimudde/Riedtorf (obere 40 cm vererdet) untersucht und für die Kalkmudden ein frühholozänes (Kiefern-Birkenzeit) Alter angegeben.

Von SCHMIDT & WELKER (1998) wurde der Torfkörper anhand von zwei Bohrtransekten beschrieben (Lage der Bohrungen siehe Abb. 5). Dabei zeigte sich eine deutliche Asymmetrie zwischen westnordwestlichem und ostnordöstlichem Teil. Auf der östlichen Seite sinkt die Moormächtigkeit in Randnähe unter einen Meter. Hingegen wird der Moorrand auf westlicher Seite durch einen deutlichen Geländeknick markiert. Als Erklärung sehen die Autoren die Entstehung eines periglazialen Trockentales, das auf ost-südöstlicher Seite in das Rote Luch einmündet. Aus diesem Tal wurde Sand herangeführt und ein Schwemmfächer in die Senke geschüttet. Im Übrigen ist der Torfkörper recht einheitlich aufgebaut. Es überwiegen stark zersetzte Torfe, die oberflächennah fast durchgängig degradiert und vererdet sind.

In der Nähe des Untersuchungspunktes B6 (Abb. 5) nahe dem Stöbber wurde von WELKER (1995) ein Kern für pollenanalytische Untersuchungen entnommen. Für diesen Untersuchungspunkt ist der Beginn der organogenen Sedimentation für das Präboreal (Pollenzone IV) ermittelt (BRANDE & LEHRKAMP in SCHRÖDER & BROSE 2003: 249). Demnach umfasst die Moorbildung etwa 10.000 Jahre. Hierbei dokumentieren die Ablagerungen mit einem Wechsel von Torfen und Mudden sowie sandigen Zwischenlagen einen flachen See und vermutlich Flussbettverlagerungen. Stark zersetzter Torf mit Erle und Weide ging im Atlantikum (Pollenzonen VI – VII) bei geringer Torfbildung (unter 0,1 mm/Jahr) in Schilftorf über. Später (Subboreal und Älteres Subatlantikum, Pollenzonen VIII – IX) ist bei günstigeren Wachstumsbedingungen die Torfbildung auf 0,2 mm/Jahr gestiegen. Im Jüngeren Subatlantikum (X) ist die Moorbildung durch Entwaldung im Einzugsgebiet und unter dem Einfluss der Waldsiewersdorfer Mühle begünstigt worden, bevor die Torfe durch die Entwässerungen stark degradiert und verändert wurden.

Das Rote Luch wird dem hydrogenetischen Moortyp Durchströmungsmoor zugeordnet (WELKER 1995). Das Durchströmungsmoor ist auf einem Versumpfungs- und Verlandungsmoor aufgewachsen, begünstigt durch ein verstärktes Mooorwachstum in der Nachwärmezeit (Subatlantikum, Pollenzonen IX – X).

Für eine 25 ha große Niedermoorfläche im Roten Luch nördlich der Bahn (westlich des Stöbbers) wurde durch TEICHERT (2004, Lage der Bohrungen in Abb. 5) anhand von Gelände- und Moorbodensondierungen und Laboranalysen die Bodenentwicklung über einen Zeitraum von 20 bzw. 40 Jahren rekonstruiert. Hierbei wurde die durch langjährige Entwässerung verursachte intensive Bodenbildung beschrieben. Neben einem „Moorschwund“ von 0,5 cm/Jahr, tiefgreifenden Gefügeveränderungen sowie einer Zunahme der Lagerungsdichte der Torfe um 20 % ist ein Anstieg des mineralischen Feststoffanteils um 5 bis 13 % ermittelt worden. Bei den Untersuchungen wurde eine stärkere Degradation bei randnäheren und flachgründigen Moorstandorten sowie bei von kalkreichen Mudden unterlagerten Bereichen ermittelt. Die Extensivierung der Grünlandflächen hat, bei Fortdauer der Entwässerung, keinen Stopp der Bodendegradierung bewirkt.

In einer Untersuchung der FU Berlin wurde ein Transekt nördlich der Bahnlinie aufgenommen (MÜLLER & NITZSCHE 2014). Die Randbereiche sind durch mineralische Böden charakterisiert; hier wurden grundwasserbeeinflusste Böden (Anmoorgleye) vorgefunden. Zur Mitte des Moorkörpers wurden bis zu 94 cm mächtige Torfschichten erbohrt. Im Mittel lag die Torfmächtigkeit bei 62 cm. Mudden treten vor allem im zentralen Bereich mit Mächtigkeiten bis zu 1 m auf. Die gesamte Moormächtigkeit inklusive der Muddeschicht beträgt in diesem Transekt bis zu 1,2 m. Vorherrschende Torfe sind Radicellentorfe (Radicellen = Wurzelfilz), teilweise unterlagert von Schilftorfen, die zu Muddeschichten überleiten. Braunmoostorfe wurden an einem Bohrpunkt gefunden.

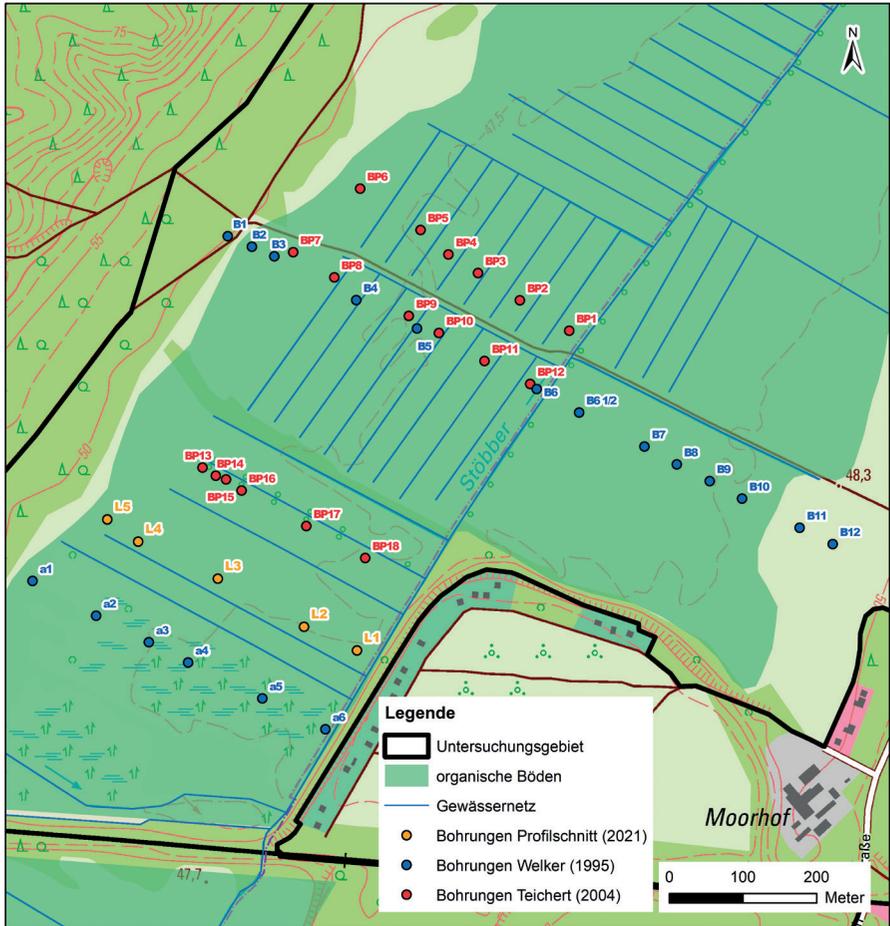


Abb. 5: Lage des Profilschnittes Rotes Luch L1 bis L5 sowie von Fremdbohrungen (Sondierungsbohrungen vom 06.07.21, Kartengrundlage DTK10).

