



Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft

EXKURSIONS- FÜHRER

Rostock 2013

DBG • Band 116 • 2013 • ISSN – 0343-1071

Schriftleitung: Chr. Ahl, Göttingen und P. Leinweber, Rostock

DBG Mitteilungen Band 116

Schriftleitung

Prof. Dr. Peter Leinweber

Bodenkunde

Universität Rostock

Justus-von-Liebig-Weg 6

18051 Rostock

peter.leinweber@uni-rostock.de

Dr. Christian Ahl

DBG Geschäftsstelle

Am Bärenberg 70

37077 Göttingen

dbg@dbges.de

ISSN – 0343-1071

Universität
Rostock



Traditio et Innovatio



Jahrestagung
der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft
7.-12. September 2013, Rostock

Böden - Lebensgrundlage und Verantwortung



Exkursionsführer

Tagungsveranstalter und Danksagung

Die Tagung wird veranstaltet von der **Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft** in Zusammenarbeit mit der **Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professuren für Bodenkunde** (*Prof. Dr. Peter Leinweber*), **Bodenphysik und Ressourcenschutz** (*Prof. Dr. Bernd Lennartz*) sowie **Landschaftsökologie und Standortkunde** (*Prof. Dr. Stephan Glatzel*).

Die Veranstalter bedanken sich herzlich bei den folgenden Institutionen und deren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die sich an der Vorbereitung und Durchführung der Exkursionen beteiligt haben:

- Amt für Umweltschutz der Hansestadt Rostock (A. Neupert, H. Wiersch)
- Finanzamt Ribnitz-Damgarten, Sandhufe 3, 18311 Ribnitz-Damgarten (A. Thüm)
- Heidelberger Sand und Kies GmbH, Am Kieswerk 4, 23992 Perniek (B. Gehrke, J. Haase)
- Humboldt-Universität Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, FG Bodenkunde und Standortlehre, Albrecht-Thaer-Weg 2, 14195 Berlin (N. Roszkopf, J. Zeitz)
- Kunstmuseum Schwaan, Mühlenstraße 12, 18258 Schwaan (H. Brunner)
- Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern, Domhof 4/5, 19055 Schwerin (J.-P. Schmidt)
- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Goldberger Str. 12, 18273 Güstrow (G. Anders, F. Idler)
- Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Dorfplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen (A. Gurgel, E. Lehmann)
- Landesforst Mecklenburg-Vorpommern - Anstalt des öffentlichen Rechts, Forstamt Friedrichsmoor, Schlossallee 9, 19306 Friedrichsmoor (M. Wirner)
- Landesforst Mecklenburg-Vorpommern - Anstalt des öffentlichen Rechts, Forstamt Bad Doberan Neue Reihe 46, 18209 Bad Doberan (W. Kauert, F. Weisbrich)
- Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde, Marine Geologie, Seestraße 15, 18199 Rostock (T. Leipe, A. Vogts, M. Voß)
- Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, (ZALF) e.V., Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg (J. Augustin, E. Borraz, R. Ellerbrock, M. Giebels, W. Hierold, M. Hoffmann, M. Sommer, M. Wehrhan)
- Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG, Zweigniederlassung Malchow/Poel, Inselstraße 15, 23999 Malchow/Poel 8 (S. Brauer, A. Moll)
- Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg, Erich-Schlesinger-Str. 35, 18059 Rostock (F. Göricke)
- Stadtforstamt, Wiethagen 9b, 18182 Rostock (J. Harmuth)
- SteinbeisTransferZentrum Angewandte Landschaftsplanung, c/o Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock (M. Henneberg, R. Neumann)

- Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, 38116 Braunschweig, Bundesallee 50 (B. Tiemeyer)
- Universität Greifswald, Institut für Geographie und Geologie, Professur Geoökologie und Bodengeographie, Friedrich-Ludwig-Jahn-Str. 17A, 17487 Greifswald (S. Bussemer, C. Kunkel, T. Baudis, M. Busch)
- Universität Hohenheim, Institut für Bodenkunde und Standortlehre, Emil-Wolff-Str. 27, 70599 Stuttgart (K. Stahr)
- Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur Geotechnik und Küstenwasserbau, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock (F. Saathoff)
- Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur Agrartechnologie und Verfahrenstechnik, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock (N. Kanswohl, S. Dettmann)
- Universität Rostock, Institut für Chemie, Lehrstuhl für Analytische Chemie, Dr.-Lorenzweg 1, 18059 Rostock (R. Zimmermann, M. Sklorz, T. Streibel)
- University of Saskatchewan, College of Agriculture and Bioresources, Department of Soil Science, Saskatoon, 105 Administration Pl, Saskatoon, SK S7N 5A2, Kanada (K. Van Rees)
- Universität Tübingen, Forschungsbereich Geographie, Rümelinstraße 19-23, 72070 Tübingen (P. Kühn)

Inhaltsverzeichnis

Allgemeiner Teil		
1.	Tagungsort und Exkursionsraum	1
2.	Das Land Mecklenburg–Vorpommern im physisch–geographischen Überblick (S. Bussemer, J. Marcinek)	3
3.	Skalenorientierte Klimakennzeichnungen und klimakorrelate geoökolo- gische Phänomene von Mecklenburg-Vorpommern (O. Stüdemann)	10
4.	Die Bodengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns (P. Leinweber)	26
5.	Land- und Forstwirtschaft in MV (D. Zimmer, P. Leinweber, N. Kans- wohl, S. Dettmann, C. Baum)	30
5.1	Flächenverhältnisse, Betriebsstrukturen, Pflanzenbau, Grünland und Agrarumweltmaßnahmen	30
5.2	Tierproduktion	32
5.3	Forstwirtschaft	36
Exkursionsbeschreibungen		
Zweitagesexkursion		
Z1	Bodengeographische Exkursion Rügen (S. Bussemer, C. Kunkel, T. Baudis)	39
Ganztagesexkursionen		
G2	Treibhausgas-Emissionen aus wiedervernässten Niedermooren Nord- ostdeutschlands (V. Huth, A. Günther, J. Augustin, E. Borraz, R. El- lerbrock, M. Giebels, W. Hierold, M. Hoffmann, G. Jurasinski, N. Ross- kopf, M. Sommer, M. Wehrhan, J. Zeitz, S. Glatzel)	50
G3	Fischland Darß – Bodenentwicklung auf pleistozänen und holozänen Sedimenten (C. Baum, P. Kahle, P. Leinweber)	65
G4	Glaziale Serie: Geomorphologie, Böden und Bodenprobleme (P. Leinweber, D. Zimmer)	75
G5	Tschernoseme auf Poel (P. Leinweber, A. Acksel, P. Kühn)	93
G6	Stoffausträger aus Kleineinzugsgebieten der Grundmoräne (P. Kahle, S. Beetz, B. Tiemeyer, B. Lennartz, S. Glatzel)	105
G7	Bodennutzung für Nachwachsende Rohstoffe & Bioenergie (P. Kahle, A. Gurgel, E. Lehmann, S. Fiedler, U. Buczko)	116
G8	Graben auf! Graben zu! Was bringt die Bodengeologische Landesauf- nahme am Leitungsgraben? (F. Idler, J.-P. Schmidt, G. Anders)	124
G9	Bodenschätzung in Mecklenburg-Vorpommern am Beispiel von Muster- stücken (A. Thüm)	137
Halbtagesexkursionen		
H1	Böden der Rostocker Heide (G. Jurasinski, B. Mahnke, T. Lorke, S. Köhler, J. Harmuth, S. Glatzel)	145
H2	Bodenschutzkonzept der Hansestadt Rostock (A. Neupert, H. Wiersch)	158
H3	Nassbaggergutmanagement der Hansestadt Rostock - praxisrelevante Verwertungsoptionen im Garten- und Landschaftsbau sowie im Deich- bau (M. Henneberg, R. Neumann)	164
H4	Landschaft - Boden – Kunst (N. Siebers, K. Van Rees, H. Brunner, P. Leinweber)	169
H5	Massenspektrometrie in der Bodenforschung: State-of-the-art-Analytik in der organischen Bodenchemie (G. Jandl)	171
H6	Bodenkundliche Strandwanderung und Küstenschutz (M. Janssen, T. Leipe, F. Göricke, B. Lennartz)	176

1. Tagungsort und Exkursionsraum

Zimmer, D. und Leinweber, P.

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

Die Tagung und die Exkursionen finden in Mecklenburg-Vorpommern (MV) statt. Das Land hat eine Fläche von 23.193 km² und 1.642.300 Einwohner (Ew). Wirtschaftlich ist MV ist vor allem durch Landwirtschaft und Tourismus sowie eine geringe Industrie- und Einwohnerdichte (71 Ew km⁻²) geprägt (Statistisches Amt MV 2012). Im Norden grenzt MV mit einer Küstenlänge von 1945 km an die Ostsee, wovon 377 km Außenküste und 1568 km Innenküste sind. Vom Priwall bis zum Nordostrand der Wismarbucht handelt es sich um eine schwach gegliederte Großbuchtenküste, darauf folgt bis zur Rostocker Heide die Ausgleichsküste mit einem Wechsel von Steil- und Flachküste. Von der Rostocker Heide bis zur Oderbucht ist die Küste durch die unregelmäßige, stark gegliederte Boddenküste geprägt. (StAUN 2009).

Die Slawenburg Rozstoc oder Rozstok befand sich am rechten Warnowufer in der Warnowniederung gegenüber dem heutigen Petritor (Lisch & Mann 1856). Der Name Rostock stammt aus dem slawischen und leitet sich aus der Eigentümlichkeit des Flusses Warnow ab; er bedeutet so viel wie Auseinanderfließen des Stromes (Lisch & Mann 1856).

Die Burg Rostock wird erstmals 1161 durch Saxo Grammaticus erwähnt, als der Obotritenfürst Niklot im Kampf gegen den Sachsenkönig Heinrich den Löwen und den Dänenkönig Waldemar unterliegt und seine Burgen - darunter auch Rostock - niedergebrannt wurden (Lisch & Mann 1856). Pribislav, ein Sohn Niklots, erhielt die Burgen später zurück und baute 1169/70 auch die Burg Rostock wieder auf (Lisch & Mann 1856), die zu einem wichtigen Hafen und Handelszentrum wurde. Mit der weiteren Germanisierung und Christianisierung entstand auf dem linken Warnowufer auch die deutsche Stadt Rostock, der 1218 durch den mecklenburgischen Fürsten Borwin I. Zollfreiheit und Lübisches Recht bestätigt wurde (Koppmann 1887). In den folgenden Jahren

wurde Rostock zu einer der bedeutendsten Hansestädte und stand Anfang des 15. Jh. auf dem Gipfel seiner wirtschaftlichen Blüte (Koppmann 1887). Im Jahre 1419 erlangte Rostock als nichtreichsfreie Stadt mit Unterstützung der Herzöge Johann IV. und Albrecht V. von Mecklenburg vom Papst die Erlaubnis zur Gründung einer Universität, der die gleichen Privilegien und Immunitäten wie denjenigen in Wien, Leipzig und Köln verliehen wurden (Laban & Glasow o. J.).

Heute hat Rostock 204.260 Einwohner und eine Fläche von 181 km² (Statistisches Amt MV 2012). Im Tagungsjahr 2013 ist die Stadt Rostock 795 Jahre und die Universität Rostock 594 Jahre alt – runde Jubiläen der Stadt und der Universität stehen also in wenigen Jahren an. Aktuell hat die Universität ca. 14.500 Studierende. Die Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft findet auf dem Campus Ulmenstrasse der Universität Rostock statt.

Der Exkursionsführer wurde weitestgehend von den Exkursionsleitern zusammengestellt. Dem entsprechend enthalten die Einzelbeiträge unterschiedliche Grade der Detailliertheit je nach der spezifischen beruflichen Expertise der Autoren. Editorielle Vereinheitlichungen beschränken sich auf ein Minimum an Formalien. Generell gilt: Die Verantwortung für die Inhalte liegt allein bei aufgelisteten Autoren(INNEN). Die Herausgeber sind sich bewusst, dass nach Auslieferung sowie im Verlaufe der Exkursionen einzelne Beschreibungen oder Interpretationen in Frage gestellt oder durch bessere Vorschläge ersetzt werden können. Wir bitten ausdrücklich darum, uns solche Kritiken und Vorschläge zeitnah zu übermitteln, damit wir sie ggf. noch vorab in die Exkursionen bzw. in den digital auf der Internet-Seite der Gesellschaft abgelegten Exkursionsführer einarbeiten können. Damit unterstützt jede hilfreiche Kritik das Vorhaben der DBG, durch digitale Aufbereitung aller Exkursionsführer dauerhaft einen allgemein zugänglichen Fun-

des für die Nutzung und Verbreitung bodenkundlichen Wissens zu schaffen.

Literatur

Koppmann, K. (1887) Rostocks Stellung in der Hanse. (Vortrag gehalten in der Generalversammlung des Vereins zu Rostock am 12 Juli 1886). Jahrbücher des Vereins für Mecklenburgische Geschichte und Altertumskunde Band 52, S. 183-208

Labahn, K. & Glasow, M. (o. J.) <http://www.uni-rostock.de/ueber-uns/geschichte/leuchte-des-nordens/chronik/>

Lisch, G. C. F. & Mann, V. H. (1856) Beiträge zur älteren

Geschichte Rostock, namentlich über die alte fürstlich Burg zu Rostock. Jahrbücher des Vereins für Mecklenburgische Geschichte und Altertumskunde, Band 21, S. 3-50

Statistisches Amt MV (2012) www.statistik-mv.de

StAUN (2009) Regelwerk Küstenschutz Mecklenburg-Vorpommern. Hrsg. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz

Übersicht der Exkursionen

Sonnabend, 07.09. – Sonntag 08.09.2013

Z1: Bodengeographische Exkursion Rügen

Sonnabend, 07.09.2013

G2: Treibhausgas-Emissionen aus wiedervernässten Niedermooren Nordostdeutschlands

G4: Glaziale Serie: Geomorphologie, Böden und Bodenprobleme

G8: Graben auf! Graben zu! Was bringt die Bodengeologische Landesaufnahme am Leitungsraben?

Sonntag, 08.09.2013

G5: Tschernoseme auf Poel

G6: Stoffausträge aus Kleineinzugsgebieten der Grundmoräne

G3: Fischland Darß – Bodenentwicklung auf pleistozänen und holozänen Sedimenten

G9: Bodenschätzung in Mecklenburg-Vorpommern am Beispiel von Musterstücken

H1: Böden der Rostocker Heide

Donnerstag, 12.09.2013

G7: Bodennutzung für Nachwachsende Rohstoffe & Bioenergie

H2: Bodenschutzkonzept der Hansestadt Rostock

H3: Nassbaggergutmanagement der Hansestadt Rostock - praxisrelevante Verwertungsoptionen im Garten- und Landschaftsbau sowie im Deichbau

H4: Landschaft – Boden – Kunst

H5: Massenspektrometrie in der Bodenforschung: State-of-the-art-Analytik in der organischen Bodenchemie

H6: Bodenkundliche Strandwanderung und Küstenschutz

2. Das Land Mecklenburg–Vorpommern im physisch–geographischen Überblick

¹Bussemer, S. und ²Marcinek. J.

¹Universität Greifswald, Geoökologie und Bodengeographie, Friedr.-Ludwig-Jahn-Str. 17A, D-17487 Greifswald

²Humboldt Universität zu Berlin, Geographisches Institut, 10099 Berlin

Geologisch-morphologische Leitlinien MVs

Präquartäre Entwicklung

Unter der Decke quartärer Ablagerungen MVs liegen mehrere tausend Meter mächtige Absätze in einer riesigen Mulde mit etwa herzynischer Ausrichtung (Katzung 2004a). Eine langgezogene Schwelle mit dem Rügen-Hoch teilt diese tektonische Grundstruktur in einen nördlichen (Dänische Senke) sowie einen südlichen Bereich mit dem heutigen MV, welcher im Süden von der eindrucksvollen Bruchzone der Mitteldeutschen Hauptlinie begrenzt wird (Ruchholz 1991). Die sog. Mitteleuropäische Senke wurde um mehrere Tausend Meter abgesenkt, wobei diese Grundtendenz sich bis heute verfolgen lässt (Bentz 1949, Grünthal & Katzung 2004). Im sog. „Hamburger Loch“ stapeln sich so allein Tertiärsedimente von rund 2.000 m Mächtigkeit übereinander (Gellert 1958). In jüngster Zeit sind daran sicherlich auch abwärts gerichtete glazialisostatische Ausgleichsbewegungen beteiligt, wobei die Nordrügenscholle mit ihrem hochgelegenen Fundament (ca. 1.000 m) eine Sondersituation darstellt.

Im Fundament des westlichen Bereichs dehnt sich aus dem Rostocker bis in den Berliner Raum das riesige Ostelbische Massiv mit einer Obergrenze in knapp 10 km Tiefe aus, dessen Genese bis heute kontrovers diskutiert wird (Katzung 2004b). Während der varistischen Gebirgsbildung in der zweiten Hälfte des Paläozoikums formten vor allem gewaltige Mengen subsequenter Magmatite den mecklenburgischen Untergrund (Katzung 2004c). Die stärkste Absenkung in der Norddeutschen Senke lässt sich etwa von Perm bis Keuper nachweisen (Haefke 1959), wobei vor allem das Zechstein-Salinar im Bereich des Germanischen Beckens von großer Bedeutung für die Landesgeologie ist (Gellert 1958). Ab der mittleren

Trias folgten dann bis zum Tertiär gegensätzliche Bewegungen in einem kleingekammerten Mosaik, wobei die vorherrschende Senkungstendenz anhielt.

Aus rohstoffkundlicher Sicht ist das Aufsteigen von Zechsteinsalzen in etlichen Salzstöcken von großer Bedeutung. Als bekanntester Diapir MVs kann das Gipsvorkommen bei Lübbtheen gelten. Im Hauptdolomit des Zechsteins lagern Erdöl und Erdgas mit der größten Lagerstätte unter dem Achterwasser/Halbinsel Gnitz auf Usedom, deren Umfang seit 2009 wieder neu untersucht wird (NDR 2012). Auf Jasmund (Rügen) wurde Schreibkreide der Oberkreide für industrielle Zwecke abgebaut. Rupel- und Septarienton aus dem Mitteloligozän wird vor allem für die Ziegelherstellung genutzt.

Eiszeitliche Reliefgestaltung

Im Wesentlichen prägten die Gestaltungsprozesse des Inlandeises und dessen Schmelzwässer der jüngsten Kaltzeit (Weichsel) die naturräumlichen Strukturen der mecklenburgisch–vorpommerschen Landschaften. Nur im Südwesten des Landes blieben Prozesse der mittelpleistozänen Saalevergletscherung bis heute reliefbildend (Bremer 2004).

Die weichselzeitlich geprägte Landschaft ist wie jedes Jungmoränengebiet durch Seenreichtum, ein unübersichtliches Flussnetz, teilweise steile Hänge und geschlossene Hohlformen gekennzeichnet (Marcinek & Nitz 1973), während dem südwestlich anschließenden Altmoränenland diese Merkmale fehlen. Somit kann MV als das Jungmoränenland schlechthin gelten, für dessen unikale Reliefentwicklung fünf Hauptetappen verantwortlich sind (Marcinek 1978):

1. die glaziäre Phase der Reliefgestaltung,
2. die periglaziäre Phase der Überformung des Glazialreliefs,

3. die Regenerationsphase des periglaziär überformten Glazialreliefs,
4. die Phase der natürlich holozänen sowie,
5. die Phase der anthropogen beeinflussten holozänen Reliefgestaltung.

Zentrale Bedeutung besitzt dabei die dritte Regenerationsphase an der Wende von Kalt- zur Warmzeit, als vor rund 10.000 Jahren das Schwinden des Dauerfrostbodens und das Tieftauen der verschütteten Inlandeisreste zum typischen Jungmoränenland führten (vgl. Binnenentwässerungsgebiete in Abb. 1). Folgende weiträumige Formungsbereiche entstanden dabei in MV mit angrenzenden Gebieten (Marcinek 2002):

1. Der zum Altmoränenland mutierte Bereich mit Teilen der Prignitz und Hagenower Hochfläche sowie der in das Vorland geschütteten Sander einschließlich der Lewitz als Südliche Vorlandzone des Nördlichen Landrückens,
2. Mecklenburgisch-Brandenburgische Seenzone (Seenplatte des Nördlichen Landrückens),
3. Mecklenburgisch-Brandenburgische Beckenzone (Lübecker, Wismarer, Bützower, Güstrower, Malchiner, Tollensee- und Uecker Becken),
4. Seenarme Zone der vorpommerschen flachen Grundmoränenplatten,
5. Hügellandzone der Inseln Vorpommerns.

Das Land durchziehen sämtliche wesentliche Eisrandlagen der Weichselvergletscherung (Bramer 1991, Abb. 1). Im westlichsten Mecklenburg wird die Maximalausdehnung kontrovers diskutiert (Bramer 1991). Die zugehörige Brandenburger Eisrandlage lässt sich erst südöstlich von Schwerin lückenhaft verfolgen und biegt dann scharf nach Süden ab.

Die Frankfurter Eisrandlage ist von der Gegend des Schaalsees über die Südspitze des Plauer Sees bis südlich der Müritz recht gut zu fassen - sie markiert hier im wesentlichen die Südbegrenzung der Seenzone. Abgesehen vom Nordteil des Schweriner Sees begrenzt die oft durch markante Höhenzüge gekennzeichnete Pommersche Haupteisrandlage die Seenzone nach Norden, wobei dieses Stadium

flächenhaft seinen eigenen W2-Geschiebemergel aufweist. Der in diesem Gürtel gelegene Helpter Berg nahe Woldegk stellt mit 179 m die höchste Erhebung in MV dar und ist als isoliertes hochliegendes Massiv glazial-tektonischer Genese beschrieben worden (Bremer 2004). Der jüngste Eisvorstoß hinterließ im Bundesland die noch die größten Teile Vorpommerns bedeckende W3-Grundmoräne des Mecklenburger Stadiums. Als Eisrandlage entspricht ihr die Rosenthaler Staffel, welche vor allem in den Brohmer Bergen nordwestlich von Pasewalk mustergültig entwickelt ist. Als letzter markanter festländischer Eishalt schwingt die Velgaster Staffel von Usedom aus Richtung Greifswald und in die Gegend von Stralsund, um dann über das namengebende Velgast in die Ostsee (Darßer Schwelle) nach Gedser abzubiegen. Der Endmoränencharakter der schwungvollen Höhenzüge auf den vorgelagerten Inseln (v. a. Nordrügen – Ostusedomer Eisrandlage) wird hingegen kontrovers diskutiert (Bremer 2004 sowie Beschreibung Rügenexkursion Z1 in diesem Band).

Großflächige Grundmoränenplatten finden sich im Altmoränenland, wie beispielsweise auf der Prignitz oder der Hagenower Hochfläche mit den mächtigsten quartären Ablagerungen überhaupt (über 400 m). Unter den weiten Hochflächen im Jungmoränenland sind die sehr ebenen Ausbildungen der vorpommerschen Zone nordöstlich des Randow-Recknitz-Urstromtales besonders bemerkenswert.

Entwicklung des südlichen Ostseeraums

Während sich das niedertauende nordische Inlandeis zum Ende der Weichsel-Kaltzeit hin am mittelschwedisch-südfinnischen Salpaussekä-Stadium nochmals stabilisierte, staute sich im Ostseebecken bereits der **Baltische Eisstausee** auf (**Süßwasser**). Er floss vor 10.200 Jahren (alle Zeitangaben nach Ehlers 1994 und 2011) über die mittelschwedische Senke ab und setzte dabei seinen Wasserspiegel beträchtlich herab, wodurch nun umgekehrt der Weg für **Salzwasser** des **Yoldia-Meeres** frei wurde.

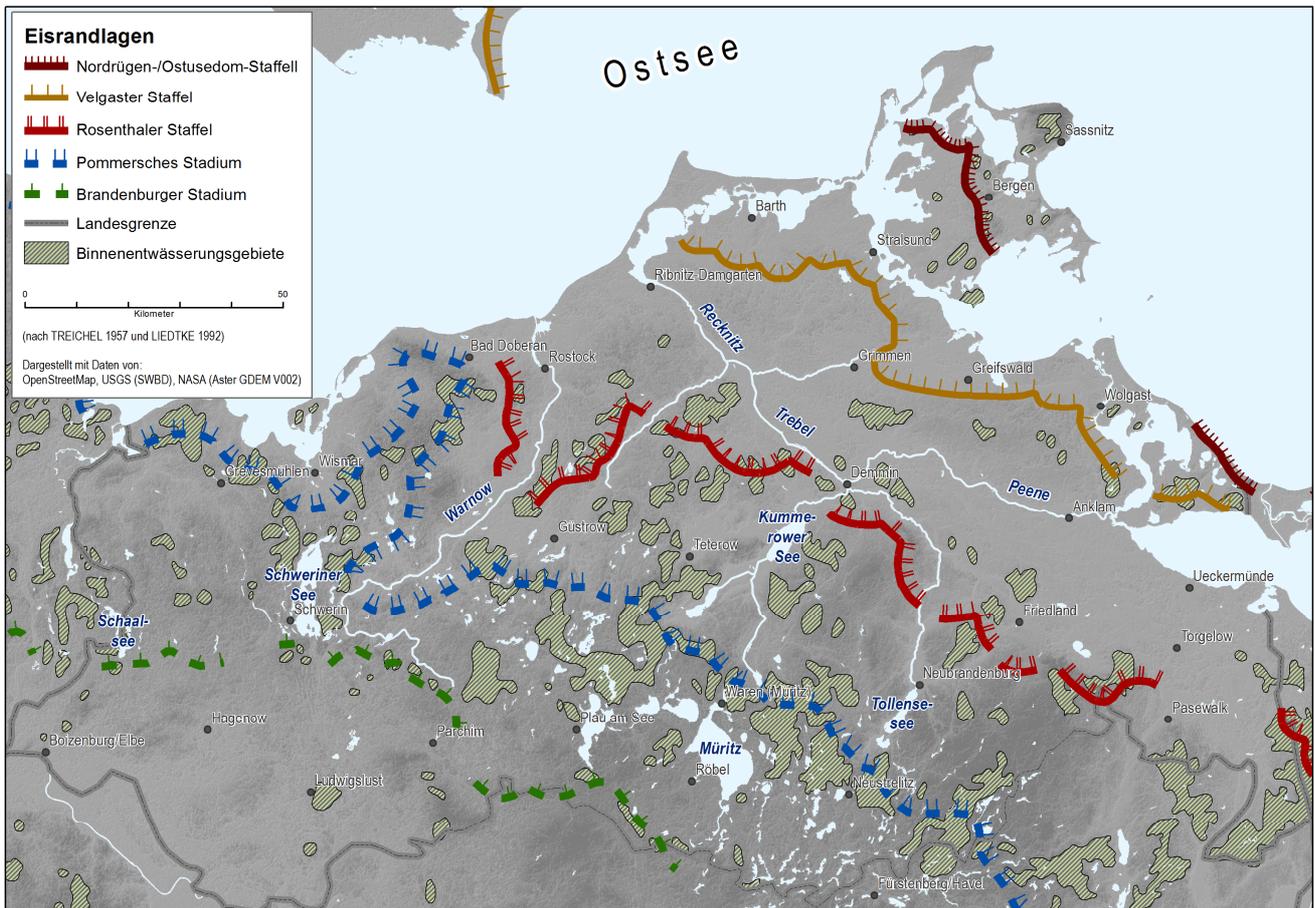


Abb. 1: Haupteisrandlagen und Gewässernetz MVs generalisiert nach Treichel (1957) und Liedtke (1994), Kartographie T. Baudis & M. Busch

Letzteres existierte knapp tausend Jahre (bis 9.300 v. h.), wobei in diesen ersten beiden Phasen jedoch die heutige Südküste der Ostsee noch nicht erreicht wurde. Danach unterbrachen glazialisostatische Hebungen die genannte Verbindung und im Ostseebecken entwickelten sich die Großseen der **Ancylusphase** (Kliewe & Schwarzer 2002). Ihr **Süßwasser** erreichte im Osten MVs möglicherweise schon den heutigen Küstenbereich (Hoffmann & Lampe 2002). Im Bereich der Darßer Schwelle lief der Ancylussee schließlich über und hinterließ die Darßer Rinne (Reinhard 1959).

Mit Fortsetzung der globalen Gletscherschmelze stieg der Meeresspiegel weiter an. Im Zuge der seit etwa 8.000 Jahren anhaltenden **Litorina-Transgression** drang nun auch wieder Meerwasser in das Ostseebecken ein (Brackwassermeer), diesmal allerdings über Kattegat, Sunde und Belte. Die großen Zungenbecken der Lübecker und Wismarer Bucht wurden überflutet sowie höheres Gelände wie Fisch-

land, Darß, Zingst, Dornbusch, Wittow, Jasmund, Granitz, und Mönchgut in ein Insel-Halbinsel-Archipel verwandelt (Hurtig 1954, Kliewe & Schwarzer 2002). Im Resultat der nachfolgenden Abtragungs- und Anlandungsvorgänge entstand neben der mecklenburgischen Großbuchten- und Ausgleichsküste auch die unikale Bodden-Ausgleichsküste Vorpommerns (Niedermeyer & Schumacher 2004).

Gewässerentwicklung & Hydrogeographie

Im Vergleich zu allen anderen deutschen Naturraumtypen begann die Neuanlage des Gewässernetzes im Jungmoränenland MVs stark verzögert. Im Resultat weist das Bundesland, bis auf den vom Weichselgletscher nicht erreichten Südwesten, so ein relativ unübersichtliches seenreiches Gewässernetz auf (Treichel 1957). In der ersten Phase schürfte der weichselzeitliche Gletscher spätere Seebecken aus und vor dem Eisrand entwickelten sich teilwei-

se markante Schmelzwasserabflusswege wie die Lewitz vor der Frankfurter Staffel westlich der heutigen Müritz. Mit dem weiteren Niedertauen wurden dann markante Entwässerungsbahnen schon auf das Ostseebecken eingestellt, welche wie das Randow-Recknitz-Urstromtal oder Peenestrom/Strelasund bis heute den östlichen Landesteil prägen.

Anschließend bildete sich über Dauerfrostboden ein hierarchisches Flussnetz, dessen Spuren selbst im jüngsten Jungmoränenland deutlich nachgewiesen wurden (Lembke & Marcinek 1965). Über eine rasch wirkende rückschreitende Erosion formte das stoßweise im Frühsommer abfließende Schneeschmelzwasser verzweigte Strombäume aus Kastentälern. In diesem Prozess wurde das an die weiterführende Entwässerung angeschlossene Gebiet durch Rückverlegung der Wasserscheiden ständig vergrößert. Die zukünftigen Seebecken waren in dieser Zeit noch von um- und überschütteten Inlandeisresten blockiert (Beckenerhaltungs- oder Konservierungsphase nach Marcinek & Brose 1972, Nitz 1984).

In der spätglazial-ältholozänen Übergangsphase setzte mit dem Schwinden des Dauerfrostbodens und dem Austauen des Toteises die eigentliche Seenbildung ein, welche durch Verzahnung mit der Flussentwicklung zu dramatischen Umbrüchen im Gewässernetz führte. Im frühen bis mittleren Holozän verlandeten diese Seen durch Organo- und Karbonatmudden dann kontinuierlich und intensiv (Kaiser 2001). Das Jungholozän weist eine zusätzliche Vielfalt von anthropogenen Beeinflussungen des Gewässernetzes durch Durchstiche der Wasserscheiden sowie Aufstauung und Ablassung von Seen mit großflächigen Wasserspiegelschwankungen auf (Lorenz 2007).

Resultierend ist MV heute das seenreichste deutsche Bundesland (1373 km² oder 5,9 % der Landesfläche). Die Müritz stellt mit 117 km² Fläche gleichzeitig den größten innerdeutschen See dar, danach folgen Schweriner, Plauer und Kummerower See (Abb. 1). Die hydrographischen Kartenwerke verzeichnen auf dem Landesgebiet eine weitgehend von Ost nach West verlaufende Hauptwasserscheide, sie das unmittelbare Küsteneinzugs-

gebiet mit vielen kleinen Flüssen (Warnow, Peene) vom südöstlichen Odergebiet bzw. dem südwestlichen Elbegebiet trennt (Abb. 1).

Vegetation & Grundzüge der Landnutzung

Der Wald besiedelte noch, beginnend mit der ausgehenden Weichselkaltzeit, auch den äußersten Nordosten Deutschlands, wobei Birken (*Betula*), Kiefern (*Pinus*) und Weiden (*Salix*) die Vorhut bildeten. Im schon wahrnehmbar bewaldeten Alleröd-Interstadial wurde MV von Ausläufern der Laacher Vulkanaschen erreicht, welche heute als dünne Tuffdecke in den Abhängen damaliger Seen und Moore zu finden ist (Theuerkauf 2003). Mit der anschließenden Jüngeren Tundrenzeit endete auch das Jungpaläolithikum, in welchem kleine Jägergruppen ihre umgebende Natur nur unbedeutend überprägten (Terberger et al. 2004).

Mit dem Beginn unserer Warmzeit verdichtete sich der Baumbestand MVs mit Ausnahme der nassen Niederungen des Binnenlandes sowie der sich mit der Litorina-Transgression ausbreitenden Strandbereiche als regionaler Besonderheit. Begünstigt von kontinentaleren Verhältnissen im Präboreal und Boreal dominierte anfangs die Taiga (de Klerk, Michaelis & Spangenberg 2001, S. 204). Mit dem allgemeinen Temperaturanstieg sowie dem Vordringen des Meeres glitt MV allerdings kontinuierlich in die sommergrüne Laubwaldzone hinein. Hatte sich die Hasel (*Corylus*) bereits im Boreal stark in den Wäldern ausgebreitet, so entwickelte sich im Atlantikum nun mit Eiche (*Quercus*), Linde (*Tilia*), Ulme (*Ulmus*), Esche (*Fraxinus*) und auch Ahorn (*Acer*) ein artenreicher Eichenmischwald. Im folgenden Subboreal wanderte aus östlicher bis südöstlicher Richtung die Hainbuche (*Carpinus betulus*) ein und von Süden her kam die (Rot)Buche (*Fagus sylvatica*) dominierend auf. Sie beherrschte als ozeanisches Element im Subatlantikum I schließlich die naturnah verbliebenen Wälder (Abb. 2). Die Buche wurde dermaßen zum Prototyp dieser nordostdeutschen Landschaft, dass sie auch international als (süd)baltisches Buchenwaldgebiet ausgewiesen wird (Bohn & Gollub 2007).

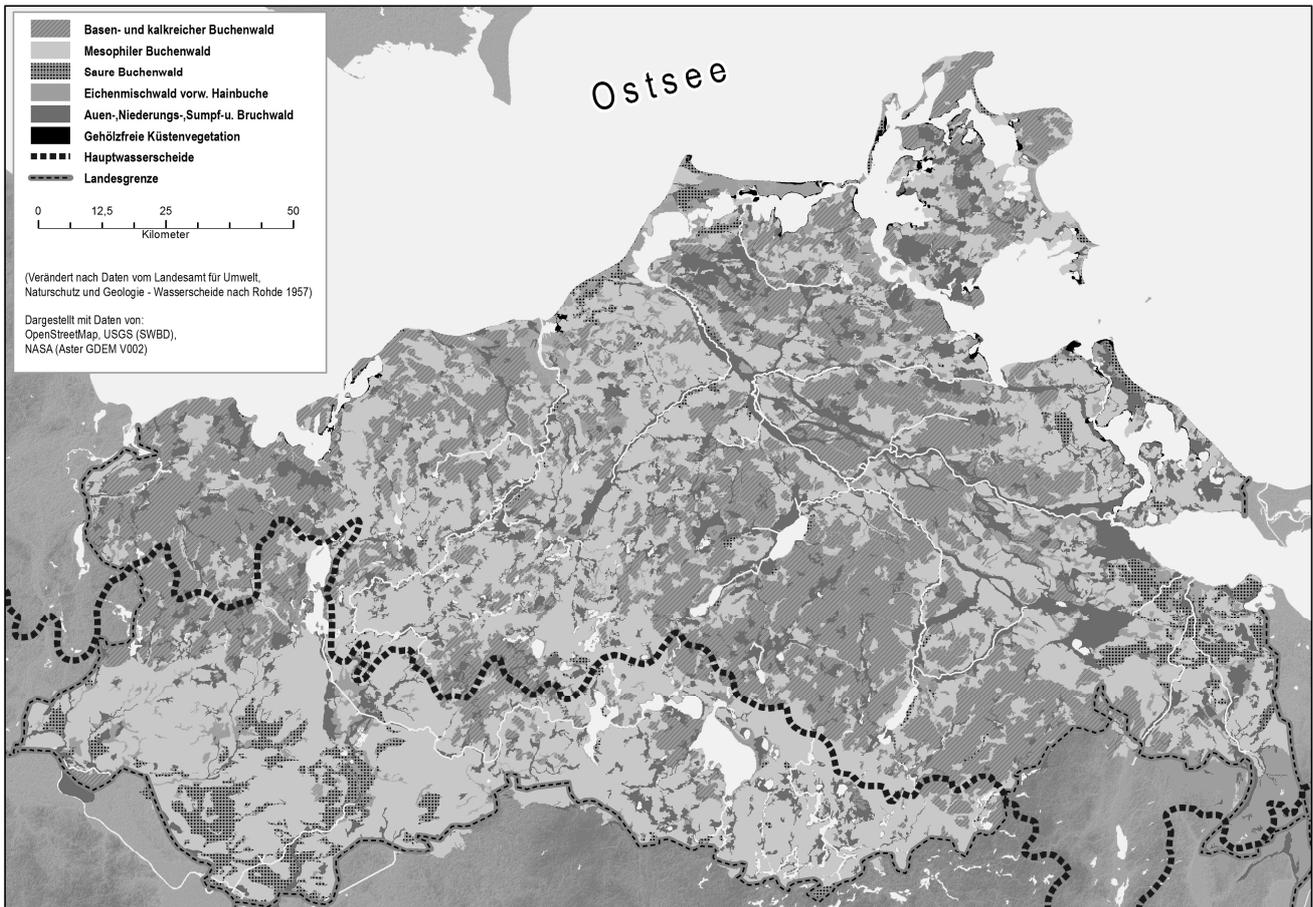


Abb. 2: Potentiell natürliche Vegetation in Mecklenburg-Vorpommern generalisiert nach dem potentiell natürlichen Vegetationskataster (LINFOS-Geodaten) des LUNG M-V. Kartographie M. Busch & T. Baudis.

Vor allem in den letzten Jahrtausenden hat der Mensch jedoch die Waldfläche zurückgedrängt und die Baumzusammensetzung deutlich verändert. Rodungen gab es vermutlich schon im ausgehenden Neolithikum (Küster et al. 2011), spätestens aber dann großflächig in der Bronzezeit (Bork et al. 1998). In der Völkerwanderungszeit erholten sich die Waldbestände zwar, anschließend rodete der Mensch während der Ostkolonisation große Flächen und drängte den Wald teilweise sogar deutlich über die heutige Fläche zurück (Ortelius 1588, Schmettau 1787). Nach Wiederaufforstungen in den letzten Jahrhunderten bedeckt der Wald heute etwas über 20 % der Landesfläche, neben diesen Forsten nehmen Äcker und Wiesen die größten Flächen ein.

Aus regionaler Sicht treten im heute eher waldarmen mecklenburg-westvorpommerschen Bereich auf reichen Standorten reine Buchenwälder mit Lungenkraut, Zahnwurz und Waldgerste im Unterwuchs auf (Schulze 2009).

Auf ärmeren Standorten gesellt sich die Stieleiche hinzu. Im heute noch walddreichen ostvorpommerschen Küstenvorland (über 30 %) dominieren ebenfalls Buchenwaldgesellschaften. Das rückwärtige ostmecklenburg-vorpommersche Jungmoränenland ist wieder als waldarm einzuschätzen (unter 15 %).

Küstendünen mit ihrer eigenen Vegetation, Kiefern auf Haken und vor allem Nehrungen zieren bis heute das Ostsee-Küstenland. Weit hin sind in ehemaligen Schmelzwasserläufen noch Flach- oder Niedermoore erhalten, teils sogar noch mit größeren Resten von Erlenbruchwäldern, wie beispielsweise in der Randow-Recknitz-Urstromtalung und zugehörigen Tälern wie dem Peenetal. Auch eher maritime Elemente wie die ostwärts abnehmenden Übergangs- bis Hochmoore gehören in die natürliche Vegetation, während sich die Stechpalme (*Ilex aquifolium*) als atlantischer Einzelvertreter bis in das südöstliche Rügen verfolgen lässt.

Die Buchenwälder der Stubnitz auf Rügen sowie andere bemerkenswerte Restbestände lassen die Schönheit des ursprünglichen Waldes erahnen und werden inzwischen auch als UNESCO-Weltnaturerbe geschützt, aber auch die tausendjährigen Eichen von Ivenack gehören zu den spektakulären Naturschönheiten Mecklenburg-Vorpommerns.

Literatur:

- Bentz, A. (1949) Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland.- Amt für Bodenforschung, 387 S., Hannover-Celle.
- Bohn, U. & Gollub, G. (2007) Buchenwälder als natürliche Vegetation in Europa.- Natur und Landschaft 82, S. 391-397, Bonn.
- Bork, H.-R., Bork, H., Dalchow, C., Faust, B., H.-P. Piör & Schatz, T. (1998) Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. 328 S., Klett-Perthes Gotha und Stuttgart.
- Bramer, H. (1991) Das Jungmoränenland.- In: H. Bramer et al. Physische Geographie Mecklenburg Vorpommerns, Brandenburgs, Sachsens-Anhalts, Sachsens und Thüringens. S.554-627, Hermann Haack Gotha.
- Bremer, F. (2004) Glaziale Morphologie.- In: G. Katzung (Hrsg.): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern. S. 284-291, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Ehlers, J. (1994) Allgemeine und historische Quartärgeologie.- 358 S., Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- Ehlers, J. (2011) Das Eiszeitalter.- 364 S., Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg.
- Gellert, J.H. (1958) Grundzüge der Physischen Geographie von Deutschland.- 492 S., Dt. Verl. Wiss. Berlin.
- Grünthal, G. & Katzung, G. (2004) Vertikale Krustenbewegungen und Erdbeben-Gefährdung.- In: G. Katzung (Hrsg.): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern. S. 468-477, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Haefke, F. (1959): Physische Geographie Deutschlands. - 357 S., Dt. Verl. Wiss. Berlin.
- Hoffmann, G. & Lampe, R. (2002): Sedimentationsmodell eines holozänen Seegatts an der südlichen Ostseeküste (Bannemin, Insel Usedom) auf der Grundlage neuer Wasserstandsmarken.- Rostocker Meeresbiolog. Beiträge 11, S. 11-21, Rostock.
- Hurtig, T. (1954) Die Mecklenburgische Boddenlandschaft und ihre entwicklungsgeschichtlichen Probleme. - 148 S., Dt. Verl. Wiss. Berlin.
- Kaiser, K. (2001) Die spätpleistozäne bis frühholozäne Beckenentwicklung in Mecklenburg-Vorpommern.- Greifswalder Geogr. Arb. 24, 207 S., Greifswald.
- Katzung, G. (2004a) Regionalgeologische Stellung und Entwicklung. - In: G. Katzung (Hrsg.): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern. S. 8-37, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Katzung, G. (2004b) Krustenbau und kristallines Fundament. - In: G. Katzung (Hrsg.): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern. S. 364-370, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Katzung, G. (2004c) Perm. - In: G. Katzung (Hrsg.): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern. S. 95-98, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Klerk de, P., Michaelis, D.. & Spangenberg, A. (2001) Auszüge aus der Weichsel-spätglazialen und holozänen Vegetationsgeschichte des Naturschutzgebietes Eldena (Vorpommern). Greifswalder Geographische Arbeiten 23: 187-208.
- Kliewe, H. (1959) Ergebnisse geomorphologischer Untersuchungen im Odermündungsraum.- Geogr. Ber. 10/11, S. 10-26, Berlin.
- Kliewe, H. & Schwarzer, K. (2002) Die deutsche Ostseeküste. - In: H. Liedtke & J. Marcinek (Hrsg.): Physische Geographie Deutschlands. - S. 343-383, Klett-Perthes Gotha.
- Küster, M., Ruchhöft, F., Lorenz, S. & Janke, W. (2011) Geoarchaeological evidence of Holocene human impact and soil erosion on a till plain in Vorpommern (Kühlenhagen, NE-Germany).- Eiszeitalter und Gegenwart 60, S. 455-463, Greifswald.
- Lembke, H. & Marcinek, J. (1965): Die Entwicklung des Flußnetzes im Gebiet der weichseleiszeitlichen Vergletscherung.- In: J.F. Gellert (Hrsg.): Die Weichsel-Eiszeit im Gebiet der DDR. S. 114-131, Berlin.
- Liedtke, H. (1994) Die Gliederung des Eiszeitalters in Norddeutschland und das Holozän.- In: H. Liedtke & J. Marcinek (Hrsg.): Physische Geographie Deutschlands. S. 264-273, Perthes Gotha.
- Lorenz, S. (2007) Die spätpleistozäne und holozäne Gewässernetzentwicklung im Bereich der Pommerischen Haupteisrandlage Mecklenburgs.- Diss. Univ. Greifswald, 347 S., Greifswald.
- Marcinek, J. (1978): Phasen der Gewässernetz- und Reliefentwicklung im Jungmoränengebiet der DDR.- Wiss. Zt. EMAU Greifswald 27, S. 63-64, Greifswald.
- Marcinek, J. (2002) Die Jungmoränengebiete Norddeutschlands. - In: H. Liedtke & J. Marcinek (Hrsg.): Physische Geographie Deutschlands. - S.415-437, Klett-Perthes Gotha.