Location of cross-section Rotes Luch L1 to L5 and additional peat corings (exploratory drilling on 2021/07/06).

Von LEHRKAMP (in SCHROEDER & BROSE 2003: 250) wird für die stärker veränderten Moorbereiche des Roten Luchs exemplarisch für einen Moorstandort die Bodenentwicklung von Erdniedermoor (1960) zu Mulmniedermoor (1985) beschrieben. Gleichzeitig ist für diesen Zeitraum von 25 Jahren eine Moorsackung von 15 cm belegt.

4. Methoden

Um den aktuellen Zustand der Moorböden innerhalb des Untersuchungsraumes zu erfassen und weitere Erkenntnisse zur Entwicklungsgeschichte des Roten Luchs zu sammeln, wurden am 06. Juli 2021 insgesamt 5 Bohrungen mit 8,1 Bohrmeter in einem Transekt (Streifenprofil) vom Talrand zum Talzentrum durchgeführt (siehe Abb. 6 bis 9). Bei den Untersuchungen wurden Bereiche ausgewählt, die bereits bei früheren Arbeiten standortkundlich detaillierter untersucht wurden. Ehemalige Torfstich-Bereiche wurden ausgespart. Die Bohrungen dienten gleichzeitig der Öffentlichkeitsarbeit und wurden daher durch den Rundfunk Berlin-Brandenburg (RBB) und den Naturpark Märkische Schweiz begleitet.

Für die Untersuchungen wurde ein Kammerbohrer der Firma P & M mit einer Kammerbreite von 5 cm verwendet. Um die Bodenbildung in den oberflächennahen Bereichen genauer zu erfassen, wurde an jedem Bohrpunkt außerdem ein Flachschruf bis 50 cm Tiefe angelegt. Die Dokumentation der Bohrungen erfolgt nach Bodenkundlicher Kartieranleitung (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN 2005). Die Lage der Bohrungen L1-L5 zeigt Abbildung 5. Weiterhin wurden im April 2023 Begehungen zur Anlage von mehr als 150 Flachschrufen durchgeführt, um die Genauigkeit der vorliegenden Moorkarte zu verbessern und vor allem die Randbereiche besser abzugrenzen. Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 2 und 5 enthalten.

Die Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte wurden durch Bearbeitungen von MICHAELIS (2022) vertieft. Gegenstand der Untersuchungen war die durchgehende Analyse eines Profils zur Rekonstruktion der lokalen Entwicklung und des Beginns der Vermoorung mittels Pollen- bzw. Makrofossilanalyse. Untersucht wurden 25 Makrofossilproben aus einem Bohrkern im Bereich größter Moormächtigkeit (nahe der Bohrung L1) sowie sechs Proben zur Pollenanalyse aus demselben Kern mit drei Proben im Übergang vom mineralischen Untergrund zur organogenen Ablagerung (Moorbasis) und drei Proben im Übergang von Mudde zu Torf.

Die Probeentnahme erfolgte am 28.10.2021 in einem 2 m mächtigen Profil. Es wurden 20 Makrofossil-Proben von 1 cm Schichtdicke in 10 cm Abstand gleichmäßig über das Profil verteilt entnommen, die übrigen fünf Proben in Abschnitten mit deutlich erkennbaren Änderungen der Makrofossilgesellschaftungen.

Die Makrofossil-Proben wurden nach Standardverfahren (MICHAELIS & JOOSTEN 2007) bearbeitet, d.h. 5 min Kochen in 5-%iger KOH-Lösung, anschließend Sieben über einem Siebsatz (1 mm, 0,5 mm und 0,2 mm Maschenweite) und Volumenbestimmung des Siebrückstandes. Das Volumen des gesamten Siebrückstandes ist im Diagramm (Abb. 10) am linken Rand in cm³ angegeben. Anschließend wurden die drei Siebfractionen einzeln unter dem Auflichtmikroskop (Binokular) durchgemustert und Gewebetypen sowie Samen und

Früchte bestimmt. Von zumeist vegetativen Geweberesten wurde der Volumenanteil an der jeweiligen Siebfraktion abgeschätzt, zählbare Einheiten (Samen, Früchte, Fruchtschuppen, Sporangien usw.) wurden numerisch erfasst und sind im Diagramm durch (N) gekennzeichnet. Eine ausführliche Liste verwendeter Bestimmungsliteratur findet sich in MICHAELIS (2002). Die Bestimmung der Characeen-Oosporen erfolgte nach HAAS (1994), die Ansprache der Radicellen (Feinwurzeln) mit BERTSCH (1942) und MICHAELIS et al. (2020).

Aus demselben Bohrkern wurden für die Pollenanalyse 6 Proben von 0,5 cm³ entnommen. Sie wurden mit 25-%iger Salzsäure und 10-%iger KOH-Lösung gekocht, gesiebt (Maschenweite 120 µm), aufgrund des hohen Silikatgehaltes 3 Tage in HF geschüttelt, anschließend acetolysiert (gekocht in einer Mischung aus Essigsäure-Anhydrid und Schwefelsäure 10:1), in Silikonöl eingebettet und das gut homogenisierte Material auf einen Objektträger aufgebracht. Am Durchlichtmikroskop wurden bei 400-facher Vergrößerung die Proben auf 500 oder mehr Pollenkörner für die Pollensumme (Berechnungsgrundlage) gezählt. Bei der untersten Probe wurde wegen des sehr geringen Pollengehaltes nur eine geringere Anzahl erreicht (Abb. 11). Bei der Probenaufbereitung wurden *Lycopodium*-Sporen hinzugefügt. In Abbildung 11 ist eine Kurve hierzu eingefügt. Die Kurve zeigt ein Maß der Pollenkonzentration pro Volumeneinheit und liefert damit Hinweise zur Akkumulation und Pollenproduktion.

Zur Bestimmung und Benennung der Pollen und Sporen wurde hauptsächlich MOORE et al. (1991) genutzt. Die Berechnungsbasis ist eine upland-Pollensumme, in die der Pollen von Gehölzen trockener Standorte (AP, arboreal pollen, dunkelgrüne Kurven) und Kräutern ebensolcher Standorte (NAP, non arboreal pollen, purpurne Kurven) eingegangen ist. Die Reihenfolge der Kurven wird nicht nach ökologischer Gruppierung, sondern nach stratigraphischen Kriterien (Beginn und Schwerpunkt der Kurven) geordnet.

Die Auswahl der Probtiefe von fünf Radiokarbon-Datierungen erfolgte mit Hilfe des zuvor erstellten Makrofossildiagrammes. Ziel war eine gleichmäßige Verteilung von Datierungen über den Kern. Zur Datierung wurden Samen oder Früchte von Pflanzen ausgelesen, die über Wasser assimilieren und fruchten, damit die Ergebnisse nicht durch die Aufnahme von in Grundwasser gelösten Kohlenstoffverbindungen verfälscht werden. Wenn keine solchen Samen oder Früchte vorhanden waren, wurde auf verkohltes Pflanzenmaterial (Holz) zurückgegriffen, das optisch nicht durch abgerollte Kanten auf Transport und Umlagerung schließen ließ.

5. Ergebnisse und Diskussion

5.1 Felduntersuchungen

Die Fläche der organischen Böden innerhalb des Untersuchungsraumes wurde aktuell mit 720 ha ermittelt. Die größten Moormächtigkeiten im Bereich des untersuchten Transektes sind im Zentrum des Roten Luchs im Bereich des Stöbbers anzutreffen, während am westlichen Talrand die Moormächtigkeit (L5) nur noch 30 cm beträgt. Die größte Moormächtigkeit wurde in Bohrung L1 mit 245 cm erreicht. Der mineralische Untergrund besteht aus Sanden unterschiedlicher Körnung, vor allem aber aus Feinsand.