- Marcinek, J. & Brose, F. (1972) Das Gewässernetz in der Jungmoränenlandschaft.- *Wiss. Ztschr. Univ. Greifswald Math.-nat. R.* 21, S. 53-56, Greifswald.
- Marcinek, J. & Nitz, B. (1973): Das Tiefland der DDR – Leitlinien seiner Oberflächengestaltung. - 288 S., Hermann Haack Gotha.
- NDR (2012): Widerstand gegen Erdöl-Bohrungen vor Usedom.-<http://www.ndr.de/regional/mecklenburg-vorpommern/erdoelusedom101.html>, abgerufen am 20.11.2012.
- Niedermeyer, R.-O. & Schumacher, W. (2004) Gliederung, Vorgänge und Sedimente an der Küste. - In: G. Katzung (Hrsg.): *Geologie von Mecklenburg-Vorpommern*. S. 333-346, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Nitz, B. (1984) Grundzüge der Beckenentwicklung im mitteleuropäischen Tiefland.- *Petermanns geogr. Mitt.* 128, S. 133-142; Gotha.
- Ortelius, A. (1588) *Ortelius-Karte*.
- Reinhard, A. (1959) Beiträge zur Entwicklung der Küstenlandschaft der südlichen Ostsee. - *Geogr. Ber.* 10/11, S. 1-9, Berlin.
- Rohde, I. (1968) Karte Relief und Einzugsgebiete.- In: *Hydrographisches Kartenwerk der DDR*, Berlin 1968.
- Ruchholz, K. (1991) Grundzüge der geologischen Entwicklung – Präquartär. In: H. Bramer u.a. *Physische Geographie Mecklenburg-Vorpommerns, Brandenburgs, Sachsen-Anhalts, Thüringens und Sachsens*. S. 116-203, Hermann Haack Gotha.
- Schulze, G. (2009) Standortkundliche Erkundungsanleitung Mecklenburg-Vorpommern (SEA 95). Selbstverlag Friedrichsmoor.
- Schmettau, F.W.K. (1787) *Schmettausches Kartenwerk*. Reprint Nordost-Institut Lüneburg.
- Terberger, T., de Klerk, P., Helbig, H., Kaiser, K. & P. Kühn, P. (2004) Late Weichselian landscape development and human settlement in Mecklenburg-Vorpommern (NE Germany).- *Eiszeitalter und Gegenwart* 54, S. 138-175, Hannover.
- Theuerkauf, M. (2003) Die Vegetation NO-Deutschlands vor und nach dem Ausbruch des Laacher See-Vulkans.- *Greifswalder Geogr. Arb.* 29, S. 143-189, Greifswald.
- Treichel, F. (1957) Die Haupt- und Nebenwasserscheiden in Mecklenburg.- *Diss. Math.-Nat. Fakultät der Univ. Greifswald*

3. Skalenorientierte Klimakennzeichnungen und klimakorrelate geoökologische Phänomene von Mecklenburg-Vorpommern¹

Stüdemann, O.

em. Prof. Dr. sc. habil., Universität Rostock. Dieser Beitrag basiert auf dem Fachbuch von Stüdemann, O. „Aspekte der Geoökologie“ Weißensee Verlag, Berlin, 2008, 425 Seiten

1. Methodische Aspekte

1. Die angewandte Meteorologie und Klimatologie entwickeln sich nach anwendungsbezogenen Konzepten. Beiträge zur Bodengenese, für die Leistungsberechnung von Windkraftanlagen, zum innerstädtischen Luftaustausch oder für ein hierarchisches Ozon-Biomonitoring-System erfordern die Ausarbeitung spezifischer Methoden und Verfahren der Klimaanalyse und der Datenaufbereitung meteorologischer Messwerte (z.B. Cluster-Techniken, Fuzzy-Simulation).

2. Ziel und Gegenstand der Untersuchung eines geoökologischen oder technischen Problems bestimmen die relevanten Skalen einer Inventar-Prozess-Strukturanalyse des Klimas und/oder meteorologischer Ereignisse. Quantität, Qualität und statistische Repräsentativität der räumlichen Heterogenität und zeitliche Variabilität meteorologischer Elemente und Komponenten sind für verschiedene Szenarien der Wirtschaftsentwicklung und der Aktivitäten des Menschen zu kennzeichnen und zu beurteilen.

3. Eine hohe Effizienz des Einsatzes von Mitteln zur Lösung eines klimakorrelaten geoökologischen Problems setzt die Verwendung kategorialer Begriffe zur Kennzeichnung der stofflichen, energetischen, funktionalen, prozessualen und gesellschaftlichen Zusammenhänge voraus (Stüdemann 2008, S. 50ff).

4. Unter Beachtung des holistischen Ansatzes, des strengen Nachhaltigkeitsparadigmas und der detaillierten Komplexität geoökologischer Phänomene müssen Ziele und Aufgaben der Bodenkunde die Geoökosystemanalysen mitbestimmen. Es darf nicht akzeptiert werden, dass z. B. Bodenfruchtbarkeit, Fruchtfolge oder Bodenerosion durch Wind oder Wasser nach kurzzeitig zu realisierendem Maximalprofit beurteilt werden.

2. Allgemeine Klimakennzeichnungen

2.1 Makroklima (Tab. 1)

Das subozeanische Klima von MV zeigt sich in der Abnahme des klimatischen Einflusses des Atlantiks in einem NW-SE-Gefälle, z. B. der mittleren Lufttemperatur des kältesten Monats an der Küste (a) und im Binnenland (b) sowie (c) in den Jahresschwankungen der Monatsmittel der Lufttemperatur für das Vorkommen von Buchenwaldgesellschaften (Scamoni et al. 1969):

- a) Boltenhagen 0,2; Kirchdorf/Poel 0,0; Kloster/Hiddensee -0,1; Greifswald -0,7; Zinnowitz -1,2°C
- b) Boizenburg -0,3; Schwerin -0,4; Goldberg 0,8; Neubrandenburg -1,1; Woldegk -1,6°C
- c)
 - Nordmecklenburg, Nordvorpommern und Westrügen 16,3 bis 17,2°C: Subatlantische Buchenwälder
 - Südwest- und Südmecklenburg 17,2 bis 17,7°C: Subatlantische Stieleichen und Buchenwälder
 - Vorpommern mit Ostrügen und Uckermark 17,1 bis 18,4°C: Schwach subatlantische Traubeneichen-Buchen-Mischwälder bis schwach kontinental geprägte Traubeneichen-Buchenwälder
 - Südostvorpommern 18,9 bis 19,3°C: subkontinentale Kiefern-Traubeneichen-Wälder

Die klimakorrelate pflanzengeographische Gliederung für MV von Berg (2006) weist mit 6 Klimaräumen und 26 Gliederungseinheiten auf die Änderung von der pflanzengeographischen Ozeanität über die subatlantischen zu einer zentraleuropäischen Florenprovinz hin.

Tab 1: Zuordnung und prozessbezogene Raumskalen der Klimate von Mecklenburg- Vorpommern (Stüdemann)						
Abstraktions- ebene	Klimakennzeichnung	Differenzierungsfaktoren nach Inventar, Vergesellschaftung	Ausdehnung	Beispiel	Geographische Dimension Erkun- dungsgegenstand	
Klimatologie	Zonenklima	Kugelgestalt, Umdrehungs- und Umlaufzeiten, Neigung der Erdachse	Mehrere 1.000 km	Zone der Luftmassen der gemäßigten Breiten	Klimagürtel, geosphärische Veränderungen	
		Verteilung der Lage der Ozeane und Kontinente	500 – 1.000 km	Kühlgemäßigtes subozeanisches Klima – Mittleres Westeuropa	Klimaregion (Klimamegachore), Planetarisches Windsystem, Mittelwertstatistik langer Zeitreihen aller Klimatelemente	
	Makroklima	Großland- schaftsklima	Entfernung des Tieflandes zur Nordsee und zu Osteuropa	100 – 500 km	Nordostdeutschland – Bereich mit abnehmenden maritimen Einfluss	Klimamakrochore, Lage barischer Aktionszentren, Luftmassen, Klimadiagramme
		Landschafts- klima	Thermische Eigenschaften der Oberflächen, Strahlungsdargebot, Lage zur Ostsee	50 – 100 km	Binnentiefland, Elbeniederung, Mecklenburg, Großseeengebiet	Klimamesochore, Jahrgang der Klimatelemente, phänologische Daten
	Mesoklima	Kleinland- schaftsklima	Klimamodifikationen durch Küstenkonfigurationen, Oberflächenrauigkeit, rel. Höhendifferenz 50-100 m	5 – 50 km	Vorpommersche Boddenlandschaft, Grenztaalmoor, Kühlung, Mönchgut	Klimamikrochore, statistische Parameter, stochastische Zeitreihen, Land-See-Windzirkulation
		Geländeklima	Reliefenergie, Hydromorphieflächentyp, Vegetationsformenmosaik, Reliefkombination	1 – 5 km	SW-Abdachung der Kühlung, Zertalungsbereiche der Grundmoräne	Klimatop, Tageswerte meteorologischer Elemente einzelner Wetterlagen
	Mikroklima	Standortklima	Reliefkleinformen, Reliefposition, Vegetationsform, Bodenform, Grundwasserflurabstand	0,1 – 1 km	Geländeausschnitt, Soll, Hangmulde, Kuppe, Talraumabschnitte von Fließgewässern	Mosaik des Klimas der bodennahen Luftschicht, Tagesgang ökol. relevanter meteorol. Elemente
			Pflanzenart, Vegetationsarchitektur, Stockwerksgliederung, phänologische Entwicklung, Bodenfeuchte	Luftschicht <2 m über einem Bestand oder einer Oberfläche Vegetationsraum	Wald, Saumbiotop, Staudenflur, Schiffigürtel, Trockenrasen, Maisfeld	Interzeption, Regenraufe, Luftfeuchte, Turbulenzprofile, Licht-Schattenverteilung, Transmission der PAR
	Mikro- meteorologie	Klima der bodennahen Luftschichten	Strahlungswinkel, Diffusionskoeffizient, Wärmekapazität	Äquivalente Grenzschichtdicke mm-Bereich	Blattober- und Blattunterseite, strahlungsexponierte Stammseite	Blatttemperatur, Stomataleitfähigkeit, Oberflächenrauigkeit
	Grenzflächen- meteorologie	Oberflächenklima				

Die Niederschlagskarten für Nordostdeutschland von Stüdemann (2006, 2008) quantifizieren neben der makroklimatisch bedingten Abnahme des Niederschlagsdargebotes von West nach Ost die mesoklimatischen Effekte der mechanischen und thermischen Rauigkeit der Oberfläche. Die Isohyetenkonfiguration und die Isohyetenintervalle der digitalen Karten sind statistisch bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit gesichert (Stüdemann, 2008; 56-66, 264-280).

2.2 Meso- und Mikroklima

Die unterschiedliche mechanische Rauigkeit der Oberflächen von Ostsee und differenzierten Küstenformen und küstennahen Höhenkomplexen erklärt die Niederschlagsarmut des Küstenstreifens mit <500 mm/a und die hohen Jahressummen küstennaher Höhenkomplexe von >670 mm/a. Luv- und Leeeffekte zeigen sich an Endmoränen mit Reliefamplituden 50 bis 100 m je 50 km² gegenüber ebenen Grundmoränen, Sandern, Talsanden und Becken.

Anordnung und Stärke des Kontrastes thermischer Eigenschaften der Oberfläche (Wärmebilanzgleichungen) bewirken im Küstenbereich Luftmassendivergenzen (Meer-Land), die hier zu einem höheren Strahlungsdargebot führen. Die Verteilung von Verdunstungsregimetypen der Landoberfläche ergibt Hinweise zur gesetzmäßigen kleinräumigen Heterogenität des Niederschlags (Schauerzugstraßen, lokale Wetterscheiden, siehe Interpretation hierarchischer disjunkter Clusteranalysen von Niederschlagsdaten von MV (Stüdemann, 1984; 2008 S. 56-66).

Aus der Synthese effektiver und genetischer Klimaklassifikationen können folgende Gebiete bzw. Landschaften von M-V klimatisch charakterisiert werden:

1. windexponierte (Monatsmittel der Windgeschwindigkeit >4,7...5,5 m s⁻¹), niederschlagsarme und -benachteiligte Moränenkliffs und küstennahe ebene bis wellige Grundmoränen:

- a) des westlichen stark maritimen (Kirchdorf/ Poel 550 mm, Arkona 545 mm) und
- b) des schwächer maritim geprägten östlichen Ostseeküstenklimas (Uecker/ Müde 565 mm);

2. windexponierte und niederschlagsreiche küstennahe Höhenkomplexe der Stauch- und Endmoränen:

- a. Nord-Mecklenburg (Diedrichshagen 660 mm),
- b. Nord-Vorpommern (Zarnhagen 650 mm) sowie
- c. Rügen (Bergen 667 m);

3. windexponierte niederschlagsbegünstigte Höhenkomplexe des Binnenlandes mit Luv-Lee-Klimamodifikationen:

- a. das stärker maritim geprägte West-Mecklenburg (Schönberg, Rehna, Neukloster 630 mm),
- b. die schwächer maritim geprägte Mecklenburgische Seenplatte (Dargun, Krakow 617 mm),
- c. das schwach kontinental geprägte Süd-Vorpommern (Woldegk-Feldberger-Hügelland 580 mm und das westliche Uckermärkische Hügelland 515 mm);

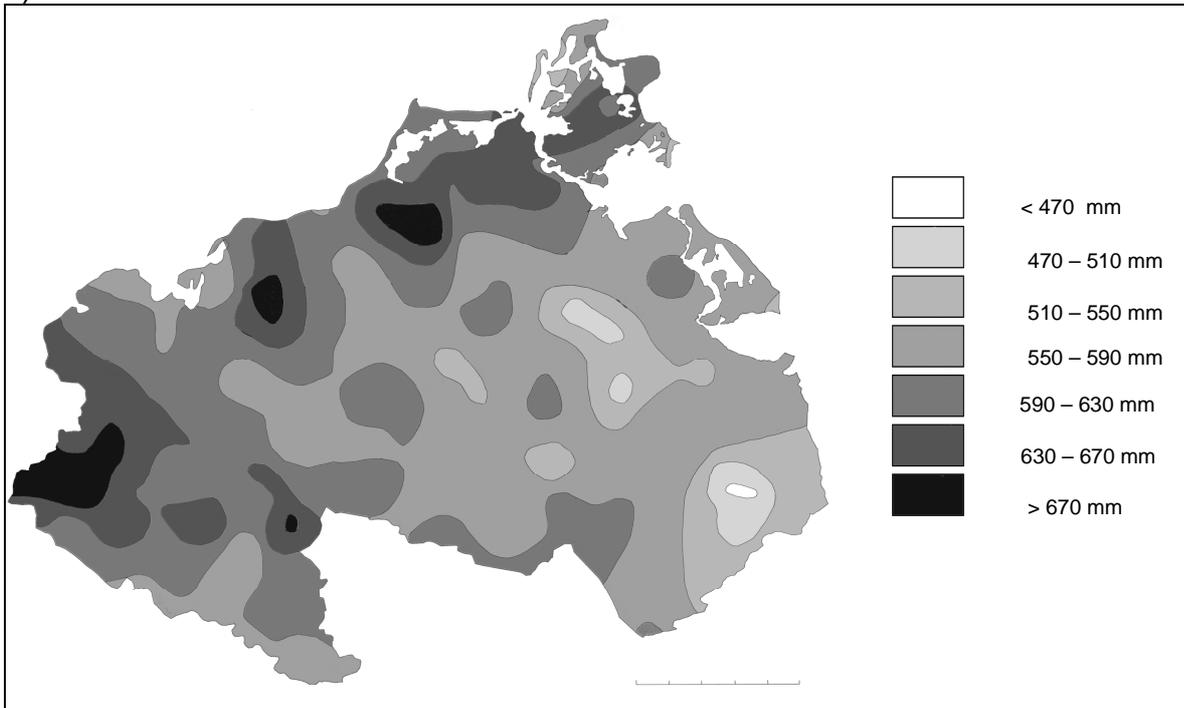
4. stark maritime, niederschlagsreiche südwestmecklenburgische Niederungen und weite Talungen der Schaale, Sude, Rönitz mit intensiver Kaltluftbildung und häufigen Lufttemperaturinversionen (Wittenburg 680 mm, Ludwigslust 671 mm);

5. stark maritime untere Mittelbe-Niederung mit deutlicher Niederschlagsabnahme von NW nach SE (Boizenburg 663 mm, Lenzen 570 mm) und reliefbedingten hohen Strahlungsdargeboten;

6. Becken und Durchströmungsmoore mit Kaltluftzufluss und -bildung im Vorland des Mecklenburger Landrückens mit deutlicher Abnahme des maritimen Einflusses von NW nach SE (Warnow und Bützower Becken 610 mm, Recknitz mit Güstrower Becken 580 mm, Peene mit Malchiner Becken 550 mm, Tollense und Datze 560 mm, Uecker/ Prenzlau 510 mm);

7. Seengebiete des Mecklenburg-Vorpommerschen Landrückens mit zahlreichen Luv-Lee-Lagen, starkem thermischen Kontrast der Oberflächen und Flurwindsystemen aber mit übergeordneter West-Ost-Abnahme des Niederschlages (Westmecklenburgisches Seenhügelland 640 mm, Mecklenburgisches Großseenland 570 mm, Neustrelitzer Kleinsenland 580 mm, Feldberger Hügelland 605 mm);

a)



b)

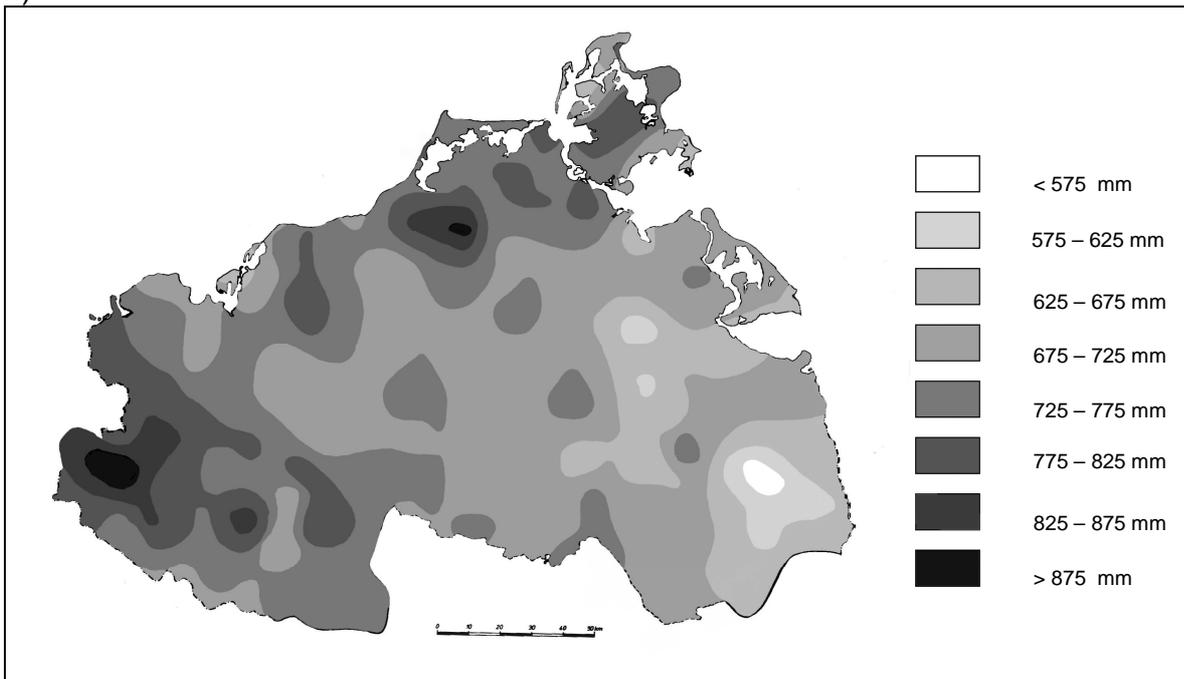


Abb. 1: Niederschlagsverteilung in MV (Periode 1951-1980)

a) Mittlere Jahressummen der Niederschlagshöhe (mm)

b) Jahressummen der Niederschlagshöhen (mm) mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10 %

8. windoffene, schwachstrukturierte flache bis wellige Grundmoränen der an- und halbhymorphen Böden unterschiedlicher Entkalkungstiefen Nordost-Mecklenburgs und Nord-Vorpommerns mit maritimer Prägung aber deutlicher Abnahme des Ostseeinflusses (z. B. Nord-Süd-Zunahme der Anzahl der Sommertage ($\geq 25^\circ \text{C}$))

von <12 bis auf >12;

9. subkontinental geprägtes östliches Uckermärkisches Hügelland mit Uecker- und Randow-Tal mit <480 mm Jahresniederschlag und deutlich größeren Temperaturamplituden, einer größeren Anzahl der Sommertage (>16) und der kalten Tage (>7) als an der Küste.

3. Spezielle Klimakennzeichnungen

3.1 Hydroklima-Mikrochoren

Der atmosphärische **Ausschöpfungsanspruch (AAA)** ist eine hydrometeorologische Bilanzgröße, die sich rechnerisch durch kumulative Addition bzw. Subtraktion der klimatischen Wasserbilanz WB (= Niederschlag minus potentieller Evapotranspiration) nach folgenden Ansätzen ergibt:

$$AAA_j = \begin{cases} AAA_{j-1} - WB_j & \text{falls } AAA_{j-1} > WB_j \\ 0 & \text{falls } AAA_{j-1} < WB_j \end{cases}$$

in mm j⁻¹

Der atmosphärische Ausschöpfungsanspruch ist Null, wenn AAA der vorhergehenden Dekade j-1 minus WB der zu berechnenden Dekade j kleiner Null ist.

Erfolgt die Berechnung in Zeitschritten (z. B. Dekaden, Monate) für die Vegetationsperiode, kann der größte Ausschöpfungsanspruch, AAA_{max}, ermittelt werden. Wird von diesem

Hydroklima-Mikrochorenkarte von Mecklenburg-Vorpommern

Für die Klimagliederung Nordost-deutschlands (Abb. 2) wurden 30-jährige meteorologische Reihen der Monatsmittel der Lufttemperatur und der Monatssummen der Sonnenscheindauer von 16 Klimastationen sowie der Monatssummen der Niederschlagshöhe von 172 Messstellen herangezogen. Der Berechnungszeitraum umfasst die Jahre 1951 – 1980. Nach 1989 lag wegen der Schließung von Messstellen die erforderliche Anzahl für eine statistisch gesicherte Messnetzdichte nicht mehr vor (Stüdemann, 1986; 2001).

Die Konfiguration der Klimagebiete basiert auf mathematisch-statistischen Methoden, die die **Arealquantität**, **Arealheterogenität** und **Arealvariabilität** der Klimaelemente klassieren und Signifikanzen definieren.

Wert das Wasserdargebot der effektiven Wurzeltiefe eines Bodens (BWD) abgezogen, zeigt das Ergebnis an, wie viel Wasser durch die klimatischen Bedingungen dem Boden entzogen werden kann bzw. wie viel Wasser für einen optimalen Pflanzenwuchs fehlt. Diese Größe heißt: **standortspezifisches Wasserdefizit WD**

$$WD_a = \begin{cases} AAA_{max,a} - BWD & \text{falls } AAA_{max,a} > BWD \\ 0 & \text{falls } AAA_{max,a} < BWD \end{cases}$$

in mm a⁻¹

Die Einteilung des atmosphärischen Ausschöpfungsanspruches in hydroklimatische Stufen (HKS) zeigt Tab. 2.

Die von Reinhard (1962) ausgearbeiteten Grundvorstellungen über die Klima-verhältnisse erfuhren durch die Bildung von hydroklimatischen Stufen (Tab. 3 und Tab. 4), digitalen Isohyetenkarten (Abb. 1) und Berechnungen des atmosphärischen Ausschöpfungsanspruches (Tab. 2) zeigen eine deutliche hydrologische und geoökologische Ausrichtung. Den Hydroklima-Mikrochoren wurden die naturräumlichen Gliederungseinheiten oder Teile von ihnen nach Meynen, Schmithüsen, Gellert, Neef, Müller-Miny & Schultze (1959-1962) zugeordnet (Tab. 5).

Tab. 2: Einteilung des atmosphärischen Ausschöpfungsanspruches nach hydroklimatischen Stufen (HKS)

HKS	Atmosphärischer Ausschöpfungsanspruch AAA*	Mittelwerte mm	Wahrscheinlichkeitswerte mm	
			Pü 90 %	Pü 10 %
		\bar{x}		
1	sehr hoch	> 160	> 90	> 300
2	Hoch	160 - 140	90 - 70	300 - 280
3	Mittel	140 - 120	70 - 50	280 - 260
4	Niedrig	120 - 100	50 - 30	260 - 240
5	sehr niedrig	< 100	< 30	< 240

Tab. 3: Mittlere Monatssummen der Niederschlagshöhe in mm, Zeitraum 1951 - 1980

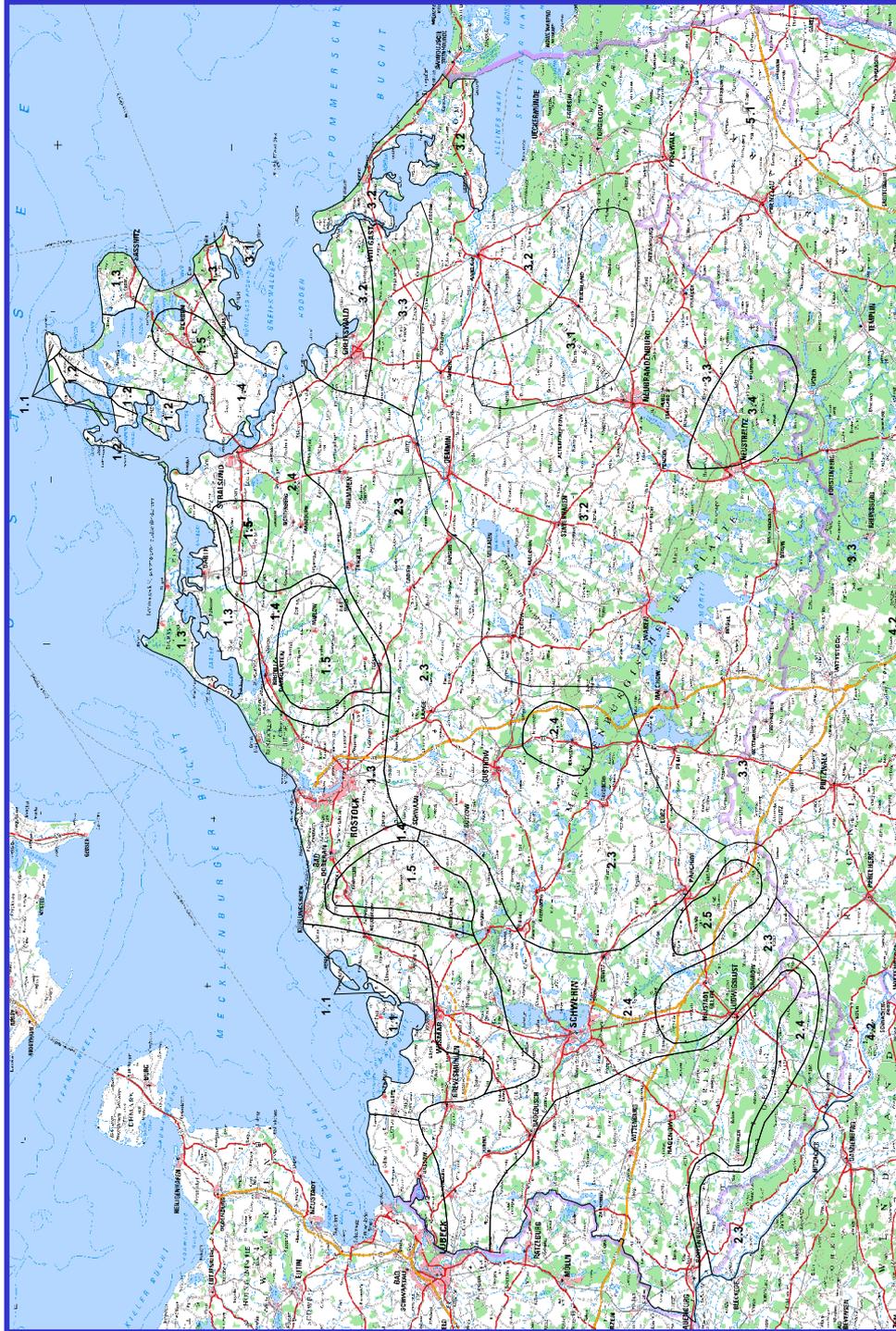
HKS	Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
1	Pasewalk	35	27	30	38	51	55	68	60	48	37	39	40	528
2	Demmin	39	27	34	40	52	61	65	62	50	41	45	48	564
3	Güstrow	44	30	36	42	50	62	72	65	49	43	50	50	593
4	Gadebusch	51	36	40	40	54	63	70	73	51	45	57	57	637
5	Wittenburg	46	40	42	44	54	69	74	76	56	47	60	64	682

Tab. 4: Einteilung des Niederschlagsdargebotes in hydroklimatische Stufen (HKS), Jahressummen der Niederschlagshöhe in mm, Zeitraum 1951-1980

HKS	Bezeichnung	Mittelwerte	Werte mit 90 %-iger Überschreitungswahrscheinlichkeit	
			Pü 90 %	Pü 10 %
		\bar{x}		
1	niederschlagsarm	< 540	< 430	< 650
2	niederschlagsbenachteiligt	540 - 580	430 - 460	650 - 700
3	niederschlagsnormal	580 - 620	460 - 490	700 - 750
4	niederschlagsbegünstigt	620 - 660	490 - 520	750 - 800
5	niederschlagsreich	> 660	> 520	> 800

Tab. 5: Klimagebiete und hydroklimatische Stufen (HKS) von MV (Stüdemann 1986, 2001)

Stark maritim beeinflusste Klimamikrochoren	
Küste und küstennahe Gebiete	
HKS 1	Insel Poel; exponierte Lage von Rügen, Arkona, Mönchgut
HKS 2	Wismarbucht, Hiddensee, Halbinseln Westrügens
HKS 3	Klützer Winkel, Endmoränenkranz der Wismarbucht
Mecklenburgisch-Vorpommersches Küstengebiet, Jasmund westliche und südöstliche Teile Rügens	
HKS 4	östliches Randgebiet der Kühlung; Inneres Flach- und Hügelland Rügens
HKS 5	exponierte küstennahe Hochflächen: Kühlung bis Hohe Burg; Blankenhagen, Marlow; Altenhagen-Starkow; Rugard bei Bergen
Westliches und mittleres Mecklenburg und Nord-Vorpommersches Flachland	
HKS 3	Untere Mittelelbe-Niederung, Oberes Warnow-Mittleres Eldegebiet; Nord-Vorpommersche Lehmplatten
HKS 4	westlicher Teil der Mecklenburgischen Seenplatte, Krakower Seenplatte, nordwestlicher Teil der Nordmecklenburgischen Lehmplatten
HKS 5	Südwestmecklenburg, südliches Drittel und exponierte Endmoränen des Westmecklenburgischen Seenhügellandes, Ruhner Berge und Langer Berg
Maritim beeinflusste Klimamikrochoren	
Ostmecklenburg, Vorpommern und Nordbrandenburg	
HKS 2	Südliches Küstengebiet des Greifswalder Boddens, Usedom; Oberes Peenegebiet mit Teterower-Malchiner Becken und Oberes Tollensegebiet; Ückermünder Heide, Schorfheide mit Templiner und Britzer Platte und Wittstock-Ruppiner Heide
HKS 3	Prignitz, Perleberger Heide, Kyritzer Platte und Dosse Niederung, Mecklenburgisches Großseenland, Neustrelitzer Kleinseenland, Granseer Platte, östlicher Teil der Nordmecklenburgischen Lehmplatte
HKS 4	exponierte Endmoränen mit Stauwirkungen: Südlicher Rand des Woldegk-Feldberger Hügellandes und Höhen am westlichen und südwestlichen Rand des Uckermärkischen Hügellandes Elbtalniederung
HKS 2	Nordteil der Märkischen Elbtalniederung
Schwach kontinental beeinflusste Klimamikrochoren	
HKS 1	Uckermärkisches Hügelland Uckermärkisches Hügelland mit Ücker- und Randow-Tal, Sandterrassen des unteren Odertales



Maßstab 1 : 500 000 N

Legende

Die Kennzeichnung der Klimagebiete erfolgt durch 2 Ziffern: 1. Ziffer – Klimamesochoire; 2. Ziffer – Hydroklimatische Stufe

Grundlage: Jahressummen der Reihe 1951 – 1980

■ Lage der Niederschlagsmessstellen

Abb. 2: Hydroklimamikrochoren Nordostdeutschland g

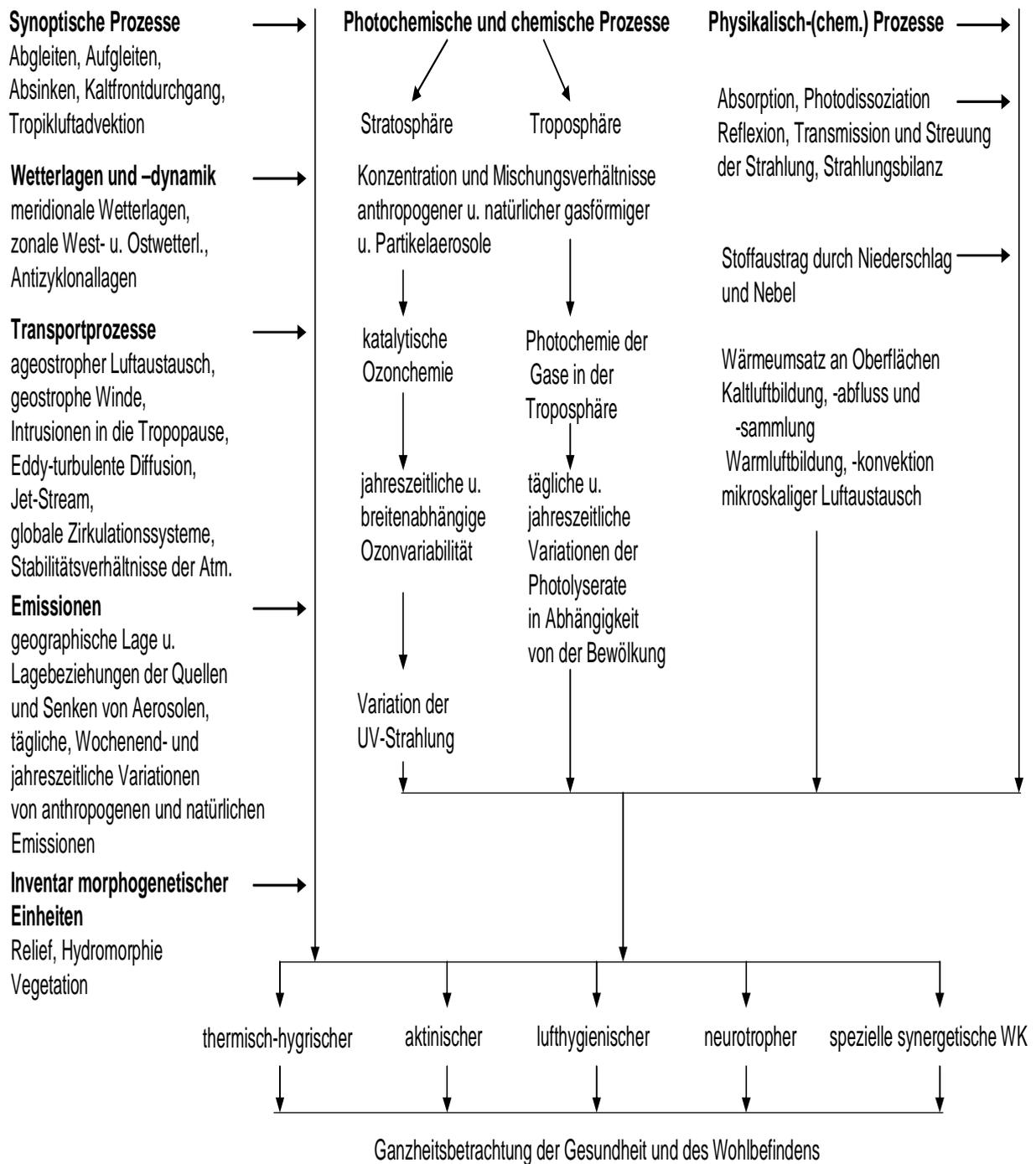


Abb. 3: Systemrahmen und Bedingungen für die Ausbildung von Prozessen mit human-biometeorologisch relevanten Effekten (WK-Wirkungskomplex)

4. Klimakorrelate Beispiele aus MV

4.1 Großlandschaftsklima

a) Klima-Boden-Sequenzen

Eine Klima-Boden-Sequenz (geosynergetische Catena) auf Standorten mit vergleichbaren Substrat-, Relief- und Grundwasserflurabständen in Nordostdeutschland zeigt die klimaabhängige Genese von Böden (Billwitz 1995, Stüdemann 2008), (Abb. 4).

Die Tschernosemierung zur Griserde und zum Tschernosem kann auf der Insel Poel und im Uckermärkischen Hügelland (Göritz, Woldegk) mit der hydroklimatischen Stufe HKS 1 (Küste und küstennahe Gebiete „Insel Poel“ und „Uckermärkisches Hügelland“) erklärt werden. Obwohl innerhalb des Großlandschaftsklimas von MV eine „stark maritim beeinflusste Klimamikrochore“ und eine „schwach kontinental beeinflusste Klimamikrochore“ unterschieden werden, kommt in beiden Einheiten die für diese Bodenbildung entscheidende HKS 1 vor (Tab. 6).

Die klimatische Differenzierung in MV von Nordwest nach Südost „zeigt den allmählichen Wandel von extrem zu schwach stauvernässten Böden (Staugleyen), von extrem zu schwach lessivierten Böden (Fahlerden u. Parabraunerden) und von unterschiedlich stark verbräunten bis zu humusreichen Griserden (Billwitz 1995) und Schwarzerden. Das Beispiel zeigt, dass Arealheterogenität von Prozessfaktoren problem- und maßstabsorientiert zu definieren sind.

Bei gleichen Mittelwerten der Jahressummen der Niederschlagshöhe können aufgrund unterschiedlicher Schiefe ihrer Wahrscheinlichkeitsverteilungen die Ausprägung von trockenen und nassen Jahren bei gleicher Eintrittswahrscheinlichkeit erheblich verschieden sein. In der hydroklimatischen Stufe 1 "niederschlagsarm" zeigt ein Vergleich der Stationen Kirchdorf - "Insel Poel" und Penkun, Prenzlau "Ostteil des Uckermärkischen Hügellandes" auftretende Unterschiede (Tab. 6).

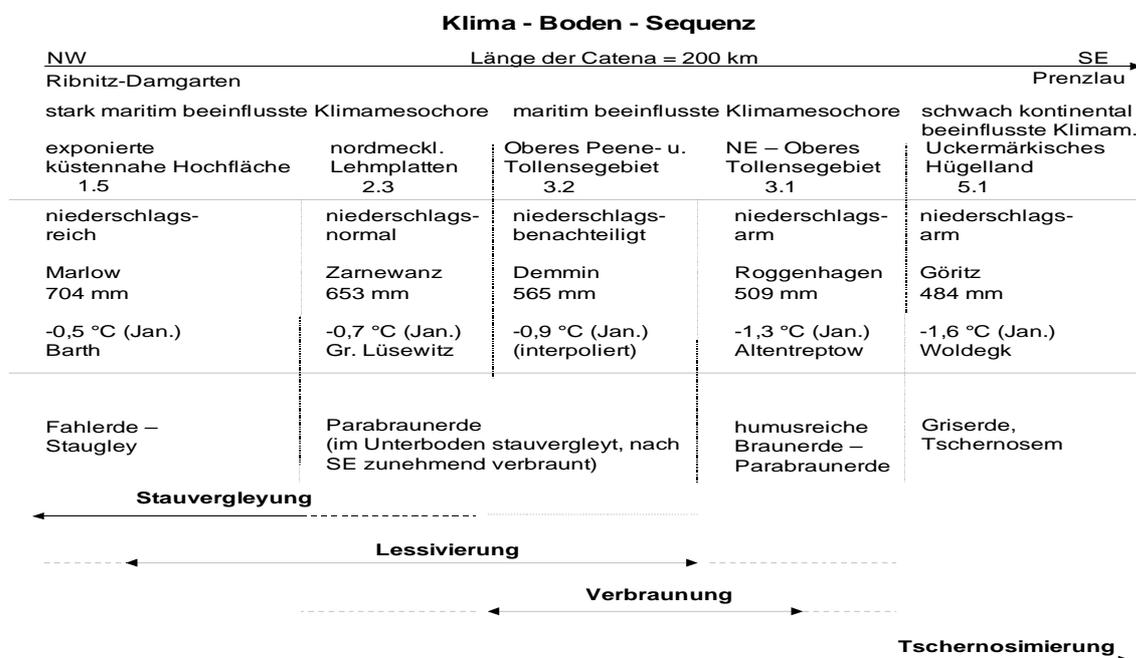


Abb. 4: Lage einer NW-SE gerichteten Catena zum Nachweis des abnehmenden ozeanischen Einflusses in MV anhand hydroklimatischer Stufen 1.5 bis 5.1

b) Vorkommen von Regenmooren

Die östliche Arealgrenze der mitteleuropäischen Regenmoore liegt in MV bei einem Niederschlagsdargebot von etwa 600 mm/a. So stocken auf den großen Durchströmungsmooren der Täler von Recknitz und Trebel in Tal-Wasserscheid-enlage flächig Regenmoore.

c) Arealheterogenität der Erosivität von Niederschlägen

Der Isoerodentkarte für MV von Hartmann (1986), wieder abgebildet bei Frielinghaus, Mo. (1998), liegen die kinetische Energie und Erosivität von Einzelregenereignissen sowie die Jahreserosivität (R) zahlreicher meteorologischer Stationen zugrunde (Tab. 7).