Im Verlauf des Transekts wurden in einigen Bohrungen (L1-L3) zwischen dem mineralischen Untergrund und den oberflächennah anstehenden Torfen auch Seesedimente (Mudden) erbohrt. Es wurden (Grob-)Detritusmudden erfasst, die einen größeren Pflanzenanteil enthielten. In der Bohrung L1 handelt es sich um kalkreiche Bildungen (c3: 2 bis unter 10 % CaCO_3 , Skala nach AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN 2005). In der Bohrung L3 ist auch eine Sandmudde erfasst worden. Die Mächtigkeit der Muddeschichten ist relativ gering (20-60 cm). In den Bohrungen L4 und L5 geht der Torf direkt in den unterlagernden Sand über.

Als Torfbildungen kommen in den Bohrungen L1-L3 Schilf- und Seggen-Torfe vor, zum Teil als Misch-Torfe, die überwiegend einen hohen Zersetzungsgrad (H5-H8 nach VON POST, 1924) aufweisen. Seggen-Torfe sind dabei die jüngeren Torfhorizonte. Vereinzelt waren den Torfen Reste von Schachtelhalm beigemischt. In der Bohrung L4 wurde direkt über dem mineralischen Untergrund ein 50 cm mächtiger Erlenbruchtorf erfasst (Abb. 9), bevor auch hier Seggen- bzw. Radicellen-Torfe gebildet wurden. In den Bohrungen L1 und L2 enthalten die über der Mudde gebildeten Torfe einen geringen Kalkanteil (CaCO_3 -Anteil bis 10 %).

Oberflächennah zeigen die Torfe, vor allem die durch Bodenbildung veränderten Torfe, einen sehr hohen Zersetzungsgrad ($> H7$). Die aktuellen Untersuchungen belegen den fortgeschrittenen Bodenbildungsprozess. An allen untersuchten Bohrpunkten wurden unter dem etwa 20 cm mächtigen Vererdungshorizont (nHv bzw. Tv) bis zu 30 cm mächtige Unterbodenhorizonte (nHa bzw. Ta) ermittelt. Die Oberböden zeigten Übergänge zu Vermullungshorizonten, ohne dass dieses Stadium der Bodenentwicklung bereits überall erreicht ist. Besonders am Talrand sind die Moorböden bereits stärker verändert (Bohrung L5). Entsprechend der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN 2005) können die Böden im Bereich des untersuchten Transektes als „Normerniedermoor“ bzw. als Übergangsbildung zu den Mulmniedermooren als „Erdniedermoor-Mulmniedermoor“ bezeichnet werden.

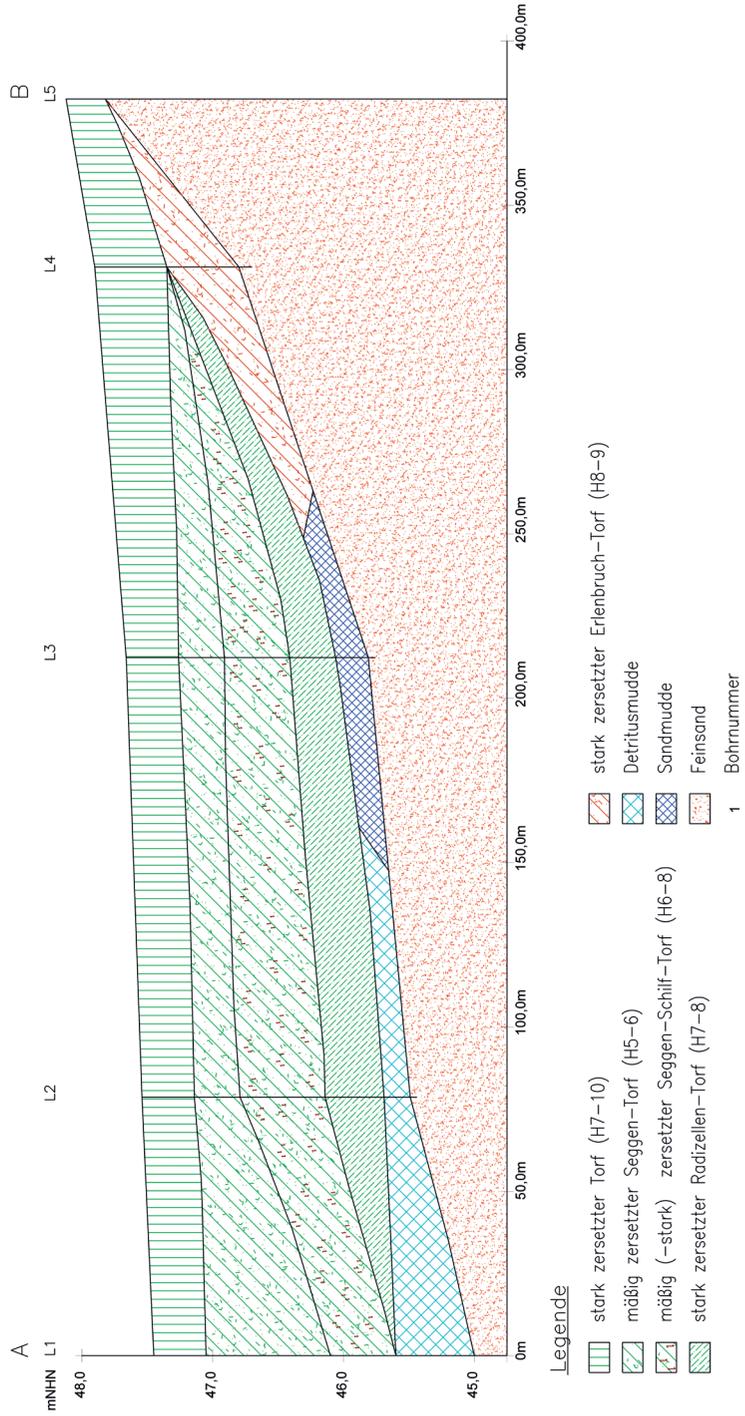


Abb. 6: Profilschnitt Rotes Luch (Lage siehe Abb. 5).
 Cross-section Rotes Luch (location in Fig. 5).



Abb. 7: Untersuchungsgebiet mit Transekt L1 bis L5 (im Vordergrund der Stöbber von der Deponie aus gesehen, Blickrichtung Westen, Foto vom 06.04.21).
Study area with transect L1 to L5 (in the foreground the Stöbber seen from the landfill, viewing into western direction, photo 2021/04/06).



Abb. 8: Bohrpunkt L1 (Foto vom 06.07.21).
Coring site L1 (Photo 2021/07/06).



Abb. 9: Erlenbruchwald-Torf in Bohrung L4, Tiefe: 70-110 cm (Basis rechts, Foto vom 06.07.21).
Alder carr peat in coring L4, depth: 70-110 cm (basis on the right side, photo 2021/07/06).

5.2 Makrofossilanalyse

Die Ergebnisse der Makrofossilanalyse sind in einem leicht gekürzten Diagramm wiedergegeben (Abb. 10). Nicht dargestellt wurden solche Makrofossilien, die sich keinem Taxon zuordnen ließen. Die Grundlagen für die Zonierung zeigt Tabelle 1. In der Tabelle sind nur die Makrofossiltypen zur Abgrenzung der Zonen und Subzonen aufgenommen.

Zone ROL-MA1: Die in dieser Subzone enthaltenen Reste von Wasserpflanzen (Samen von *Hippurus* (Tannenwedel)) und Oosporen von *Nitella/Tolypella* (Armluchteralgen) deuten darauf hin, dass der Sand unter sehr nassen Bedingungen abgelagert wurde. Das ebenfalls festgestellte *Scorpidium scorpidioides* (Skorpionsmoos) bevorzugt heute aquatische bis semiaquatische, kalkreiche Standorte. *Meesia triquetra* (Dreizeiliges Bruchmoos) wächst dagegen meist oberhalb der Wassermittellinie (DIERSSEN 1996) und ist vermutlich von außen eingetragen.

Zone ROL-MA2: Das Material dieser Probe weist zwar einen ähnlich hohen Sandanteil wie die darunter liegenden Proben auf, enthält aber vier unterscheidbare Typen von Characeen-Oosporen. Nach HAAS (1994) handelt es sich zumeist um Sippen mit relativ unspezifischen Ansprüchen hinsichtlich Temperatur und Licht bzw. lassen sich die Ansprüche aufgrund mangelnder Unterscheidbarkeit der Oosporen mehrerer Characeen-Arten

Tab. 1: Grundlage der Zonierung des Makrofossil-Diagramms ROL (Samen und Früchte in Stückzahlen, Sand, Moose und Radicellen in % des Gesamt-Siebrückstandes).
Basis of zonation of the macrofossil diagram ROL (seeds and fruits in numbers, sand, mosses, and radicles in %).

Zone/Subzone	MA1	MA2	MB	MC	MD	ME	MF1	MF2	MG
Tiefe in cm	198-187,5	187,5-182,5	182,5-157,5	157,5-127,5	127,5-95	95-55	55-35	35-25	25-12
Sand	> 40	> 40	< 5	< 1	0	< 1	< 1	< 1	< 2
<i>Chara contr./ vulg.</i> Oospore	0	5	0	2-6	2-36	0-34	0-1	0	0-1
<i>Scorpidium</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eupatorium</i> Frucht	0	0	0-1	2-7	0	0	0	0	0
<i>Urtica dioica</i> Nuss	0	0	0	0-21	0	0-5	0	2	1-2
<i>Menyanthes</i> Samen	0	0	0	0	0-4	2-6	0-22	3	0-2
Moose gesamt	> 1	< 1	< 1	< 1	< 2	< 5	≥ 5	5	< 2
<i>Calliergon giganteum</i>	< 1	0	0	< 1	< 1	< 1	> 1	< 1	< 1
<i>Carex cespitosa</i> Radicellen	0	0	0	0	0	0	0	0	≥ 10

und ihrer Zusammenführung in Gruppen nicht weiter aufschlüsseln. Der Umstand der höchsten Diversität an Oosporen-Typen in dieser Probe könnte jedoch auf eine gewisse Diversität an Standorten bzw. Wuchsbedingungen für Armleuchteralgen hindeuten.

Zone ROL-MB: Der auffälligste Unterschied zur Zone MA ist der viel geringere Sandgehalt, was mit weniger Erosion und/oder weniger Wasserbewegung erklärt werden kann. In der untersten Probe (180 cm) sind wenige Reste von Characeen-Oosporen enthalten. Die Proben 180 bis 170 cm enthalten mehrere Samen von *Typha cf. angustifolia* (Schmalblättriger Rohrkolben) mit einem Maximum bei 175 cm. Das Pollendiagramm zeigt auf annähernd derselben Tiefe einen ähnlichen Kurvenverlauf des Pollens von *Typha latifolia* (Breitblättriger Rohrkolben), der aufgrund seines Auftretens in Tetraden leicht von *Typha angustifolia*-Pollens zu unterscheiden ist. Die Samen von *T. latifolia* und *T. angustifolia* sind einander sehr ähnlich, nur ist letzterer in der Regel etwas kürzer. Da zumeist etwas kleinere Samen gefunden wurden, sind sie hier als *Typha cf. angustifolia*-Samen aufgeführt worden, sie müssen aber nicht notwendigerweise von *T. angustifolia* stammen. Der Vergleich beider Diagramme spricht dafür, dass *Typha latifolia* in unmittelbarer Nähe vorkam und offenbar eine Rolle bei der Verlandung des Gewässers spielte. Ähnliches gilt für *Equisetum* (Schachtelhalm), dessen Radicellen und Sporen in vergleichbarer Tiefe auftreten.

In Probe 175 cm wurden die tiefsten Rhizomreste von *Phragmites* (Schilf) gefunden. Da aber Rhizome wie Radicellen von oben in ein vorhandenes Substrat einwachsen (Prinzip des Verdrängungstorfes), also jünger sind als das umgebende Substrat (bzw. die zahlreichen *Typha*-Samen), ist nicht klar, welche Rolle *Phragmites* bei Beginn der Verlandung gespielt hat. Bei der Interpretation der vereinzelt Diasporen von *Eupatorium cannabinum* (Wasserdost) muss berücksichtigt werden, dass diese durch Wind verbreitet werden und nur allgemein der (feuchten) Umgebung des Ablagerungsbeckens zugeordnet werden können.

Zone ROL-MC: Die Proben dieser Zone zeigen eine Kombination der Reste von Pflanzen feuchter bis frischer Standorte (*Urtica dioica* (Große Brennnessel) und *Eupatorium cannabinum*) mit Resten von Wasserpflanzen (Characeen) und Wassertieren (*Ephippien* (Dauereier von Wasserflöhen)). Da *Urtica dioica* und Characeen in verschiedenen Biotopen vorkommen und *Urtica*-Nüsschen keine Anpassungen an Windverbreitung zeigen, liegt eine mögliche Erklärung für gemeinsames Vorkommen im Zusammenschwemmen der Diasporen als Ergebnis einer Überflutungsdynamik. Das deutet darauf hin, dass der hydrogenetische Moortyp sich von einem Verlandungsmoor zu einem Überflutungsmoor geändert hat (vgl. WELKER 1995, BRANDE & LEHRKAMP 2003). Die Vegetation wurde wahrscheinlich von *Phragmites* und zumindest zeitweise auch von *Typha* geprägt.

Zone ROL-MD: In den Proben dieser Zone konnten keine Reste von *Urtica dioica* und *Eupatorium cannabinum* gefunden werden. Indikatoren für sehr nasse Bedingungen wie Characeen-Oosporen und Cladoceren (Wasserflöhe) sind aber weiterhin vorhanden. Auch die ab 120 cm Tiefe bis oben fast durchgehend festgestellten *Menyanthes* (Fieberklee-Samen) deuten auf langfristig sehr nasse Standorte. In geringer Menge sind Reste von *Carex limosa* (Schlamm-Segge), *Calliergon giganteum* (Großes Schönmoos) und *Homalothecium nitens* (Glänzendes Filzschlafmoos) enthalten, die von Durchströmungsmooren bekannt sind (vgl. MICHAELIS 2002, MICHAELIS & SCHULT 2003). Das ist möglicherweise ein Hinweis darauf, dass sich nordwestlich des Bohrpunktes schwamm-sumpfige Torfe und damit Durchströmungsmoor-Bedingungen entwickelt haben.

Zone ROL-ME: Diese Zone ist etwas uneinheitlich und schwieriger zu charakterisieren. Sie beginnt mit einem Maximum der Samen von *Lemna* (Wasserlinse) und endet mit einem Maximum von Oosporen der *Chara contraria/vulgaris*-Gruppe. Nur in einer Probe konnten *Urtica dioica*-Nüsschen festgestellt werden, aber zusammen mit einem Steinkern von *Potamogeton* (Laichkraut). Diese Kombination wird als Hinweis auf Überflutungsdynamik anstatt gleichmäßig nasser Bedingungen gewertet.