Die R-Werte betragen für Schwerin 80, Greifswald 43 und Südostvorpommern <40; zum Vergleich: Bayern bis R=150, Thüringen bis R=100).

d) Arealheterogenität der Regenspenden des dränbemessungswirksamen Zeitraumes März – April

Der dränbemessungswirksame Zeitraum wird durch die pflanzenphysiologisch begründete Forderung bestimmt, zu Beginn der Vegetationsperiode aus dem Hauptdurchwurzelungsbereich (oder ggf. bis zur effektiven Durchwurzelungstiefe) innerhalb von 10 Tagen so viel Wasser abzuführen, dass ein Luftvolumen von 10 - 12 % gesichert ist. Folgende Annahmen gelten: Der Boden über einem Drän ist gesättigt (maximale Wasserkapazität ist erreicht) oder konnte wegen Bodenfrost oder zu großem Wasserüberschuss im Winterhalbjahr nicht hinreichend entwässert werden. Da sich die abzuführende Wassermenge aus der berechneten Bodenwassermenge und den maximal in diesen 10 Tagen auftretenden Regenwassermengen zusammensetzt, ist jene Dekadensumme des Niederschlags des Zeitraumes 1. März bis 10. April zu ermitteln, die maximal auftritt. Aus der Niederschlagssumme dieser Dekade wird die Re-

genspende qR_{\max} ($l\ s^{-1}\ ha^{-1}$) eines Jahres errechnet. Die Umrechnungen von Niederschlagshöhen in Abflussspenden erfolgt nach: $1\ mm\ d^{-1} = 0,116\ l\ s^{-1}\ ha^{-1}$. Aus den jährlichen Maximumwerten einer statistisch repräsentativen Reihe wird eine log-Normalverteilung erzeugt. Aus ihr können Werte mit gewünschter Unterschreitungswahrscheinlichkeit (zulässiges Risiko) berechnet werden. Durch Addition der Regenspende des dränbemessungswirksamen Zeitraumes mit einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit von 80 % und der abzuführenden Bodenwassermenge ergibt sich die geoökologisch determinierte Dränbemessungsabflussspende. Die Arealheterogenität der Regenspende des dränbemessungswirksamen Zeitraumes zeigt Tab. 8.

4.2 Kleinlandschaftsklima

a) Geomorphologisch differenzierte subtrabhängige Buchenwaldgesellschaften in den Klimamikrochoren Nordostdeutschlands

Auf der landschaftlichen Ebene kann klimatisch bedingt die Ausprägung von geomorphologisch differenzierten substratabhängigen Pflanzengesellschaften stark variieren, s. Tab. 9. (Kopp et al. 1994, In: Stüdemann 2008, S. 103)

b) Landschafts- und witterungsklimatisch abhängige Parameter vertikaler Windprofile und horizontaler Windscherung als Grundlagen der Leistungsbeurteilung von Windkraftanlagen

Sieblist, Müller und Kowitz 2002 berechneten als erste in Abhängigkeit der horizontalen Windscherung, die sich zwischen Ekman- und Prandtl-Schicht ausbildet, die tatsächlichen Windgeschwindigkeiten, die auf Rotorblätter in Höhen zwischen 100 und 200 m treffen (In: Stüdemann 2008, S. 169-171).

4.3 Geländeklima

a) Vorkommen vitaler Regenmoor-Kalotten in Kesselmooren bei <600 mm/a Niederschlag im mittleren und südöstlichen Nordostdeutschland

O. Stüdemann weist in Wollert und Bolbrinker 2009 für das NSG „Griever Holz“ (östl. von Laage, MV) eine positive standortbezogene klimatische Wasserbilanz von etwa +190 mm aus. Wollert und Bolbrinker bestimmten hier erstmals die für Regenmoore charakteristischen Pflanzengesellschaften „Bunter Torfmoos-Rasen“ und „Bunter Sumpfporst-Torfmoos-Rasen. Bei gegebener Topographie und typischen geländeklimatischen, hydrologischen und geohydrologisch/geohydraulischen Verhältnissen können östlich und südöstlich einer 600 mm/a - Isohyete vitale oligotroph-saure Regenmoorgesellschaften in Kesselmooren vorkommen (siehe auch „Kleine“ und „Große Mooskute“ bei Eberswalde (Timmermann 1999, in: Succow & Joosten, 2001; S. 384) und im Mannhagener Moor südöstl. von Stralsund (Naturschutzgebiete in MV 2003, S. 214).

b) Unterschiedliche Bodenbildungen und floristische Differenzierungen an Osern

Synökologische Untersuchungen an isohypsenparallelen Catenen von Osern zeigen für nordwest- und südostexponierte Hänge unterschiedliche Bodentypen, Entkalkungstiefen und differenzierte Vegetationseinheiten.

Mit Hilfe der vergleichenden komplexen Standortanalyse (topologische Differenzialanalysen, soziologische Aufnahmen) an Osern Nordwestmecklenburgs und Südostvorpommerns (Kaussmann, Kudoke, Wollert, Lieberoth) gelang es, den NW-SO-Gradienten des abnehmenden ozeanischen Einflusses und die Zunahme subkontinentaler Trockenrasengesellschaften durch die Ausweisung charakteristischer Artengruppen, Differenzialartengruppen und diagnostisch wichtige Artengruppen zu dokumentieren (In: Stüdemann, 2008; S. 79-82).

Tab. 6: Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Jahressummen der Niederschlagshöhe (in mm) niederschlagsarmer Gebiete (HKS 1) a) der stark maritim beeinflussten Küste und b) des schwach kontinental beeinflussten südöstlichen Teils Vorpommerns

Gebiet	Mittelwert	Werte der Überschreitungswahrscheinlichkeiten		
		Pü 95 %	Pü 10 %	Pü 4 %
a) Insel Poel	579	471	750	811
b) Ostteil des Uckermärkischen Hügellandes	577	459	635	670

Tab. 7: Intensitätsstufen erosionsauslösender Niederschläge (Hartmann 1986)

Intensitätsstufe 1. Ordnung (schwach)	
Niederschlagshöhe	$N \geq 7,5 \text{ mm pro Ereignis oder eine}$
Niederschlagsintensität	$I \geq 5 \text{ mm h}^{-1}$
Intensitätsstufe 2. Ordnung (stark)	
Niederschlagshöhe	$N \geq 20 \text{ mm pro Ereignis oder eine}$
Niederschlagsintensität	$I \geq 15 \text{ mm h}^{-1}$

Tab. 8: Regenspenden q_R ($l \text{ s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) des dränbemessungswirksamen Zeitraumes März-April repräsentativer meteorologischer Stationen, Reihe 1951-1978

Station	N in mm a^{-1}	q_R	q_{Rmax}	q_{Rmin}	$q_{R,Pu 80 \%}$
Frankfurt/O.	530	0,28	0,68	0,12	0,36
Boizenburg	680	0,42	0,87	0,15	0,51
Görlitz	700	0,57			0,77

Tab. 9: Die geomorphologisch differenzierten substratabhängigen Buchenwald-Gesellschaften in den Klimamikrochoren Nordostdeutschlands (Kopp et al. 1994)

Küstenhochlage, Westliches Küstenklima	
Junge Küstendünen	Dünen-Kiefernwald mit Gemeiner Krähenbeere
Moränenplatten	Eschen-Buchenwald mit Stattlichem Knabenkraut und Breitblättriger Glockenblume sowie Efeu als Liane
Flachwellige Grundmoräne	Perlgras-Buchenwald
Kuppige Grund- und Endmoränen	Zahnwurz-Buchenwald
	Waldschwingel-Buchenwald
	Gabelzahnmoos-Buchenwald
Kreide	Waldgersten-Buchenwald
Sander	Schattenblumen-Buchenwald mit Stechpalme und Großem Gabelzahnmoos
Becken	Stechpalmen-Buchenwald (= Pfeifengras-Buchenwald mit viel Stechpalme)
Feuchtes westmecklenburgisch-nordvorpommersches Klima, feuchteres Klima des Müritzgebietes und des Neustrelitz-Woldegker Hochgebietes	
Moränenplatten	Eschen-Buchenwald mit Dünnähriger Segge, Scheiden-Goldstern, Grünlicher Waldhyazinthe und Hoher Schlüsselblume
Flachwellige Grundmoräne	Perlgras-Buchenwald mit Wald-Schwingel und Stechpalme
Kuppige Grund- und Endmoräne	Perlgras-Buchenwald mit Wald-Schwingel und Zwiebel-Zahnwurz
Sander und saaleeiszeitliche Hochflächen	Schattenblumen-Buchenwald mit Stechpalme und Wald-Reitgras
Becken und Talsande	Pfeifengras-Buchenwald mit Stechpalme und Dt. Geißblatt
Mäßig feuchtes ostmecklenburgisch-ostvorpommersches Klima	
Moränenplatten	Eschen-Buchenwald, z. T. mit Winter-Linde
Flachwellige Grundmoräne	Perlgras-Buchenwald m. Leberblümchen u. Frühlings-Platterbse
Sander, kuppige Grund- u. Endm. in sandiger Ausprägung	Schattenblumen-Buchenwald mit Wald-Reitgras
Becken	Pfeifengras-Buchenwald mit Maiglöckchen
Talsande u. saaleeiszeitliche Hochflächen	Pfeifengras-Buchenwald mit Stechpalme und Deutschem Geißblatt
Trockenes ostvorpommersches Binnenlandklima	
Kuppige Grund- und Endmoräne	Lindenreicher Perlgras-Buchenwald mit Leberblümchen, Frühlings-Platterbse und Finger-Segge
Ostvorpommersches mäßig feuchtes Küstenklima	
Junge Küstendünen	Dünen-Kiefernwald mit Braunrotem Sitter
Flachwellige Grundmoräne	Eschen-Buchenwald mit Weißer Waldhyazinthe (ohne Scheiden-Goldstern und Hohe Schlüsselblume)
Kuppige Grund- und Endmoräne	Perlgras-Buchenwald m. Leberblümchen und Frühlings-Platterbse
	Schattenblumen-Buchenwald mit Wald-Reitgras
Becken	Pfeifengras-Buchenwald mit Deutschem Geißblatt
Sander	Schattenblumen-Buchenwald mit Trauben-Eiche und Wald-Reitgras

4.4 Beispiele mit Relevanz zu meteorologischen Ereignissen typischer Wetterlagen

a) Maximale Ozonkonzentrationen in Reinluftgebieten an der südlichen Ostseeküste

Die Erklärung dieses Phänomens erfolgt nach dem geökosystemaren Ansatz. Durch Kopplung witterungsklimatischer, meteorologischer, photochemischer, pflanzenphysiologischer und geographischer Kenntnisse über den in Betracht kommenden Raum und die maßgeblichen Prozesse führt eine Inventar-Prozess-Strukturanalyse zu folgenden Ergebnissen (Stüdemann, 2008, S. 140-141, u. a.)

b) Pflanzenphysiologisch begründete Ozonrichtwerte und das standortspezifische phytotoxische Ozonwirkungspotenzial

Ozonrisiko-Wetterlagen (HM, HB, aSW, aS, aSE, aNE), pflanzenverfügbares Bodenwasserdargebot (Retentionskurve), Ozoninflux der Stomata (Krüger 2000) und ozonbedingte Schadenssensitivität der Pflanzen bestimmen das Schadensausmaß des bodennahen Ozons (Kappes, Ody, Stüdemann, Krüger; s. Stüdemann 2008, S.338-362).

Die Abb. 5 und die Tab.10 zeigen für Reinluftgebiete von MV typische (UBA Zingst)

und mittlere (Feldmessungen Jellen/ Krawower Seen- und Sandergebiet) Ozonkonzentrationen für Ozonrisiko-Wetterlagen (Eckert & Stüdemann 1997).

Als Erkenntnis aus Feldforschungen, Feldexperimenten (un- und bewässerte Varianten), Kammerversuchen mit Ozonbegabung und mathematischen Modellierungen sowie der Bonitierung von Ozonschäden an Pflanzen auf der molekularen und Stoffwechselebene cytologischen und histologischen Ebene sowie organischen und pflanzlichen Ebene (Eckert & Ody) gilt für die Bonitурpflanze *Nicotiana tabacum* Bel W3 ein Ozongrenzwert von 1.000 $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3} \text{ h}$ über 2 Tage, auch wenn 80 $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$ (AOT40) nicht überschritten wurden.

Die Ergebnisse des Rostocker hierarchischen Ozon-Biomonitoringsystems erfahren bei zunehmender Klimaveränderung in der Bewässerungspraxis eine aktuelle Bedeutung.

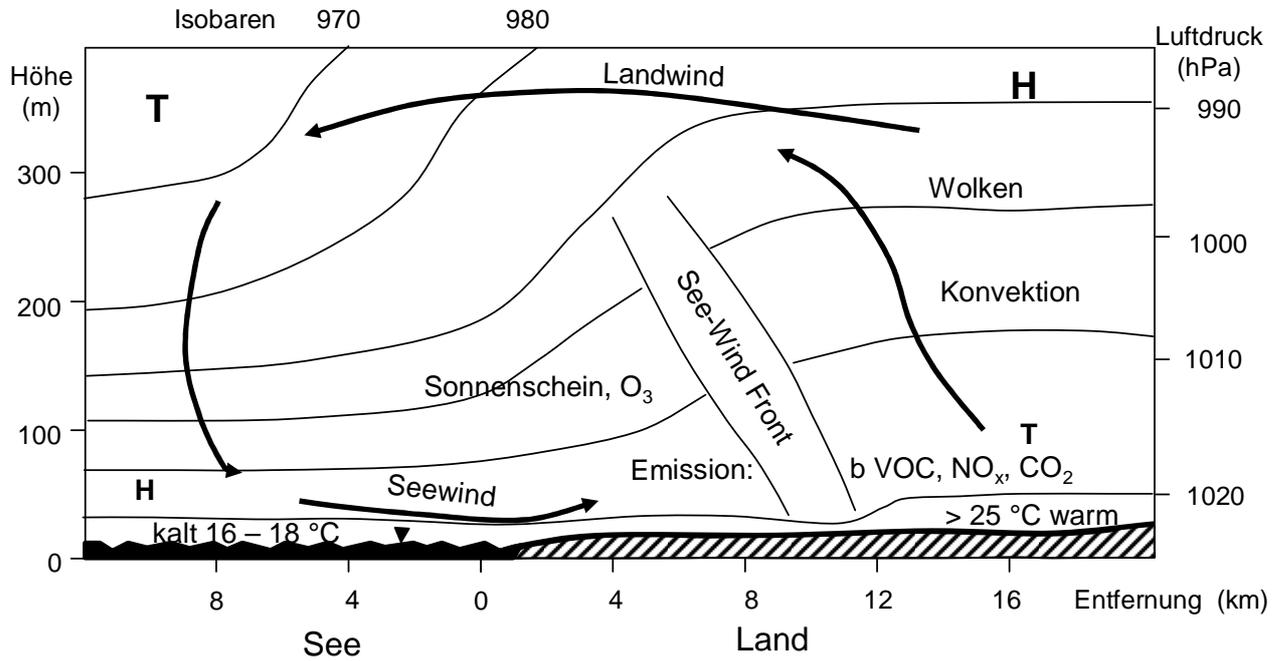
c) Bodenerosion durch Wind auf deflationsgefährdeten Ackerstandorten

Starkwindereignisse von Mitte März bis Ende April und Ende Juli bis Mitte August bewirken Bodenerosionen. In diesen Zeiträumen tragen die Ackerflächen keine Vegetation oder weisen nur einen geringen Bedeckungsgrad auf.

Tab. 10: Ozonbildungsanteile an der Gesamtkonzentration des bodennahen Ozons in Nordostdeutschland (Stüdemann & Ody 2002)

Jahreszeit	Mittlerer O ₃ -Anteil ohne anthropogene Aktivitäten		Mittlere Anteile durch anthropogene Aktivitäten			
	$\mu\text{g/lm}^{-3}$	%	Photolyse anthropogener Vorläufergase		Photooxidation biogener Vorläufergase durch Oxidantien anthropogener Gase	
	$\mu\text{g/lm}^{-3}$	%	$\mu\text{g/lm}^{-3}$	%	$\mu\text{g/lm}^{-3}$	%
Winter	35 - 45	40 - 50	50 - 60	50 - 60	0 bVOC bei Gefäßpflanzen	
Sommer	35 - 50	20 - 25	50 - 60	25 - 30	100 - 120	45

a) Schematische Darstellung der an Sommertagen bei einer Land-See-Windzirkulation stattfindenden Stofftransporte, Wetterlage: HM, BM



b) Ozonepisode während einer Land-See-Windzirkulation im Juli 1995

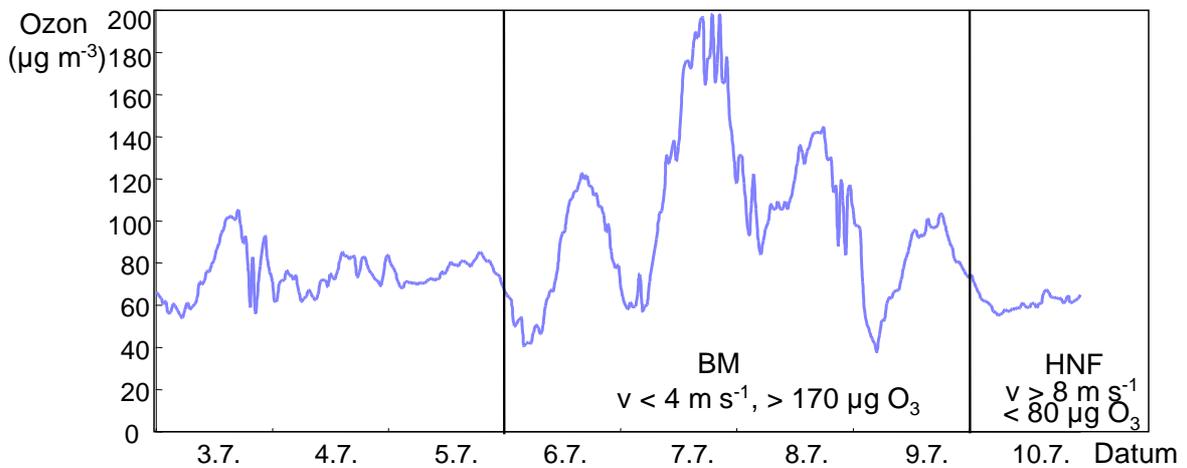


Abb. 5: Genese und Tagesganglinien hoher Ozonkonzentrationen in Reinluftgebieten während einer Land-See-Windzirkulation an der südlichen Ostseeküste vom 6. - 9. Juli 1995, Station Zingst, UBA

Literatur:

- Berg, C. (2006): Die pflanzengeographisch-naturräumliche Gliederung. In: Fukarek, F. & H. Henker: Flora von Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.: Henker & Berg), Weissdorn-Verlag, Jena, S.35-45
- Eckert, S. & Stüdemann, O. (1997) Genese und Ausprägung von Ozonepisoden an der südlichen Ostseeküste. *Analen der Meteorologie* 34, Offenbach, S.183-184
- Frielinghaus, M. (1998) Beiträge zum Bodenschutz in M-V – Bodenerosion. Hrsg.: Geologisches Landesamt M-V und Zentrum für Agrarlandschafts- u. Landnutzungsforschung (ZALF), Münchenberg
- Hartmann, K. (1987): Quantifizierung erosionsauslösender Niederschläge unter Berücksichtigung bodenphysikalischer Kenngrößen auf Jungmoränenstandorten der DDR. Diss., Akademie der Landwirtschaftswiss. der DDR, FZB Münchenberg Berlin
- Kopp, D. & Schwanecke, W. (1994) Standortlich-naturräumliche Grundlagen ökologischer Forstwirtschaft. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 248 S.
- Krüger, D. (2000) Kennzeichnung des standortspezifischen Ozonschädigungspotenzials. Diplomarbeit, FB Landeskultur und Umweltschutz, Univ. Rostock
- Naturschutzgebiete in M-V (2003): (Jeschke, Lenschow, Zimmermann), Demmler Verlag Schwerin, 712 S.
- Scamoni et al. (1969) Karte der natürlichen Vegetation der DDR. 1. Ergänzungsband zum Klimaatlas der DDR. Berlin 1958, Neuauflage 1969, Akademie-Verlag.
- Sieblist, C., Müller, A. & Kowitz, R. (2002) Vertikale Winddruckverteilung - Windleistungsberechnungen und Spannungsbetrachtungen. Belegarbeit. In: Stüdemann, O. 2008 Aspekte der Geoökologie.
- Stüdemann, O. & Ody, S. (2002) Umweltsystemanalyse - Ein Beitrag zur Methodologie und Analytik der Umweltsystemforschung. In: Gnauck, A.: Theorie und Modellierung von Ökosystemen. Shaker, Aachen, S. 95-118.
- Stüdemann, O. (2006) Klima. In: Fukarek, F. & H. Henker: Flora von Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.: Henker & Berg), Weissdorn-Verlag, Jena, S.30-34.
- Stüdemann, O. (2008): Aspekte der Geoökologie. Weißensee Verlag, Berlin, 425 S.
- Stüdemann, O. (2009): Standortbezogene klimatische Wasserbilanz von Kesselmooren. In: Wollert, Heinrich & Bolbrinker (2009): Zum Vorkommen eines Kessel-Regenmoores im NSG „Griever Holz“ (Landkreis Güstrow, M-V) mit dem vom Aussterben bedrohten Bunten Torfmoos-Rasen (*Sphagnetum magellanicum*) und Bunten Sumpfporst-Torfmoos-Rasen (*Sphagno magellanicum-Ledetum palustris*) auf der Grundlage einer standortbezogenen klimatischen Wasserbilanz. *Arch. Freunde Naturg. Mecklenb.* XLVII, S. 95-111
- Succow, M. & Joosten, H. (2001) Landschaftsökologische Moorkunde. 2. völlig neu bearb. Aufl., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 622 S.
- ¹ Stüdemann, O. (2012) Skalenorientierte Klimakennzeichnung und klimakorrelate geoökologische Phänomene von Mecklenburg-Vorpommern. *Arch. Freunde Naturg. Mecklenb.* LI – 2012, S. 5-24
- Wollert, H. u. Bolbrinker, P. Zum Vorkommen eines Kessel-Regenmoores im NSG "Griever Holz" *Arch. Freunde Naturg. Mecklenb.* XL VIII - 2009, S. 95 - 111.