Zone ROL-MF1: In den Proben dieser Zone sind zwar Indikatoren für sehr nasse Bedingungen wie *Chara*-Oosporen und Cladoceren vorhanden, aber keine eindeutigen Hinweise auf eine ausgeprägte Überflutungsdynamik. Neben etwas *Phragmites* können vor allem Pflanzen wie *Carex rostrata* und *C. lasiocarpa* (Schnabel- und Faden-Segge),

Menyanthes trifoliata, *Calliergon giganteum* und *Homalothecium nitens* nachgewiesen werden, die in ihrer Kombination und stratigraphischen Position (mehr als 1 m Torf darunter) auf Durchströmungsmoor-Bedingungen hinweisen. Wahrscheinlich wuchs etwas *Betula* (Birke) in der Nähe der Bohrstelle, jedoch kann anhand der spärlichen Funde keine Aussage über die Art oder die Dichte der Bestockung getroffen werden.

Zone ROL-MF2: Die Zusammensetzung der vegetativen Pflanzenreste entspricht weitgehend der von Subzone MF1. Auffällig ist eine hohe Anzahl von Diasporen ökologisch sehr unterschiedlicher Pflanzen wie *Urtica dioica*, *Cladium mariscus* (Schneidried) und *Potentilla erecta* (Blutwurz). Für die recht gut erhaltenen Samen von *Poa pratensis/palustris* (Wiesen-/Sumpf-Rispengras) ist ebenso wie für die *Urtica dioica*-Nüsschen die Möglichkeit zu erwägen, dass diese nicht aus derselben Zeit wie die *Menyanthes*-Samen und *Cladium*-Frucht stammen, sondern später auf bereits entwässertem Moor wuchsen und durch Trockenrisse in diese Tiefe gelangten. Der gleiche Weg des Eintrages gilt eventuell auch für die leicht erhöhten Anteile von Sand in den Zonen MF und MG.

Zone ROL-MG: Die trotz erhöhter Zersetzung bis in 20 cm Tiefe nachweisbaren Oosporen von *Chara contraria/vulgaris*-Gruppe und Reste von *Calliergon giganteum* deuten darauf hin, dass das Moor bis zu dieser Zeit weiter als nasses, mesotrophes und basen- bis kalkreiches Moor aufwuchs und insgesamt wohl als Durchströmungsmoor anzusprechen ist. Die festgestellten Gefäßpflanzen-Diasporen stammen von Pflanzen mit recht unterschiedlichen Lebensweisen wie Schlammbesiedlern *Ranunculus sceleratus* (Gift-Hahnenfuß), Wiesenarten (*Ranunculus repens* (Kriechender Hahnenfuß)) und Gehölzen (*Rubus fruticosus* (Brombeere), *Alnus glutinosa* (Schwarz-Erle)). Diese Kombination wird deshalb als Anzeichen für nutzungsbedingte Störungen des Standortes angesehen.

5.3 Pollenanalyse

Das vollständige Pollendiagramm der sechs Proben zeigt Abbildung 11. Die Kriterien für die Zonierung sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Zone ROL-PA: Das Spektrum der Pollen und Sporen mit *Hippophaë* (Sanddorn), *Artemisia* (Beifuß), Chenopodiaceae, aber auch *Thalictrum* (Wiesenraute), *Selaginella* (Moosfarn) und *Huperzia* (Tannenbärlapp) weist diese Zone deutlich als Spätglazial aus. Daneben findet sich auch Pollen warmzeitlicher Pflanzen wie *Carpinus* (Hainbuche), *Ulmus* (Ulme) und *Tilia* (Linde), die mit Umlagerung älterer Sedimente zu erklären sind. Der Anteil von *Hippophaë*-Pollen ist für die Jüngere Dryas (Firbas-Zone III, Jüngere Subarktische Zeit) relativ hoch. JAHNS (2000) findet im Großen Krebssee ähnlich hohe Werte nur vor dem Allerød, kann jedoch nur sehr wenig Sediment aus der Jüngeren Dryas-Zeit ausweisen. BUSSEMER et al. (2016) ermitteln für *Hippophaë*-Werte von über 1 % zwar auch nur für prä-Allerød-zeitliche Sedimente, können den Pollentyp jedoch auch in Sediment der Jüngeren Dryas nachweisen. Für eine Umlagerung prä-Allerød-

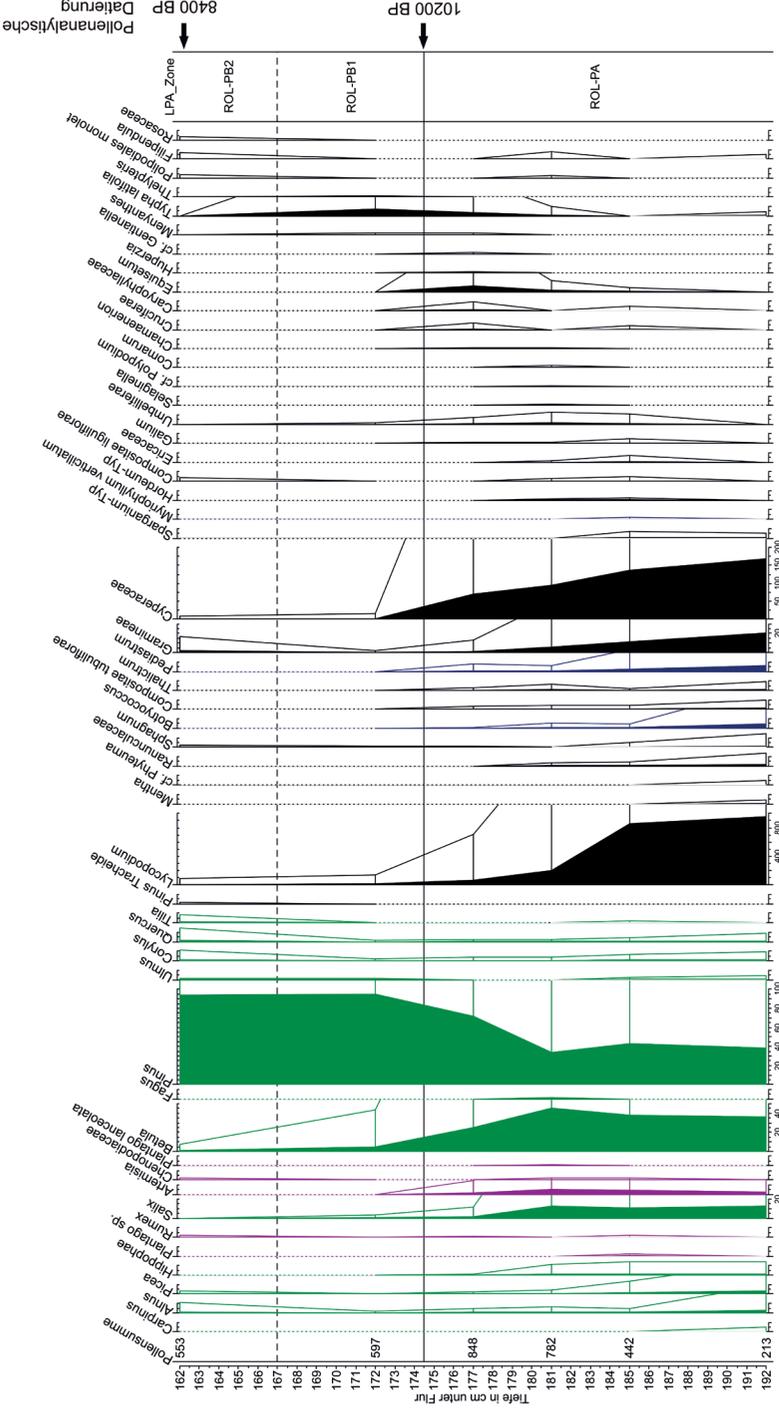


Abb. 11: Pollendiagramm Rotes Luch, AP/NAP-Pollensumme: AP – grün, NAP – purpur, Wasserpflanzen – blau (Analyse: D. MICHAELIS 2022).
 Palynological diagram, AP/NAP pollensumme: AP – green, NAP – purple, water plants – blue (Analysis: D. MICHAELIS 2022).