4. Die Bodengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns

Leinweber, P.

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

Publizierte Grundlagen

Der folgende kurze Überblick über die Böden in MV basiert auf den einschlägigen Publikationen des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG): 1. Übersichtskarte Böden im Maßstab 1:500 000 und Erläuterungen dazu (BÜK 500) sowie 2. „Böden in Mecklenburg-Vorpommern – Abriss ihrer Entstehung, Verbreitung und Nutzung“ (Ratzke & Mohr 2003).

Die Karte der BÜK 500 gibt in stark vereinfachter Form Vorkommen und Verbreitung von **Bodengesellschaften (BG)** in ihrer Abhängigkeit vom Ausgangsgestein (Bodenart) und der Bodenentwicklung (Horizontfolge-Bodentyp) wider. Sie werden vier geologisch bestimmten Hauptgruppen zugeordnet: BG auf vorherrschend sandigen Sedimenten des Alt- und Jungmoränengebietes, auf sandigen, lehmigen, schluffigen und tonigen Sedimenten des Alt- und Jungmoränengebietes, BG der Auen, BG der Moore. Hinzu kommen BG auf anthropogen veränderten Flächen. Für die 28 BG sind die dominierenden **Leit- und Begleitböden** ausgewiesen. Durch die kombinierte Angabe der **Bodenart** und des **Bodentyps** ist auch die **Bodenform** (z.B. Lehm- Pseudogley) ableitbar.

Landschafts- und Bodenentwicklung

Die Heterogenität der Ausgangsbedingungen für die Bodenbildung ist generell glazial, insbesondere jedoch durch das Weichsel-Glazial verursacht. Dabei ist die **Glaziallandschaft** des Landes deutlich dreigeteilt. Im nordöstlichen Abschnitt zwischen Warnowniederung und Oder dominieren wellige bis ebene Grundmoränen. Den Mittelteil zwischen Trave und Havel

bildet der Mecklenburgische Landrücken mit der bekannten Seenplatte. Im Südwesten zerteilen breite Schmelzwassertäler eine ältere, saalekaltzeitliche Hochfläche (**Altmoränenlandschaft**), die warmzeitlich tiefgründig verwittert ist und deutliche Spuren **periglaziärer Überprägung** zeigt. Nach dem Rückschmelzen und dem Zerfall des Eises geriet auch die weichselkaltzeitliche **Jungmoränenlandschaft** für einen relativ kurzen Zeitraum (5000 - 6000 Jahre) unter periglaziäre Beeinflussung. Im Gegensatz zum Altmoränengebiet blieb deren Wirkung auf das Relief gering. Ihre Spuren sind aber vielfach nachgewiesen, z. B. in periglaziären Deckserien mit Bodenfließen (Solifluktion), Eiskeilen, Tropfenböden, Geschiebedecksand und Steinanreicherungssohlen. Die Wirkung spätglazialer **äolischer Prozesse (Windverlagerung)** zeigt sich in der großen Verbreitung von Flugsanddecken und Dünen (SW-Mecklenburg, Ueckermünder Heide, Darß). Erst mit der deutlichen Klimaerwärmung vor 9000 Jahren (Boreal) entwickelte sich eine geschlossene Vegetationsdecke, die zur fast vollständigen Bewaldung führte. Gleichzeitig damit kam es zur Ausbildung der Bodendecke. Etwa vor 4500 Jahren (Subboreal) erreichte die Ostsee durch den Anstieg des Meeresspiegels das gegenwärtige Niveau. Die Flüsse wurden dadurch weit in das Binnenland zurückgestaut und der Grundwasserstand erhöhte sich allgemein. In den Flusstälern und Niederungen setzte nach der Sedimentation von Feinsanden eine **tiefgründige Vermoorung** (Mudden, Seekreiden, Nieder_moortorfe) ein. Eingriffe des Menschen (etwa seit 5000 Jahren) beeinflussten zunehmend die Landschaftsentwicklung. Durch mehrere Waldrodungsperio-

den wurde nach und nach die Bodenoberfläche entblößt, wodurch die Bodenerosion durch Wasser und Wind verstärkt wirksam wurde. Auch Wasserstandsregulierungen haben sich nachhaltig ausgewirkt.

Nach Mühlenstauen im frühen Mittelalter kam es ab dem 16. Jahrhundert zu Wasser-spiegelabsenkungen, die mit der Intensität der agrarischen Nutzung (z.B. Komplexmeliorationen der jüngeren Geschichte) zunahmen.

Verbreitung der Böden

Mit der periglaziären Überprägung begann die Entwicklung der Böden. Ihr wird insbesondere für die Entstehung der Unterbodenhorizonte (z. B. Verbraunung) eine hohe Bedeutung beigemessen. Die Heterogenität der bodenbildenden Faktoren und ihre Wechselwirkungen haben bei der Bodenentwicklung zu großer Variation und damit zu vielfältigen Bodengesellschaften bzw. Bodenabfolgen geführt. Geringe Unterschiede in der Bodenart, in der Reliefposition oder im Wasserhaushalt haben verschiedenartige Bodenausbildungen (Horizontfolgen, Bodentypen) zur Folge. Stark vereinfacht sind folgende Entwicklungsmerkmale erkennbar. In den **Sandarealen** dominieren sowohl auf den Flug- und Talsanden (BG 1-6) als auch auf den Sander- und Hochflächensanden (BG 7-10) durch Verbraunung und Podsolierung entstandene **Braunerden und Podsole**. Auf den nährstoffarmen Dünen- und Flugsanden (BG 1-3) sind auch **Regosole** typisch und dokumentieren damit schwach ausgeprägte Bodenentwicklungen. Bei oberflächennahen Grundwasserständen (BG 1 sowie 4-7) herrschen **Gleye, Anmoorgleye, Niedermoore und Gley-Podsole** vor. Nach häufig erfolgten Grundwasserabsenkungen müssen die aktuell erfassbaren Horizontmerkmale nicht in jedem Falle die aktuellen Grundwasserstände widerspiegeln.

In den vorherrschend lehmigen **Grundmoränenplatten** (BG 11-12 u. 13-17) herr-

schen Verbraunung, Tonverlagerung (Lessivierung) und Stauvernässung vor. In Abhängigkeit von sandigen Anteilen (Geschiebedecksand, Sandauflagen und –durchragungen) besteht ein Wechsel von tiefgründigen **Braunerden, Fahlerden** und flachgründigen (gekappten) **Parabraunerden, sowie Pseudogleyen** bei Stauwassereinflüssen. Die nur auf der Insel Poel und in der Umrandung der Wismarbuch auf tretenden Tschernoseme, Parabraunerden und Subtypen mit Tschernosemeigenschaften wie den mächtigen humosen Oberböden (BG 17) dokumentieren vermutlich andersartige kleinklimatische (vgl. Kap. 4.1a und Abb. 4 darin) und bodenbildende Einflüsse (siehe auch Beschreibung G5). Bei stärker wasserstauenden Bodenarten und oberflächennahen Grundwasserständen (Stau- und/oder Grundwassereinfluss) sind stark hydromorph geprägte Böden wie **Pseudogleye und Gleye** (BG 21-24) entwickelt (typisch für Küstenzone und vorpommersche Ackerplatten). Im Altmoränengebiet sind die Böden im Gegensatz zum Jungmoränengebiet tiefgründiger ausgebildet und entkalkt. Dazu hat die Forstkartierung auch für MV deutliche Unterschiede in den Nährstoffserien (K, Mg, Ca, P) nachgewiesen.

In den stark exponierten **kuppigen Endmoränen** und reliefstarken Gebieten wechseln die Bodenarten stark und die große Heterogenität ("Verschießen") der Böden ist charakteristisch. Neben- bzw. nacheinander wirkten Verbraunung, Tonverlagerung sowie Stauvernässung, und es herrschen **Braunerden, Parabraunerden und Pseudogleye** vor (BG 18-20). Die erwähnte Begünstigung der Bodenerosion (Abtragung und Verlagerung) durch menschliche Eingriffe in die Landschaftsentwicklung hat hier deutliche Spuren hinterlassen und die Bodenheterogenität verstärkt. Neben den unveränderten Böden treten sowohl Denudations-/Abtragsböden als auch Akkumulations-/Auftragsböden auf (**gekappte Parabraunerden, Para-**

rendzinen, "Rumpf-Fahlerde" bzw. Kolluvisole). Im Bereich der Pommerschen Vereisung kann der Anteil veränderter Böden bis zu 50% betragen.

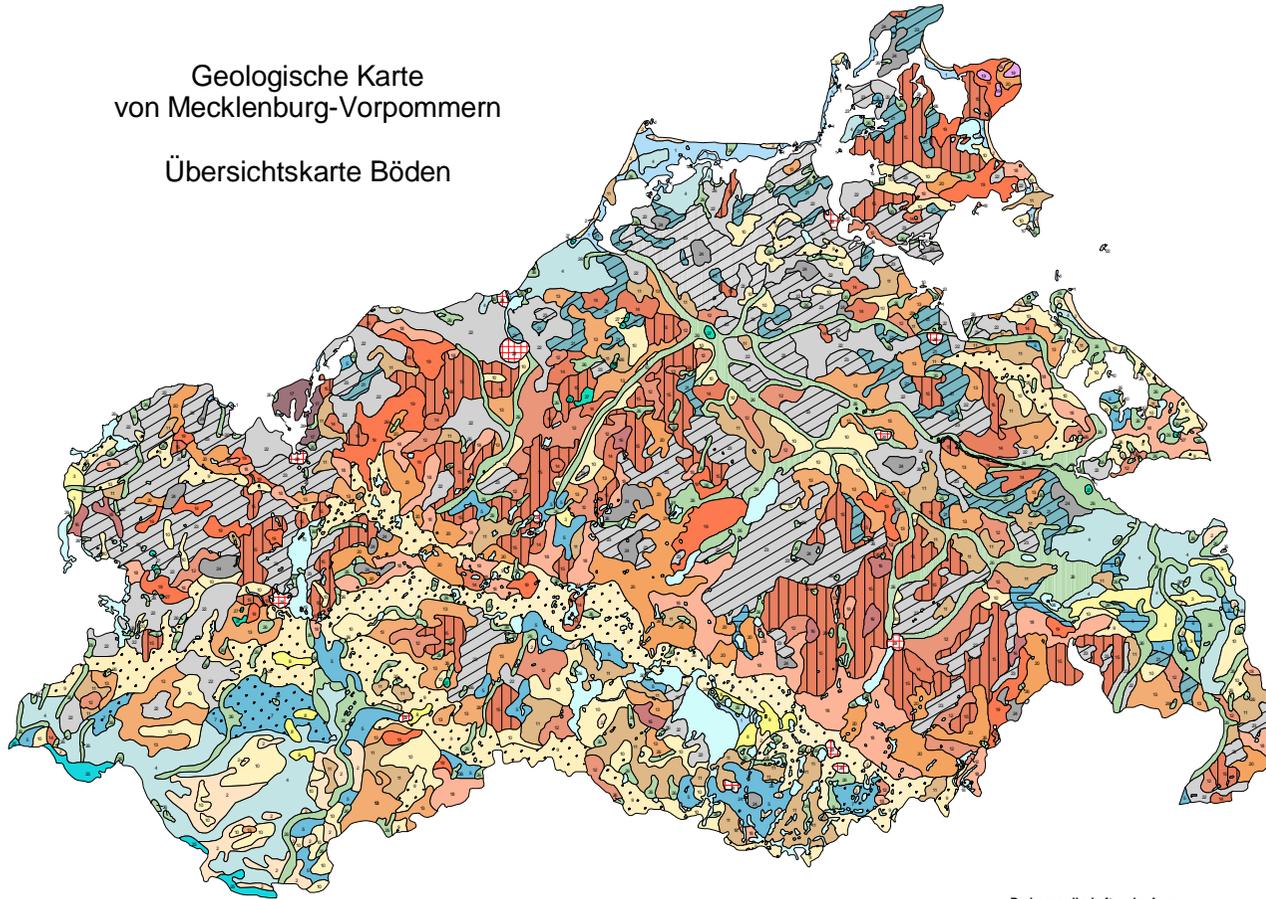
Die **Auenböden** (BG 25) sind nur kleinflächig in der Elbeniederung vorhanden. Die **Niedermoorgesellschaften** (BG 26) sind aus abgestorbenen Pflanzenteilen (Seggen, Schilf, Bruchwald, Laubmoos) kontinuierlich aufgewachsen. Durch Entwässerung und Kultivierung für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung wurde die Torfbildung beendet. Die **Hochmoore** (BG 27) konnten bei hohen Niederschlägen, hoher Luftfeuchtigkeit und geringer Verdunstung über feuchten Unterlagen (nährstoffarmer Sand, Niedermoor) vor allem aus Torfmoos- und Wollgrasgesellschaften aufwachsen. Sie existieren auch wegen des Torfabbaus nur noch in Resten und haben heute einen hohen Schutzstatus.

Literatur:

- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) (2002): Bodenbericht des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Güstrow. http://www.lung.mv-regierung.de/wasser_daten/Bodenbericht-%20Mecklenburg-Vorpommern.htm
- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) (2005): Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern: Übersichtskarte 1: 500 000. Böden. Güstrow (2. Auflage)
- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) (2005): Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern: Böden in Mecklenburg-Vorpommern - Abriss ihrer Entstehung, Verbreitung und Nutzung. Güstrow (2. Auflage)

Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern

Übersichtskarte Böden



- Legende**
- Bodengesellschaften auf vorherrschend sandigen Sedimenten des Alt- und Jungmoränengebietes**
- 1 Sand-Regen (Ranker) Braunerde-Regen (Braunreg.)
Nukleare Sande, mäßigbräunlich und leimig, mit Grundwasseranfeuchtung, eben
 - 2 Sand-Regen (Ranker) Braunerde-Regen (Braunreg.)
Nukleare und spüligere Sande, mit Grundwasser, z.T. mit Grundwasseranfeuchtung, eben bis wellig und kuppig
 - 3 Sand-Braunerde-Regen (Braunreg.) Podsol
spüligere Sande und Braunerde, ohne Wasseranfeuchtung (Ranker), eben bis flachwellig
 - 4 Sand-Clay-Podsol (Clay-Podsol)
spüligere Sande und Braunerde, feinstreusend, mit Grundwasseranfeuchtung, eben bis flachwellig
 - 5 Sand-Clay-Braunerde-Clay (Braunreg.) Podsol-Clay
feinstreusend, mit Braunerde, mit Grundwasseranfeuchtung, eben bis flachwellig
 - 6 Sand-Clay mit Niedermoor
spüligere Sande und Braunerde und Sandbraunerde, mit starkem Grundwasseranfeuchtung, eben bis flachwellig
 - 7 Sand-Clay-Braunerde-Clay (Braunreg.)
Sandbraunerde, mit Grundwasseranfeuchtung, eben bis flachwellig
 - 8 Sand-Podsol-Braunerde-Podsol (Braunpodsol) unter Wald, Braunerde unter Acker
Sandbraunerde, feinstreusend, z.T. überlagert von Flugsanden, ohne Wasseranfeuchtung, eben bis flachwellig
 - 9 Sand-Braunerde
Sandbraunerde, ohne Wasseranfeuchtung, eben bis kuppig
 - 10 Sand-Braunerde-Podsol (Braunpodsol) unter Wald, Braunerde unter Acker
Podsolbraunerde und Sande in und unter den Grundmoränen, z.T. mit Grundwasseranfeuchtung, eben bis wellig
- Bodengesellschaften auf vorherrschend sandigen lehmigen, schluffigen und tonigen Sedimenten des Alt- und Jungmoränengebietes**
- 11 Sand-/Tuffen-/Lehm-/Sandbraunerde
Erdmoränen (Braunreg.)/Fels-/Felsmoränen-Podsol (Braunreg.)
Grundmoränen, mäßig bis stark humusreich, Tuffen, z.T. mit mäßigem Staueiswasser, mit Grundwasseranfeuchtung, eben bis kuppig
 - 12 Sand-/Tuffen-/Braunerde-Braunerde-Podsol (Braunreg.)/Fels-/Felsmoränen
lehmige Grundmoränen, mit geringem Wasseranfeuchtung, eben bis wellig
 - 13 Tuffen-/Fels-/Felsmoränen-Podsol-Podsol (Braunreg.)
Grundmoränen, mit Staueiswasser- und/oder Grundwasseranfeuchtung, eben bis wellig
 - 14 Tuffen-/Fels-/Felsmoränen
Grundmoränen, mit geringem Wasseranfeuchtung, eben bis kuppig
 - 15 Tuffen-/Lehm-/Felsmoränen-Podsol (Braunreg.)
Grundmoränen, z.T. mit starkem Staueiswasseranfeuchtung, eben bis flachwellig
 - 16 Lehm-/Felsmoränen-Podsol-Podsol (Braunreg.)
Grundmoränen, mit Staueiswasseranfeuchtung, flachwellig bis flachwellig
 - 17 Lehm-/Felsmoränen-Podsol-Podsol (Braunreg.)
Grundmoränen, mäßig kalkreich, mit mäßigem, humusreichem Staueiswasser, mit Grundwasseranfeuchtung, eben bis wellig
 - 18 Sand-/Kies-/Lehm-/Braunerde-Podsol (Braunreg.)
Erdmoränen und Gesteine mit starkem Relief (z.T. gestuften), mit geringem Wasseranfeuchtung, kuppig bis kuppig
 - 19 Lehm-/Felsmoränen-Podsol (Braunreg.)
Erdmoränen und Gesteine mit starkem Relief (z.T. gestuften), mit mäßigem Staueiswasseranfeuchtung, kuppig bis kuppig, teilweise auf Anhöhen/Randhöhen
 - 20 Lehm-/Felsmoränen-Podsol (Braunreg.)
Erdmoränen und Gesteine mit starkem Relief (z.T. gestuften), mit Staueiswasser- und/oder Grundwasseranfeuchtung, kuppig bis kuppig, teilweise
 - 21 Tuffen-/Sand-/Clay-Podsol-Clay (Amphreg.)
Grundmoränen, mit starkem Grundwasseranfeuchtung und mäßigem Staueiswasseranfeuchtung, eben bis flachwellig
 - 22 Tuffen-/Lehm-/Felsmoränen-Podsol (Braunreg.)
Grundmoränen, mit mäßigem bis starkem Staueiswasser- und/oder Grundwasseranfeuchtung, flachwellig bis kuppig
 - 23 Lehm-/Tuffen-/Podsol (Braunreg.)/Podsol-Podsol (Braunreg.)/Clay-Podsol (Braunreg.)
Grundmoränen, mit starkem Staueiswasser- und/oder mäßigem Grundwasseranfeuchtung, eben bis kuppig
 - 24 Lehm-/Ton-/Schluff-/Podsol (Braunreg.)/Clay-Podsol (Braunreg.)
Bekanntliche und lehmige Grundmoränen, mit starkem Staueiswasser- und/oder Grundwasseranfeuchtung, eben bis wellig
- Bodengesellschaften der Auen**
- 25 Sand-/Lehm-/Ton-/Auenpodsol (Braunreg.)/Auenreg.
Nukleare Auenpodsole, mit Grundwasser und z.T. Staueiswasseranfeuchtung, eben
- Bodengesellschaften der Moore**
- 26 Niedermoor-/Erdmoränen (Erdreg.)-Erdmuren (Felsreg.)-Moor
Niedermoor/oder Moor/oder mineralischen Sedimenten, mit Grundwasseranfeuchtung, nach Degradierung auch Staueiswasseranfeuchtung
 - 27 Hochmoor (Regenmoor)-Erdmoränen (Erdreg.)-Erdmuren (Felsreg.)
Hochmoor (Regenmoor) der Niedermoor oder mineralischen Sedimenten, mit Grundwasseranfeuchtung
- Bodengesellschaften auf anthropogen veränderten Flächen**
- 28 Sand-/Lehm-/Ton/-Schluff/-anthropogene Böden
Sand- und Schluffregale, einschließlich Flugregale und Dünen, sehr heterogen



Abb. 1: Konzeptbodenkarte 1: 25 000 - stark nach dominant auftretenden bodensystematischen Einheiten generalisiert (LUNG M-V 2012).

5. Land- und Forstwirtschaft in MV

Zimmer, D., Leinweber, P., Kanswohl, N., Dettmann, S., Baum, C.

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

5.1 Flächenverhältnisse, Betriebsstrukturen, Pflanzenbau, Grünland, Agrarumweltmaßnahmen

D. Zimmer, P. Leinweber

Datengrundlage sind die von dem Fachministerium der Landesregierung herausgegebenen Agrarberichte der Jahre 1998, 2001 bis 2009 und 2011, sonstige Quellen sind im Text gesondert aufgeführt.

Das Bundesland MV hat eine Fläche von 2.319.300 ha, von der etwa 64 % landwirtschaftlich genutzt werden. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LNF) betrug im Jahr 2000 etwa 1.366.700 ha und 2010 etwa 1.350.900 ha. In den letzten Jahren wurden davon etwa 80 % als Acker (AF) und 20 % als Dauergrünland (5 % Wiese, 15 % Weide) genutzt. Die Dauergrünlandfläche verringerte sich von 1991 bis 2010 signifikant (Abb. 1), was vor allem auf den Rückgang der Wiesenflächen von 96.300 ha auf 76.400 ha zurückzuführen ist.

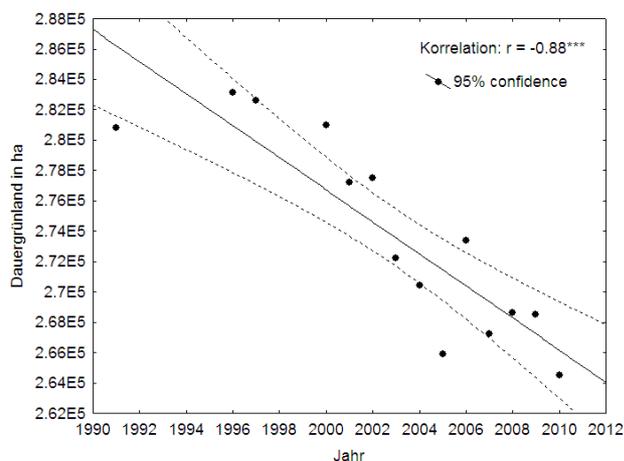


Abb. 1: Entwicklung der Dauergrünlandfläche von 1991 bis 2010 (Agrarberichte des Landes MV).

Die ökologisch bewirtschaftete LNF stieg von etwa 75 Tha im Jahre 1993 auf mehr als 120 Tha in 2010. Damit wurden 2010 knapp 9 % der LF ökologisch bewirtschaftet. Im Jahr 2010 wurden dabei 116625 ha (661 Antragsteller) für den ökologischen Landbau durch Förderprogramme des Landes gefördert.

Hinsichtlich der Strukturen und Betriebsgrößen weist der Agrarbericht 2011 aus, dass es 2010 in MV 4725 landwirtschaftliche Betriebe mit einer durchschnittlichen Größe von 286 ha gab. Davon wurden 3949 Betriebe (Größe \bar{x} 202 ha) durch natürliche Personen, davon 3091 als Einzelunternehmen (Größe \bar{x} 129 ha) und 858 als Personengesellschaften (Größe \bar{x} 465 ha) geführt. Durch juristische Personen wurden 776 Betriebe (Größe \bar{x} 714 ha) geführt. Die durch Einzelpersonen bewirtschafteten Betriebe sind also im Durchschnitt wesentlich kleiner als die durch Personengesellschaften oder juristische Personen geführten. Einzelpersonen bewirtschafteten damit nur 29,5 % der LF in MV.

Für die Ackernutzung ist festzustellen, dass es von 1991/91 bis 2010 zu massiven Veränderungen bei den angebauten Feldfrüchten kam (Tab. 1). Dabei erhöhten sich von 1990/91 bis 2010 sowohl die absolute Fläche (als auch der prozentuale Anteil) an der Ackerfläche (AF) für Winterweizen (und Dinkel) (WW), und Winterrapen (WR) (Abb. 2) signifikant, während sich die absoluten Flächen von Sommergerste (SG), Hafer, Kartoffeln und Zuckerrüben (ZR) signifikant verringerten (Abb. 2).

Tab. 1: Anbauflächen in Tha ausgewählter Feldfrüchte (Agrarberichte des Landes MV)

Fruchtart	Anbaufläche in Tha		
	1990/91	2000	2010
Winterweizen	158	307	348
Sommerweizen	1,9	3,2	2,3
Körnermais, CCM	2,0	1,1	4,6
Hafer	62	12	5,6
Wintergerste	156	135	115
Sommergerste	56	16	4,5
Roggen	181	107	63
Triticale	5,1	39	15
Winterraps	134	185	252
Silomais	88	65	134
Hülsenfrüchte	3	21	6,2
Kartoffeln	27	16	14
Zuckerrüben	37	29	25

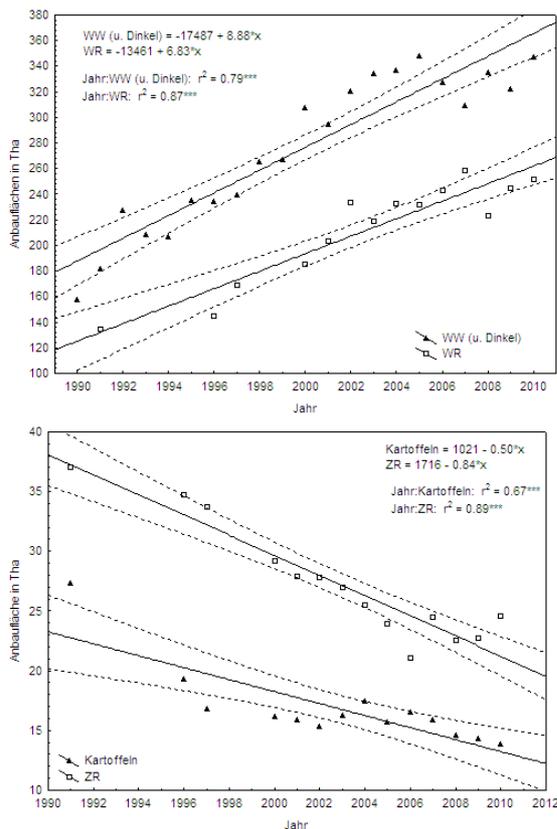


Abb. 2: Anbauflächen von 1990/91 bis 2010 für WW, WR, Kartoffeln und ZR (Agrarberichte MV)

Diese Veränderungen entsprechen der Entwicklung in Deutschland insgesamt (1998-2010: Signifikante Erhöhung der Anbauflächen für WW, Körnermais und

Raps, signifikante Verringerung bei SG, Hafer, Kartoffeln und ZR).

Seit dem Jahr 2000 kam es zu einer signifikanten Zunahme der Anbaufläche für Silomais und außerdem zu einer signifikanten Verringerung der Flächen von Triticale, Hülsenfrüchten (HF) und Sommer-raps (SR) (Abb. 3).

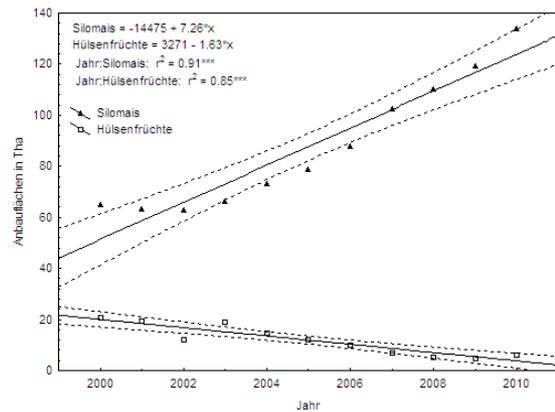


Abb. 3: Anbauflächen von 2000 bis 2010 für Silomais und Hülsenfrüchte (Agrarberichte des Landes MV)

Winterweizen und -roggen und Mais (Körner- und Silomais) machten 1991 etwa 40 % und 2010 zusammen etwa 67 % der AF aus.

Die Erträge der Wintergetreide (WW, WG) stiegen von 1990 bis 2010 signifikant an (Abb. 4). Allerdings blieb das Ertragsniveau in 2010 mit 69 (WW) bzw. 64 (WG) dt ha⁻¹ unter dem langjährigen Durchschnitt (WW: 71; WG: 75). Insgesamt liegt das Ertragsniveau bei den Hauptfruchtarten im bundesdeutschen Durchschnitt.

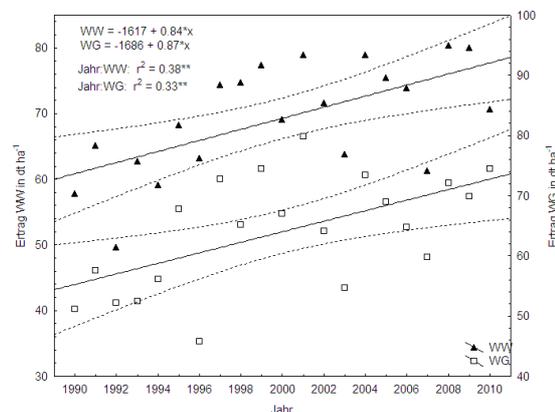


Abb. 4: Erträge von WW und WG von 1990 bis 2010 (Agrarbericht 2010 des Landes MV)

Agrarumweltmaßnahmen sind ein wesentlicher Bestandteil der Agrarpolitik und damit wichtiger Einkommenstandteil vieler Betriebe. Im Jahre 2010 wurden 9200 ha (= 169 Antragsteller) für den erosionsmindernden Ackerbau, 9960 ha (103 Antragsteller) für die Winterbegrünung/Mulch-/Direktsaat und 590 ha für Blühflächen für Bienen (341 Antragsteller) als Agrarumweltmaßnahmen des Landes gefördert. Außerdem wurden über das Förderprogramm „Naturschutzgerechte Grünlandnutzung in MV“ die Nutzungen Salzgrasland, Feuchtgrünland/Moorgrünland, Magergrünland und Grünland auf von Natur aus nährstoffarmen und aushagerungsfähigen Standorten in den Jahren 2007 bis 2010 gefördert.

Die jungpleistozäne Landschaft ist reich an schützens- und erhaltungswürdigen Ackerkleinhohlformen (Sölle) deren Anzahl insbesondere in den 60er und 70er Jahren des 20. Jh. durch sogenannte Flurbereinigungsmaßnahmen für eine industrielle Landwirtschaft (z.B. Zuschütten, Melioration) sowie Bebauung massiv abgenommen hat (Philipp 2006). Heute gehören Sölle zu den geschützten Biotopen/Geotopen in MV. Über das Förderprogramm „Sölle“ wurde die Renaturierung z. B. in 2000 bis 2006 (EAGFL/A) sowie nachfolgend als Teilprogramm der „Beihilfen für nichtproduktive Investitionen (ELER-Code 216b)“ gefördert. Bis zum Ende des Jahres 2005 wurden im Sölleprogramm 264 und im Programm 216b bisher 68 Sölle und Kleingewässer renaturiert und (Bathke und Dickel 2010).

5.2 Tierproduktion

N. Kanswohl, S. Dettmann

Die Tierzahlen in MV werden durch das Statistische Landesamt erhoben; die Bestandeszahlen für die Nutztierarten sind Tab. 2 zusammengestellt. Die Rinderbestände sanken von 1991 bis 2010 um ca. 23 %. Diese Entwicklung betrifft auch die Bestandeszahlen für Milchkühe, wovon

2010 ca. 30 % weniger als 1991 gehalten wurden. Bei den Mutter- und Mastkühen ist jedoch ein starker Anstieg zu verzeichnen, die Tieranzahl hat sich von 1991 bis 2010 fast vervierfacht. Der Gesamtschweinebestand ging in der Zeit von 1991 bis 2010 um etwa 34 % zurück. Ebenso verhält es sich bei den Mastschweinen. Hier beträgt der Rückgang der Tierzahlen 31 %. Die Bestände an Schafen und Pferden entwickelten sich positiv. 2010 wurden 8 % mehr Schafe gehalten als 1991. Allerdings ist ab 2007 ein deutlicher Rückgang der Schafbestände zu verzeichnen.

Bei Pferden betrug der Anstieg im Zeitraum von 1999 bis 2010 etwa 10 %. Für die Geflügelhaltung ist ab 1990 ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen. 2010 wurde ca. 47 % mehr Geflügel gehalten als 1990.

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche blieb im Zeitraum von 1991 bis 2010 relativ gleich groß. Deshalb verlief die Entwicklung der Tierbesatzdichten analog zu den Entwicklungen der Tierbestände. Die Tierbesatzdichte gilt als Indikator für Flächenbindung der landwirtschaftlichen Tierhaltung und hat einen großen Einfluss auf die Verteilung der Nährstoffflüsse im Agroökosystem (Umweltbundesamt 2011) und wird in Tieranzahl je 100 ha (= km²) Landfläche (LF) angegeben (Abb. 4). Im Wirtschaftszweig Rinderhaltung sanken die Tierbesatzdichten im Untersuchungszeitraum von 56 Tieren je 100 ha LF auf 42 Tiere je 100 ha LF. Dabei reduzierte sich der Tierbesatz an Milchkühen von 19 auf 13 Tiere und der Besatz bei Mutter- bzw. Mastkühen stieg von 2 auf 5 Tiere je 100 ha LF. Die Besatzdichte für Schweine betrug 1991 85 Tiere je 100 ha LF, sank bis 1995 sehr stark auf 39 Tiere je 100 ha LF und stieg bis 2010 kontinuierlich wieder an. In 2010 betrug die Besatzdichte für Schweine 56 Tiere je 100 ha LF.

Tab. 2: Tierbestandsentwicklung der Nutztierarten Rind, Schwein, Schaf, Pferd und Geflügel in MV von 1990 bis 2010 (STALA-MV 2009a; STALA-MV 2010a; AGRARBERICHT 2011).

Tierart	Jahr							
	1991	1995	1999	2001	2003	2005	2007	2010
Rinder insgesamt	730882	641131	611055	591948	565079	539300	543885	562840
dav. Milchkühe	248397	233107	203291	190103	182210	179100	173026	171942
dav. sonst. Kühe ¹	21072	52697	73209	75747	67639	64496	69101	73253
Schweine insgesamt	1152500	527400	648000	632600	688100	637200	752100	760900
dav. Mastschweine	383833	181818	-	-	246958	236400	267058	265100
Schafe insgesamt	77400	69300	93700	112000	109200	102100	105600	83670
Pferde	-	-	12662	14804	12480	14100	15420	13869
Geflügel insgesamt	5 95054 ²	-	7354778	7394398	8235352	7894400	7893912	8722482

¹Ammen,- Mutter,- Schlacht- und Mastkühe

²Geflügelbestand von 1990 (STALA-MV 2004)

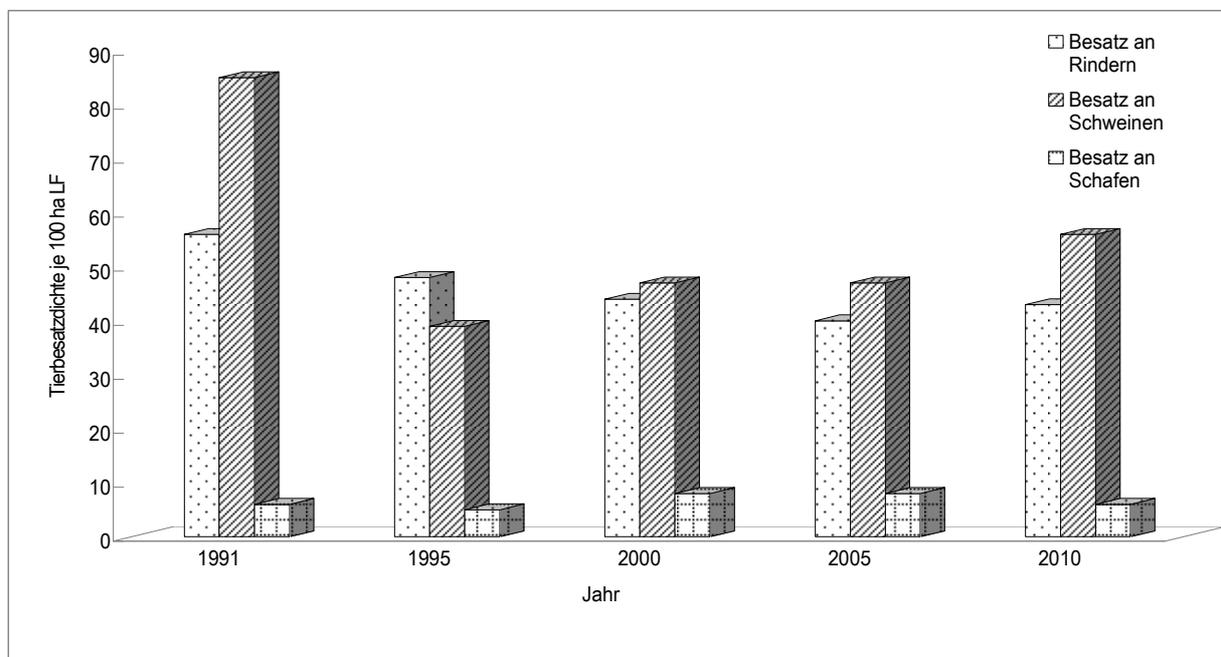


Abb. 4: Tierbesatzdichten der Nutztierarten Rind, Schwein und Schaf in MV von 1990 bis 2010 (STALA-MV 2009a; STALA-MV 2010a)

Bei Schafen blieb die Besatzdichte in den Jahren 1991 und 2010 mit 6 Tieren je 100 ha LF in etwa gleich, verringerte sich aber von 2005 bis 2010.

Die positive Entwicklung des ökologischen Landbaus in MV spiegelt sich auch in der Entwicklung der darin einzuordnenden Tierbestände wider (Tab. 3). Bei den Tierarten Schwein, Schaf, Geflügel und der Haltung von Mutter- bzw. Mastkühen ist über den Zeitraum von 1999 bis 2010 ein

Zuwachs zu verzeichnen. 2010 wurden mehr als doppelt so viele Schweine ökologisch gehalten als 1999. Für den Bereich der Mastschweinehaltung lagen aus dem Jahr 2010 keine Daten vor, aber bis 2007 nahm der Mastschweinebestand bereits um 12 % zu. Der Bestand an ökologisch gehaltenem Geflügel wuchs um etwa 19 % an. Der Zuwachs für den Schafbestand von 1999 bis 2010 betrug ca. 2 %. Werden nur die letzten Jahre betrachtet, so gab es

von 2007 bis 2010 aber einen beträchtlichen Rückgang der Schafbestände. Die Bestandeszahlen in der ökologischen Rinderhaltung (außer Mutter- und Mastkühe) waren mit -2 % Abnahme leicht rückläufig. Die Milchkuhhaltung war vom Rückgang der Bestandeszahlen besonders betroffen, denn 2010 wurden etwa 40 % weniger Milchkühe ökologisch gehalten als 1999

Der Ziegenbestand wird bisher durch das Statistische Landesamt MV nicht erfasst, sollte aber der Tierseuchenkasse gemeldet werden (Tab. 4), wobei jedoch Vollständigkeit der Meldungen nicht angenommen werden kann. Die Anzahl der in MV gehaltenen Nutztiere liegt aufgrund der nicht einbezogenen Kleinsttierhaltung deshalb geringfügig höher als aus der Statistik hervorgeht.

Tab. 3: Tierbestandsentwicklung der Nutztierarten Rind, Schwein, Schaf und Geflügel im ökologischen Landbau in MV von 1999 bis 2010 (STALA-MV 2009b; STALA-MV 2010b)

Tierart	Jahr					
	1999	2001	2003	2005	2007	2010
Rinder insgesamt	79396	83669	83836	70949	85557	77514
Dav. Milchkühe	5597	3444	3391	2320	2616	3343
Dav. sonst. Kühe ¹	33892	35279	32899	29697	34830	34152
Schweine insgesamt	10682	10929	15043	9430	25884	23864
Dav. Mastschweine	6767	6575	7200	3531	7692	-
Schafe insgesamt	28397	33186	37011	35491	40337	28941
Geflügel insgesamt	-	-	218513	458 462	513 906	821876

¹Ammen,- Mutter,- Schlacht- und Mastkühe

Tab. 4: Ziegenbestand in MV von 2006 bis 2012 (STRÜBING 2012)

Jahr	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Tierzahle	2248	2799	4450	6553	5957	5550	5480

Zum Vergleich mit Tierbesatz in den Bundesländern Bayern und Niedersachsen wird nun die Großvieheinheit (GV), eine Umrechnungseinheit zur Normierung der verschiedenen Tierrassen, verwendet (1 GV = Äquivalent zu einem 500 kg schweren ausgewachsenen Rind; Tab. 5). Der Viehbesatz für alle landwirtschaftlichen Nutztiere betrug 1991 in MV 51 GV je 100 ha LF. Mit dem Rückgang der Tierbestände bis Mitte der 90er Jahre reduzierte sich auch der Besatz an Tieren auf 39 GV je 100 ha LF. Danach stieg der Tierbesatz bis zur Jahrtausendwende wieder an und pendelte sich bis 2010 auf 40 GV je 100 ha LF ein (Abb. 5). Damit liegt

MV deutlich unter dem gesamtdeutschen Durchschnitt von 100 GV je 100 ha LF in 2009 (BMELV 2010).

Dieser Unterschied ist besonders deutlich ausgeprägt im Vergleich zu Niedersachsen. Die Entwicklungstendenzen der Tierbesatzdichten in den drei Bundesländern ähneln sich ab dem Jahr 2000. Die Tierzahlen sanken. In Bayern und Niedersachsen reduzierte sich der Besatz an Tieren in diesem Zeitraum jeweils um etwa 15 - 20 GV je 100 ha LF. Von 2007 bis 2010 blieb der Tierbesatz in allen drei Bundesländern relativ konstant.