Tab. 2: Grundlage der Zonierung des Pollendiagramms ROL. Angaben in Prozent der upland-Pollensumme.

Basis of zonation of the pollen diagram ROL.

Zone und Tiefe (cm)	PA: 192-174,5	PB1: 174,5-167	PB2: 167-162
<i>Artemisia</i>	> 1 %	-	-
<i>Betula</i>	> 10 %	< 5 %	< 1 %
<i>Pinus</i>	30 - 70 %	> 90 %	> 90 %
<i>Tilia</i>	< 0,5 %	-	> 0,5 %

zeitlicher Sedimente sprechen auch die Pollen-Funde von *Picea* (Fichte), die BUSSEMER et al. (2016) zwar in älteren Ablagerungen finden, nicht aber in denen des Allerød und der Jüngeren Dryas. Der Umstand, dass die Kurve des *Typha latifolia*-Pollens bereits bei 181 cm ansteigt, was als Hinweis auf eine Ausbreitung von *Typha*-Röhricht und damit eine beginnende Verlandung angesehen werden kann, spricht eher dagegen, dass es sich bei der Ablagerung der Sande von ROL-PA um rein prä-Allerød-zeitliche Sedimente handelt, da sich das lokale Vorkommen von *Typha*-Beständen anscheinend nahtlos bis ins Präboreal fortsetzt.

Parallel zur Kurve von *Artemisia*-Pollen gehen auch die Kurven von *Botryococcus* und *Pediastrum* am Übergang von ROL-PA zu ROL-PB1 zurück, während die Kurven von *Equisetum*-Sporen bei 177 cm und die von *Typha latifolia*-Pollen bei 177 und 172 cm ihre höchsten Werte aufweisen. Daraus folgt, dass die Verlandung des Gewässers am Ende des Spätglazials oder im frühesten Holozän erfolgte (vgl. auch WELKER 1995, BRANDE & LEHRKAMP 2003). Zur Zeit der Verlandung scheinen *Typha latifolia* und *Equisetum* eine gewisse Bedeutung gehabt zu haben. Die sehr niedrigen Werte der Gramineae lassen vermuten, dass *Phragmites* bei dieser Verlandung keine bedeutende Rolle spielte bzw. sich erst etwas später ansiedelte.

Zone ROL-PB1: In dieser Probe dominiert Pollen von *Pinus* (Kiefer), und Pollen von *Corylus* (Hasel) ist nur mit Einzelkörnern vorhanden. Damit lässt sich die Probe ins Präboreal (Firbas-Zone IV, Vorwärmezeit) einordnen. Was die Verhältnisse der Pollen von *Pinus* und *Betula* (Birke) angeht, unterscheiden sich die Vergleichsdiagramme stark. Während JAHNS (2000) im Großen Krebssee meist deutlich mehr *Betula* als *Pinus* findet, zeigen BUSSEMER et al. (2016) im Wandlitzsee-Profil *Pinus*-Werte, die etwa doppelt so hoch wie die von *Betula* sind und den hier gefundenen nahekommen. In der Probe 172 cm waren die höchsten Werte von *Typha latifolia*-Pollen zu beobachten. Offenbar hat hier noch im Präboreal *Typha latifolia* Röhrichte gebildet.

Zone ROL-PB2: Neben dem dominanten *Pinus*-Pollen taucht *Tilia*-Pollen mit knapp 1 % auf. In den beiden genannten Vergleichsdiagrammen tritt *Tilia* mit sehr geringen Werten bereits im Boreal auf, erreicht aber erst im Atlantikum 1 %. Die Probe 162 cm lässt sich damit eventuell noch dem Boreal, wahrscheinlicher aber dem Atlantikum (vermutlich Firbas-Zone VI, Mittlere Wärmezeit, älterer Teil) zuordnen.

Bereits HEIN (1931) hatte anhand der Bohrung vom Roten Luch Probleme mit der Beschreibung der Waldgeschichte aufgrund der prozentual hohen *Pinus*-Anteile, die sie mit einer schlechten Pollenerhaltung erklärte. Die Erhaltung scheint aber in dem hier bearbeiteten Material gar nicht so schlecht zu sein. Jedoch ist davon auszugehen, dass *Pinus* auch nach dem Präboreal in unmittelbarer Nähe des Bohrpunktes vorkam und mit der enormen Pollen-Produktion in Prozentdiagrammen alle anderen Sippen unterdrückt. Dass *Pinus* in der Nähe stand, zeigt der Fund von *Pinus*-Tracheiden in Probe 162, aber auch von *Pinus*-Periderm in der Großrestprobe bei 85 cm.

5.4 Datierung

Die Ergebnisse der Altersbestimmung mittels Radiokarbonmessung des Radiokarbon-Labors Poznan (PL) sowie die Kalibrierung für die 1σ -Bereiche (68,3 % Wahrscheinlichkeit), durchgeführt durch dasselbe Labor, zeigt Tabelle 3.

Tab. 3: Ergebnisse und Kalibrierung der Radiokarbonmessungen.
Results and calibration of radiocarbon dating.

Probennummer	Lab.no.	Alter ^{14}C	1σ -Bereiche: 68,3 % Wahrscheinlichkeit
ROL 49-50	Poz-155563	3435 \pm 30 BP	1868 v.u.Z. – 1850 v.u.Z. 1771 v.u.Z. – 1688 v.u.Z.
ROL 89-90	Poz-155562	4120 \pm 35 BP	2856 v.u.Z. – 2807 v.u.Z. 2751 v.u.Z. – 2723 v.u.Z. 2701 v.u.Z. – 2622 v.u.Z. 2596 v.u.Z. – 2585 v.u.Z.
ROL 129-130	Poz-155561	4610 \pm 35 BP	3496 v.u.Z. – 3454 v.u.Z. 3378 v.u.Z. – 3352 v.u.Z.
ROL 165-167	Poz-155560	1365 \pm 30 BP	643 u.Z. – 675 u.Z.
ROL 198-199	Poz-155564	15260 \pm 310 BP	16881 v.u.Z. – 16305 v.u.Z.

Die Ergebnisse der ^{14}C -Datierung sind in das Makrofossil-Diagramm (Abb. 10) eingefügt, werden hier aber zusammen mit den Datierungen aus den Pollenanalysen diskutiert. Aus dem Tiefenbereich des Pollendiagramms (162-192 cm) stammt die Probe ROL 165-167. Sie ist mit 1365 \pm 30 BP eindeutig zu jung und fügt sich zudem nicht in die graduelle Altersstellung der übrigen Proben ein.

In das Pollendiagramm sind rechts am Rand die aus Vergleichen mit Literaturangaben abgeleiteten Daten für den Beginn des Holozäns mit 10.200 BP bei 174,5 cm (vgl. LANG 1994) und das späte Boreal aufgrund der Einwanderung von *Tilia* bei 162 cm eingetragen. Ein vergleichbarer Anstieg der *Tilia*-Kurve wurde im Pollendiagramm Krebssee in Nordost-Brandenburg auf 8.377 ± 50 BP ^{14}C -datiert (JAHNS 2000).

ROL 198-199: Die Probe datiert mit 15.260 BP in das Pleniglazial und wahrscheinlich in das Pommersche Stadium (vgl. RASMUSSEN et al. 2014, DE KLERK et al. 2008). Da sich das Rote Luch südlich der Pommerschen Hauptendmoräne befindet, also im damals periglaziären Raum, erscheint diese Datierung nicht zu alt. Das Pollendiagramm setzt bei 192 cm ein und zeigt bei 192 und 185 cm die höchsten *Hippophaë*-Werte. Das Maximum des *Hippophaë*-Polleneintrages liegt zumeist in der zeitlich etwas jüngeren Meiendorf-Phase bzw. Hippophaë-Phase (sensu DE KLERK et al. 2008) des Spätglazials, was ebenfalls die Datierung von ROL 198-199 plausibel erscheinen lässt.

ROL 165-167: Die Messung ergab ein erheblich jüngeres Alter als alle darüber liegenden Datierungen. Die Masse des datierten Materials war größer als bei den beiden darüber liegenden Datierungen ROL 129-130 und ROL 89-90. Eine Ungenauigkeit aufgrund zu geringer Materialmenge kann deshalb ausgeschlossen werden.

ROL 129-130, ROL 89-90 und ROL 49-50: Diese drei Proben datieren alle ins Subboreal, eine Zeit, für die im östlichen Brandenburg bereits Landwirtschaft belegt ist (JAHNS 2000). Die damit einhergehende Öffnung der Landschaft hat sehr wahrscheinlich zu einer Erhöhung der Grundwasserneubildung geführt und damit die Torfakkumulation in grundwassergespeisten Mooren wie dem Roten Luch begünstigt.

Die auf der Basis der unkalibrierten ^{14}C -Daten berechneten Akkumulationsraten betragen für den Bereich von 130-90 cm etwa 0,82 mm/Jahr, für die Tiefe von 90 bis 50 cm etwa 0,58 mm/Jahr (Abb. 12). Wie oben beschrieben, gibt das Makrofossil-Diagramm Hinweise darauf, dass es ab Zone ROL-MD (125 bis 95 cm) im Roten Luch zur Herausbildung eines Durchströmungsmoores kommt. Die errechneten Akkumulationsraten liegen in einem ähnlichen Bereich wie die von COUWENBERG et al. (2001) für Durchströmungsmoore berechneten 0,56 mm/Jahr. Die hier skizzierte Moorentwicklung stützt damit auch die von WELKER (1995) und SCHMIDT & WELKER (1998) erfolgte Klassifizierung des Roten Luchs als Durchströmungsmoor.

Die Bestimmung des Endes der Akkumulation durch Verlängern der Akkumulationskurve ist nicht sinnvoll, da es im oberen Bereich durch die Entwässerung und Bodenbearbeitung zu starken sekundären Veränderungen der Torfbildungen gekommen ist.

Die Moorentwicklung beginnt mit der Verlandung eines Gewässers im frühen Holozän. Möglicherweise kommt es danach zu einem zeitweisen Aussetzen der Akkumulation oder einer Phase mit sehr geringer Torfbildung. Im Zeit-Tiefen-Diagramm deutet sich

das durch einen deutlichen Knick der Zeit-Tiefen-Kurve im Bereich zwischen 160 und 130 cm unter Flur an. Da das Pollendiagramm diesen Abschnitt nicht abdeckt, kann nichts über mögliche Einflüsse aus der Umgebung auf das Moor gesagt werden. Es ist aber offensichtlich, dass das Rote Luch nach 5000 BP in einer Zeit mit landwirtschaftlich bedingter Öffnung der Landschaft ein mit anderen Flusstalmooren (cf. COUWENBERG et al. 2001) vergleichbar akkumulierendes Moor gewesen ist.

Insgesamt bestätigen die vorliegenden Untersuchungen den Kenntnisstand zu Entwicklung und Degradation des Moores Rotes Luch. Vor allem die Makrofossilanalysen und die Radiokarbon-Datierungen stellen im Zusammenhang mit dem hier durchgeführten Transekt eine erhebliche Präzisierung und Erweiterung zum Verständnis der Genese des großflächigen Moores dar.

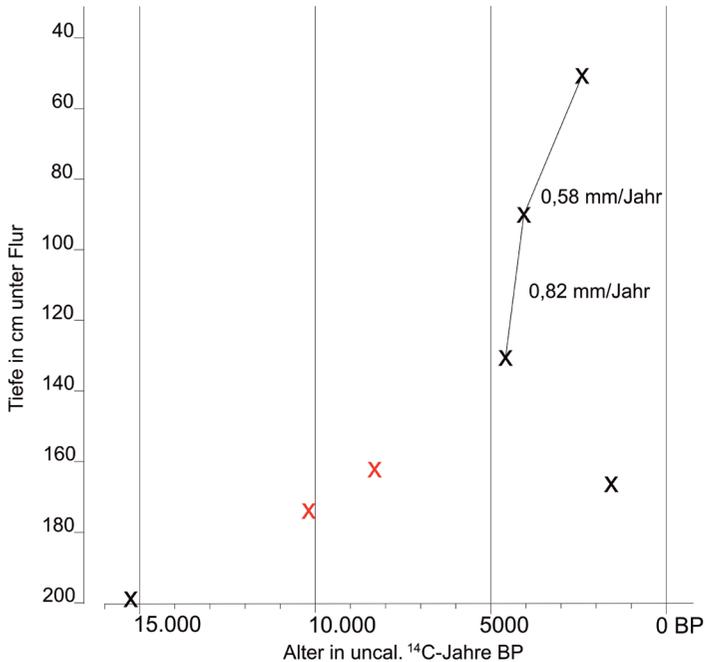


Abb. 12: Zeit-Tiefen-Diagramm für den Kern ROL. x – Datierung durch Radiokarbonbestimmung, x – Datierung aufgrund von Pollendaten.
Age-depth-diagram of the core ROL. x – radiocarbon dating, x – dating based on pollen data.

6. Danksagung

Die Arbeiten wurden innerhalb des Projektes „Klimamoor Brandenburg“ im Auftrag des Landes Brandenburg durchgeführt. Das Typoskript sah Herr Dr. Arthur Brande (Berlin) durch.

7. Literaturverzeichnis

- AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. verbesserte und erweiterte Auflage, 438 S.; Hannover.
- BERTSCH, K. (1942): Lehrbuch der Pollenanalyse. – Handb. d. prakt. Vorgeschichtsforsch. 3: 195 S.; Stuttgart.
- BRANDE, A. & LEHRKAMP, H. (2003): Entwicklung, Bodenaufbau und Nutzung des Roten Luchs und anderer Moore der Märkischen Schweiz. – In: SCHROEDER, J. & BROSE, F. (Hrsg.): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg Nr. 9: Oderbruch – Märkische Schweiz – Östlicher Barnim, S. 249-256; Berlin.
- BUSSEMER, S., GÄRTNER, P., HEISE, A., KUNKEL, C. & STRAHL, J. (2016): Die Entwicklung des Wandlitzer Sees und seiner Umgebung (Naturpark Barnim) seit dem ausgehenden Weichsel-Glazial. – Brandenburg. Geowiss. Beitr. **23**: 33-58.
- COUWENBERG, J., de KLERK, P., ENDTMANN, E., JOOSTEN, H. & MICHAELIS, D. (2001): Hydrogenetische Moortypen in der Zeit – eine Zusammenschau. – In: JOOSTEN, H. & SUCCOW, M. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde: 399-403. – 2. Aufl.; Stuttgart (Schweizerbart).
- DE KLERK, P., HELBIG, H. & JANKE, W. (2008): Vegetation and environment in and around the Reinberg basin (Vorpommern, NE Germany) during the Weichselian late Pleniglacial, Lateglacial, and Early Holocene. – Acta Palaeobotanica **48**: 301-324.
- DIERSEN, K. (1996): Vegetation Nordeuropas. – 838 S.; Stuttgart (Ulmer).
- FELL, H., ROSSKOPF, N., BAURIEGEL, A., HASCH, B., SCHIMMELMANN, M. & ZEITZ, J. (2015): Erstellung einer aktualisierten Moorkarte für das Land Brandenburg. – Telma **45**: 75-104; Hannover.
- GLATTHAAR, D. & LIEDTKE, H. (Hrsg.) (1998): Physische Geographie und Landeskunde. Festschrift für Herbert Liedtke. – Bochumer geographische Arbeiten Sonderreihe. Geograph. Inst. der Ruhr-Univ. Bochum.
- HAAS, J. N. (1994): First identification key for charophyte oospores from central Europe. – Eur. J. Phycol. **29**: 227-235.
- HEIN, L. (1931): Beiträge zur postglazialen Waldgeschichte Norddeutschlands – Pollenanalysen aus märkischen Mooren. – Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg **37(1)**: 5-83; Berlin.

- JAHNS, S. (2000): Late-glacial and Holocene woodland dynamics and land-use history of the Lower Oder valley, north-eastern Germany, based on two, AMS 14C-dated, pollen profiles. – *Veget. Hist. Archaeobot.* **9**: 111-123.
- LANDGRAF, L. (2022): Das Moorschutzfachkonzept Brandenburgs – wie gelingt der Klimaschutz auf Moorböden in der Praxis? – *Telma* **52**: 129-154; Hannover.
- LANG, G. 1994: Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. Jena, Stuttgart, New York. 462 S.
- LUTHARDT, V. & ZEITZ, J. (Hrsg.) (2014): Moore in Brandenburg und Berlin; (Natur + Text); Rangsdorf.
- MICHAELIS, D. (2002): Die spät- und nacheiszeitliche Entwicklung der natürlichen Vegetation von Durchströmungsmooren in Mecklenburg-Vorpommern am Beispiel der Recknitz. – *Diss. Botanica* **365**: 1-188; Berlin, Stuttgart.
- MICHAELIS, D. (2022): Bericht zu Makrofossil- und Pollenanalysen aus dem Roten Luch (Brandenburg). – Unveröff. Gutachten im Auftrag der ARGE Klimamoor. – 15 S. und Anlagen.
- MICHAELIS, D. & JOOSTEN, H. (2007): Mire development, relative sea level change, and tectonic movement along the Northeast-German Baltic Sea coast. – Bericht der Römisch-Germanischen Kommission **88**: 101-134.
- MICHAELIS, D., MROTZEK, A. & COUWENBERG, J. (2020): Roots, tissues, cells and fragments – how to characterize peat from drained and rewetted fens. – *Soil Syst.*, **4(1)**, 12; <https://doi.org/10.3390/soilsystems4010012>
- MICHAELIS, D. & SCHULT, M. (2003): Das Trebeltal bei Kirch-Baggendorf. – *Greifswalder Geogr. Arbeiten* **30**: 61-68.
- MOORE, P. D., WEBB, J. A. & COLLINSON, M. E. (1991): Pollen analysis. – 2. ed. Oxford. 216 S.
- MÜLLER, J. & NITZSCHE, C. (2014): Spezielle Probleme der Reliefformen des Barnim – Glazialmorphologie und Stratigraphie. Untersuchungen am Beispiel des Roten Luchs und der Kiesgrube bei Hoppegarten, Berlin. Freie Universität Berlin, Institut für Geowissenschaften. 89 S. (Praktikumsbericht).
- RASMUSSEN, S. O., BIGLER, M., BLOCKLEY, S. P., BLUNIER, P., BUCHARDT, S. L., CLAUSEN, H. B., CVIJANOVIC, I., DAHL-JENSEN, D., JOHNSEN, S. J., FISCHER, H., GKINIS, V., GUILLEVIC, M., HOEK, W. Z., LOWE, J. J., PEDRO, J. P., POPP, T., SEIERSTAD, I. K., STEFFENSEN, J. P., SVENSSON, A. M., VALLELONGA, P., VINTHER, B. M., WALKER, M. J. C., WHEATLEY, J. J. & WINSTRUP, M. (2014): A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. – *Quaternary Science Reviews* **106**:14-28.
- REICHEL, F. (2021): Treibhausgas-Emissionen aus organischen Böden in Brandenburg. 11 S. Greifswald Moor Centrum Schriftenreihe **02/2021** (Selbstverlag).
- SCHMIDT, K.-H. & WELKER, L. (1998): Naturräumliche Eigenschaften, Genese und holozäne Entwicklung des Durchströmungsmoores „Rotes Luch“ (Märkische Schweiz). – In: GLATTHAAR, D. & HERGET, J. (Hrsg.): Physische Geographie und Landeskunde. – Bochumer geogr. Arb., Sondert. Bd. **13**: 72-79.
- SCHRÖCK, O. (2014): Spuren in der Landschaft – Beobachtungen am Wegesrand, Waldsiefersdorfer Miniaturen III.

- SCHROEDER, J. H. & BROSE, F. (Hrsg.) (2003): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg. 9: Oderbruch – Märkische Schweiz – Östlicher Barnim / hrsg. von J. H. SCHROEDER UND F. BROSE. Selbstverl. Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e.V.; Berlin.
- TEGETMEYER, C., BARTHELMES, K.-D., BUSSE, S. & BARTHELMES, A. (2021): Aggregierte Karte der organischen Böden Deutschlands. 2., überarbeitete Fassung. – Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 01/2021: 10 S.; Greifswald (Selbstverlag).
- TEICHERT, C. (2004): Bodenentwicklung unter extensiv genutztem Niedermoorgrünland auf Teilflächen des Roten Luchs (Naturpark Märkische Schweiz). 65 S. und Anlagen. – Unveröff. Diplomarbeit Humboldt-Universität Berlin, Geographisches Institut; Berlin.
- VON Post, L. (1924): Das genetische System der organogenen Bildungen Schwedens. In: Comité International de Pédologie, IVème commission (commission pour la nomenclature et la classification des sols, commission pour l'Europe, président: B. Frosterus) (ed.) Mémoires sur la Nomenclature et la Classification des Sols (Memoirs on the Nomenclature and Classification of Soils), Helsingfors/Helsinki, 287-304.
- WELKER, M. (1995): Geochemische und geobotanische Untersuchungen zur Genese und Degradation des Durchströmungsmoores Rotes Luch (Märkische Schweiz). 101 S. und Anhang, Diplomarbeit FU Berlin.

Anschriften der VerfasserInnen:

Dr. Dierk Michaelis
 Institut für Botanik und Landschaftsökologie
 Universität Greifswald
 Soldmannstraße 15
 D-17489 Greifswald
 E-Mail: michaelisd@uni-greifswald.de

Dr. Volkmar Rowinsky
 IHU Geologie und Analytik GmbH
 Tieplitzer Straße 8
 D-18276 Prützen, Groß Upahl
 E-Mail: info@ihu-guestrow.de

Dr. Kristina Brust
 Dr. Dittrich & Partner Hydro-Consult GmbH
 Glacisstraße 9a
 D-01099 Dresden
 E-Mail: kristina.brust@hydro-consult.de

Persönliche Mitglieder zahlen einen Jahresbeitrag von 40,- Euro, korporative einen von 150,- Euro, Studenten und Auszubildende auf Antrag 10,- Euro. Der Jahresbeitrag ist bis zum 1. März des betreffenden Jahres auf das DGMT-Postbankkonto IBAN: DE90 2501 0030 0303 2003 01, BIC: PBNKDEFF zu überweisen.

Mitglieder erhalten die alljährlich herausgegebenen Bände der TELMA sowie die Beihefte zur TELMA gegen ihren Mitgliedsbeitrag.

Anträge auf Mitgliedschaft richten Sie bitte per E-Mail an info@dgmtev.de.