Tab. 5: Umrechnungsschlüssel Großvieheinheit (TLL 2012)

Bezeichnung	Umrechnungsfaktor in GV
Rinder 1 bis unter 2 Jahre	0,7
Rinder 2 Jahre und älter	1,0
Zuchtschweine über 50 kg Lebendgewicht	0,3
Mastschweine über 50 kg Lebendgewicht	0,16
Schafe 1 Jahr und älter	0,1
Pferde 3 Jahre und älter	1,1
Geflügel	0,004

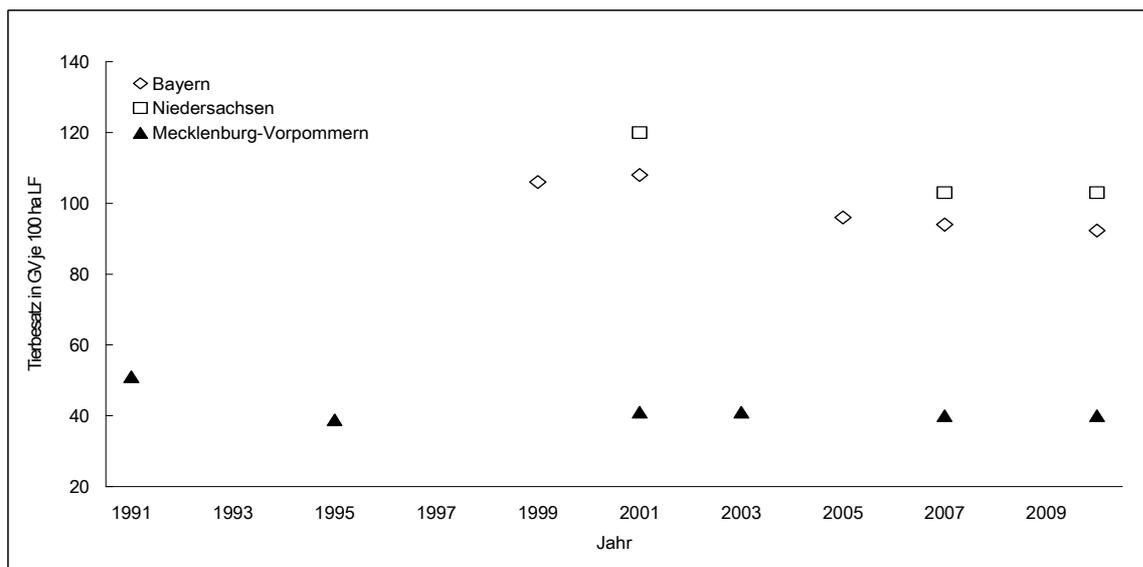


Abb. 5: Entwicklung der Tierbesatzdichten in Bayern, Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern

5.3. Forstwirtschaft

C. Baum

Wald bedeckt mit ca. 516.000 ha etwa 23 % der Fläche des Bundeslandes. Damit ist MV im Bundesvergleich ein eher waldarmes Land. Fast 30.000 ha Wald werden einer natürlichen Entwicklung überlassen. Seiner natürlichen Vegetation nach gehört MV zur mittel- und westeuropäischen Laubwaldregion mit Buche als dominierender Baumart, gegenwärtig jedoch herrschen Nadelbaumbestände (52,1 % der bestockten Holzbodenfläche [Bezugsbasis für die folgenden Angaben]) vor, in erster Linie Kiefern (40 %). Der Kiefer folgen bei den Nadelbaumarten die Fichte (8,1 %), die Lärche (3,2 %) und die Douglasie/Tanne (1,4 %). Unter den Laubbäumen dominieren die Buche (12 %) und die Eiche (9 %). Charakteristisch für MV ist ein hoher Flächenanteil von Laubbäumen mit einer kurzen Lebensdauer, insbesondere Erlen und Birken (20,4 %). Der verbleibende Anteil von 6,8 % ist mit anderen Laubbaumarten mit hoher Lebenserwartung bestanden (LU MV 2009).

Im Rahmen des Waldumbauprogrammes soll der Laubbaumanteil im Landeswald in einem Zeitraum von 100 Jahren auf rund 60 % erhöht werden bei Verringerung der Anteile von Kiefern und Fichten. Dieser langfristige Umbau hat zum Ziel, den Anteil solcher Waldflächen erheblich zu vergrößern, deren Artenspektrum natürlichen Waldgesellschaften (s. o.) nahe kommt. Den größten Flächenzuwachs sollen Buchen und Eichen erhalten. Besonders gefördert werden Edellaubbaumarten wie Esche, Ahorn und Vogelkirsche. Der Anteil der Roterlenbestände in Bruch- und Sumpfwäldern soll erhalten und örtlich vermehrt werden. Auch bei Erstaufforstungen zur Vergrößerung des Waldanteils in MV sollen standortgerechte und aus Gründen des Artenschutzes heimische Laubbaumarten bevorzugt verwendet werden. In den letzten Jahren betrug der Anteil der Laubbaumarten bei der Wald-

verjüngung daher mehr als 75 % (LU MV 2009).

Das Bundesland MV verfügt mit 24 % der Gesamtwaldfläche über einen hohen Anteil an unter besonderem Schutz stehenden Waldflächen im Sinne der FFH-Richtlinien. Zusammen mit den Europäischen Vogelschutzgebieten bilden die FFH-Gebiete ein zusammenhängendes ökologisches Schutzgebietsnetz (Natura 2000), welches insgesamt ca. 42 % der Gesamtwaldfläche des Landes umfasst. Weiterhin wurden auf der 35. Sitzung des UNESCO-Welterbekomitees zwei Buchenwälder in MV, nämlich Teile des Nationalparks Jasmund auf Rügen und des Serrahner Teils des Müritz-Nationalparks, in die Liste des Weltnaturerbes aufgenommen. Im Nationalpark Jasmund entsprachen nach Einschätzung des UNESCO-Welterbekomitees 493 ha Buchenwald im Bereich der unmittelbaren Kliffkante der Kreidefelsen den Anforderungen dieser Bewertung. Hier blieben die Wälder vor allem wegen ihrer Unzugänglichkeit unangetastet. Im Serrahner Teil des Müritz-Nationalparks wurden 268 ha in die Weltnaturerbe-liste aufgenommen. Hier haben über Jahrhunderte hinweg vor allem Jagdinteressen von Großherzögen dafür gesorgt, dass die Wälder kaum forstlich genutzt wurden. Nach 1945 wurden sie unter gesetzlichen Schutz gestellt (NABU MV 2011).

Der Waldzustand in MV hat sich gegenüber einem hohen Schadniveau zu Beginn der Erhebungen 1992 bis 1996 zunächst deutlich verbessert. Der Zustand hat sich in den letzten Jahren jedoch wieder verschlechtert, ist allerdings gegenwärtig mit einem Schadniveau mit mittlerem Nadel-Blattverlust von 19 % weiterhin noch deutlich besser als 1992 (26 %). Zu den wesentlichen abiotischen und biotischen Umweltfaktoren, die in besonders hohem Maße die aktuellen Veränderungen hervorriefen, zählen im förderlichen Sinne die verringerten atmosphärischen Stoffeinträge seit Beginn der 90er Jahre (v. a.

Schwefelverbindungen). Schädigend wirken aktuell ein verstärkter Befall mit blattfressenden Raupen und wärmeliebenden pilzlichen Erregern insbesondere bei Eichen und Eschen (LU MV 2011b) sowie die extrem hohen Niederschläge im Sommer 2011, welche vielfach zur Überflutung von Wäldern führten.

Die Forstverwaltung des Landes MV unterhält seit 1986 Wald-Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF-F), die einer vergleichbaren Zielsetzung wie die BDF-L dienen¹. Darüber hinaus werden folgende weitere Ziele verfolgt: Erfassung des Zustandes und langfristige Überwachung der Entwicklung ausgewählter & flächenhaft bedeutender, sensitiver Wald-ökosysteme, Abschätzung der Risiken für die Überlastung der Selbstregulierungsmechanismen der Wälder sowie Beurteilung der Gefahren, die sich aus der Waldentwicklung für Umwelt und nachhaltige Gewährleistung der Waldfunktionen ergeben könnten. Nur die Hauptbaumarten Kiefer, Rotbuche und Eiche auf im Wald weit verbreiteten anhydromorphen Standorten wurden bzw. werden hierbei berücksichtigt¹.

Literatur:

- Anonymus (2008a) Ex-post-Bewertung der Maßnahmen des Planes des Landes Mecklenburg-Vorpommern zur Entwicklung des ländlichen Raumes 200-2006, Abteilung Garantie des EAGFL (EPLR MV), Auftraggeber Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern
- Bathke, M., Dickel, R. (2010) Halbzeitbewertung des EPLR M-V, Teil II, Kapitel 10, Beihilfen für nichtproduktive Investitionen (ELER-Code 216)
- BLS (2011a) Bayrisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hrsg.) Entwicklung der Viehhaltung am 3. Mai in Bayern seit 1999, https://www.statistik.bayern.de/medien/statistik/wirtschaftshandel/0401_viehbestaende_99_11.pdf, zugegriffen am 27.06.2012.
- BLS (2011b) Bayrisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hrsg.) Landwirtschaftliche Betriebe und landwirtschaftlich genutzte Fläche in Bayer seit 1979, https://www.statistik.bayern.de/medien/statistik/wirtschaftshandel/0401_betriebsstruktur_79_10.pdf, zugegriffen am 27.06.2012.
- BMELV (2010) Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) Die deutsche Landwirtschaft, Leistungen in Zahlen und Fakten, Berlin.
- LSKN (2012) Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstheorie Niedersachsen, Landwirtschaftliche Betriebe nach Hauptnutzungs- und Kulturarten 2010, http://www.lskn.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=25698&article_id=87564&psmand=40, zugegriffen am 27.06.2012.
- LSKN (2007) Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstheorie Niedersachsen, Agrarstrukturerhebung 2007, Hannover.
- LU MV (2009) Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern Forstbericht „Cluster Wald und Holz“ des Landes Mecklenburg-Vorpommern
- LU MV (2011a) Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz (Hrsg.) Agrarbericht 2011 des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Berichtsjahr 2009-2010, Schwerin.
- LU MV (2011b) Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern Waldzustandsbericht 2011.
- NABU MV (2011) <http://mecklenburg-vorpommern.nabu.de/themen/wald/13919.html>
- Philipp, H.-J. (2006) Zur neuzeitlichen Nutzung der Sölle im norddeutschen Jungmoränengebiet: Versuch der Nutzungsgeschichte. Der Andere Verlag
- STALA-MV (2004) Statistisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) statistische Hefte, 1/2004, http://www.statistik-mv.de/cms2/STAM_prod/STAM/downloads/Landwirtschaft/Z001_2004_41_-_Viehhaltung-Fleischerzeugung.pdf, zugegriffen am 26.06.2012.
- STALA-MV (2009a) Statistisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) Statistischer Bericht C303 2009 00, Viehwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern 2009.
- STALA-MV (2009b) Statistisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) Statistischer Bericht C4938 2009 01, Betriebe mit ökologischem Landbau in Mecklenburg-Vorpommern 2009.
- STALA-MV (2010a) Statistisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) Statistischer Bericht C303 2010 00, Viehwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern 2010.
- STALA-MV (2010b) Statistisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) Statistischer Bericht C4938 2010 01, Betriebe mit ökologi-

schem Landbau in Mecklenburg-Vorpommern 2010.

STALA-MV (2012) Statistisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) http://www.statistik-mv.de/cms2/STAM_prod/STAM/de/la/Presseinformationen/index.jsp?&pid=14680 ,
zugegriffen am 21.06.2012.

Strübing, S. (2012) Tierseuchenkasse Mecklenburg-Vorpommern, schriftliche Mitteilung am 22.06.2012.

TLL (2012) Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Umrechnungsschlüssel für Vieheinheiten (VE) und Großvieheinheiten (GV), http://www.tll.de/ainfo/archiv/ve_schl.pdf ,
zugegriffen 28.06.2012.

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2011) „Für eine ökologisierte erste und eine effiziente zweite Säule“, Stellungnahme der Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt (KLU) zur Reform der gemeinsamen Agrarpolitik, Dessau-Roßlau.

Fußnote:

¹http://www.lung.mv-regierung.de/wasser_daten/Dateien/Kap_3_2...

Z1: Bodengeographische Exkursion Rügen

Sixten Bussemer, Christoph Kunkel, und Tony Baudis

Universität Greifswald, Bodenökologie und Bodengeographie, Friedr.-Ludwig-Jahn-Str. 17A, 17487 Greifswald

Einleitung

Die Zweitagesexkursion führt über die alte Hansestadt Stralsund (knapp 60.000 EW) mit ihrer zum UNESCO-Weltkulturerbe gehörenden Altstadt nach Rügen. Diese mit ca. 1.000 qkm größte deutsche Insel liegt unmittelbar vor der vorpommerschen Festlandküste, vom nordöstlichsten Teil Deutschlands nur durch den schmalen Strelasund getrennt. Sie inspirierte in ihrer Historie nicht nur Dichter und Künstler wie Ernst Moritz Arndt oder Caspar David Friedrich zu großem Schaffen, ihre natürliche Vielfalt und harmonische Kulturlandschaft mit den weltberühmten Seebädern locken bis heute zahlreiche Touristen an.

Die Rügenexkursion steht im Zeichen eines jungen und jederzeit dynamischen Landschaftsraumes. Ständige Eisvorstöße, Sedimenttransport und Erosion während des Pleistozäns sowie eine sich verändernde Küstenlinie, Abrasion und die Entstehung von Kulturräumen während des Holozäns sorgten für ein kleinräumiges und vielfältiges Landschaftsmosaik - was die Insel auch für Botaniker, Geowissenschaftler und Archäologen so interessant macht. Die letzten Ablagerungen des großen nordischen Inlandeisschildes prägen zu einem großen Teil das Relief der Insel, womit Rügen gemeinsam mit seiner Nachbarinsel Usedom den jüngsten Jungmoränengürtel Deutschlands bildet.

Pleistozäne Hinterlassenschaften

Der rezente Formenschatz Rügens ist den mehrfachen Vorstößen des skandinavischen Inlandeises über den Ostseetrog hinweg nach Mitteleuropa geschuldet (Kliewe & Gellert 1965). Der von der Exkursion nicht erfasste westliche Inselteil

besteht aus ausgedehnten Grundmoränenlandschaften mit eher unauffälligen Randlagen der Velgaster Vorstoßstaffel und Garz-Zinnowitzer Stillstandsstaffel (Marcinek 2002). Die Hügellandschaften im östlichen und nördlichen Bereich werden von sandigen Moränen und Niedertertsedimenten des W3-Gletschers überdeckt, welche jedoch deutlich geringmächtiger als die unterliegenden Sedimente älterer Eisvorstöße sind (Stephan et al. 2007).

Das Wahrzeichen des östlichen Rügens ist die Kreideküste mit ihren weißen Klippen, deren Prototyp der zum Exkursionsprogramm gehörende Jasmund (Abb. 1) darstellt. Die einstmals aus der Tiefe hinaufgepressten Kreideschollen waren während des Mecklenburger Stadiums bereits derart mächtig und widerstandsfähig, dass die W3-Gletscher sie als Nunatakker umflossen.

Auf dem mehr als 100 m hohen und hügeligen Inselkern der Granitz als zweitem Exkursionsschwerpunkt (Abb. 1) sind großflächig glazilimnische und glazifluviale Sedimente abgelagert. Diese Lagerungsverhältnisse lassen sich am einfachsten durch Reliefumkehr in einer vielfältig gegliederten Toteiszerfallslandschaft mit mächtigen Beckensedimenten erklären. Anschließend wurde die Granitz erneut von einem Gletscher überfahren (Rühberg 1995).

Klima und Vegetation

Die Lage Rügens im Küstenbereich sorgt im Vergleich zum Binnenland für eine relativ geringe Temperaturamplitude im Jahresverlauf (vgl. Klimadiagramm von Mühr 2007). Jahresmitteltemperaturen von

knapp 8 °C und jährliche Niederschlagssummen von deutlich unter 600 mm sind für den östlichen Küstenstreifen charakteristisch. Das unbeständige Wetter ist häufig windig und bewölkt (Schumacher 2008). Hohe Luftfeuchte führt dabei zu häufigen Küstennebeln (Kliewe 1965).

Die feuchte Witterung wird durch stärkere Humusanreicherung und in Extremfällen auch Hochmoorbildung bodenkundlich durchaus relevant. In den Hochlagen der Inselkerne kommt es hingegen durch die stark das Laub verblasenden Winde zu Aushagerungserscheinungen (LFG 1999).

Die Buche ist am besten an diese spezifischen klimatischen Bedingungen des südlichen Ostseeraums angepasst. Sie ist auf dem kalkigen Untergrund des Jasmunds ebenso dominant in der Baumschicht vertreten wie auf den extrem sauren Standorten der Granitz. Aufgrund der Geländemorphologie mit ihren ungeeigneten steilen Hängen sowie auch der Ausweisung der Granitz als Jagdrevier blieben die bedeutenden Inselkerne Jasmund und Granitz von ackerbaulicher Tätigkeit verschont, sodass hier noch naturnahe Wälder vorzufinden sind. Auf dem Jasmund sind Orchideen-Buchenwald und Waldgersten-Buchenwald typisch. Auf den häufig dünenbestandenen jungen Nehrungen stocken Kiefernreinbestände, während hier auf älteren Standorten Mischwälder aus Eiche und Kiefer dominieren.

Exkursionsroute und -standorte

Vom Treffpunkt am Bahnhof Stralsund geht es per Bus nach Rügen. Nach dem Überqueren der imposanten Rügenbrücke beginnt die flache bis wellige Grundmoräne der Insel. Wir durchfahren die Kreisstadt Bergen und gelangen schließlich zu den Endmoränenzügen im Südosten, wo sich der erste Exkursionspunkt am Ort „Klein Zicker“ (S1) befindet. Nahe dem Ostseebad Sellin folgt ein Standort (S2) an dem ein Finowboden vorgestellt wird. Der nächste Halt (S3) ist eine Reihe freigeleg-

ter Großsteingräber nahe Lancken-Granitz, bevor es hinauf geht zum Aussichtsturm des Jagdschlusses Granitz, inmitten einer bewaldeten Endmoränenlandschaft bei Binz (S4). Anschließend kann nördlich von Binz, am Exkursionspunkt S5, der regionale Bodentyp der Rügeerde beobachtet werden. Nicht weit entfernt befindet sich mit der KdF-Anlage Prora das längste Gebäude der Bundesrepublik (S6). Mit einem kurzen Fußmarsch werden am Exkursionspunkt S7 die einzigartigen Feuersteinfelder erwartet. Anschließend geht es hinter Sassnitz auf die Halbinsel Jasmund mit ihren berühmten Kreidefelsen (S8) und dem zugehörigen Bodentyp Rendzina (S9). Nach der Weiterfahrt durch den Nationalpark Jasmund gelangt die Exkursionsgruppe abschließend nach Arkona (S10) und besucht dort die aus dem Untergrund präparierten Reste der bedeutendsten slawischen Tempelburgenanlage der Region.

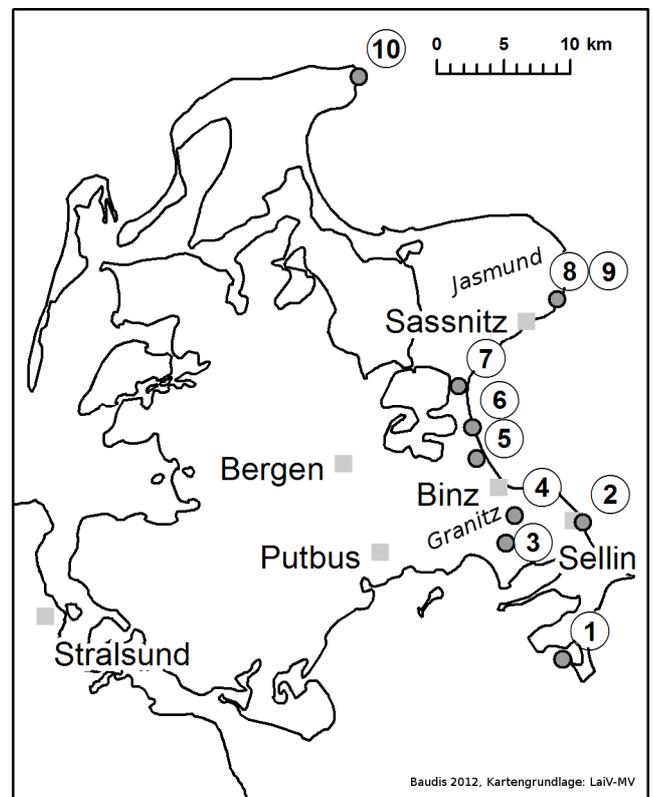


Abb. 1: Karte der Exkursionspunkte auf Rügen

Standort S1: Kolluvisol (Braunerde)-Parabraunerde am Kliff „Klein Zicker“

Die Halbinsel „Klein Zicker“ im Südosten der Insel bietet einen weiten Ausblick über das Jungmoränenland und seine Küstenformen. Am flachen Kliff des Ufers sind Kolluvisol-Parabraunerden mit lamellenartigem Übergang von Al zu Bt aufgeschlossen. Der Untergrund ist kalkhaltig. Auf dem Rückweg entlang des Kliffs lassen sich flachgründige Eiskeilpseudomorphosen beobachten.

Standort S2: P1 Finowboden bei Sellin

Die Erstbeschreibung des Profils Sellin fand gemeinsam mit Norbert Schlaak (LBGR Cottbus) und Frank Idler (LUNG Güstrow) im Frühjahr 2009 statt. Es befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Ortskern des Ostseebades am Pfad über der Steilküste mit gleichzeitig küstenmorphologischem Ausblick (Bussemer, Schlaak & Gärtner 2009). Es stellt den einzigen bisher bekannten Fundpunkt des Finowbodens auf Rügen und gleichzeitig die Nordgrenze seiner nachgewiesenen Verbreitung dar. Dabei handelt es sich um die ehemalige alleröd-/jungtundrenzeitliche Oberfläche, welche nachfolgend von einer holozänen Flugsanddecke mit abschließendem Podsol begraben wurde (Abb. 2). Diese spätglaziale Bodenbildung ist als Braunerde einzustufen, deren Humushorizont im Periglazialmilieu in die Verwitterungszone eingemischt wurde. Die chemischen Analysen weisen auf Humus-, Eisen- und Tonerdeanreicherung sowie Versauerung in der Hauptverwitterungszone hin und bestätigen damit die makroskopischen Befunde (siehe Tab. 1). Aus geologisch-morphologischer Sicht ist der Finowboden vermutlich mit dem Geschiebedecksand im Sinne der norddeutschen Quartärforschung zu korrelieren.

Im Liegenden des Finowbodens folgt eine mächtige glazilimnische Serie von eisrandnahen Schluffen bis Feinsanden aus der Deglaziationsphase des weichselzeitli-

chen Gletschers. Sie entsprechen wahrscheinlich den in der gesamten Granitz weit verbreiteten letzten Niedertausendmetern (vgl. Kunkel 2009) vor dem spätglazialen Eiserückzug in das heutige Ostseebecken.

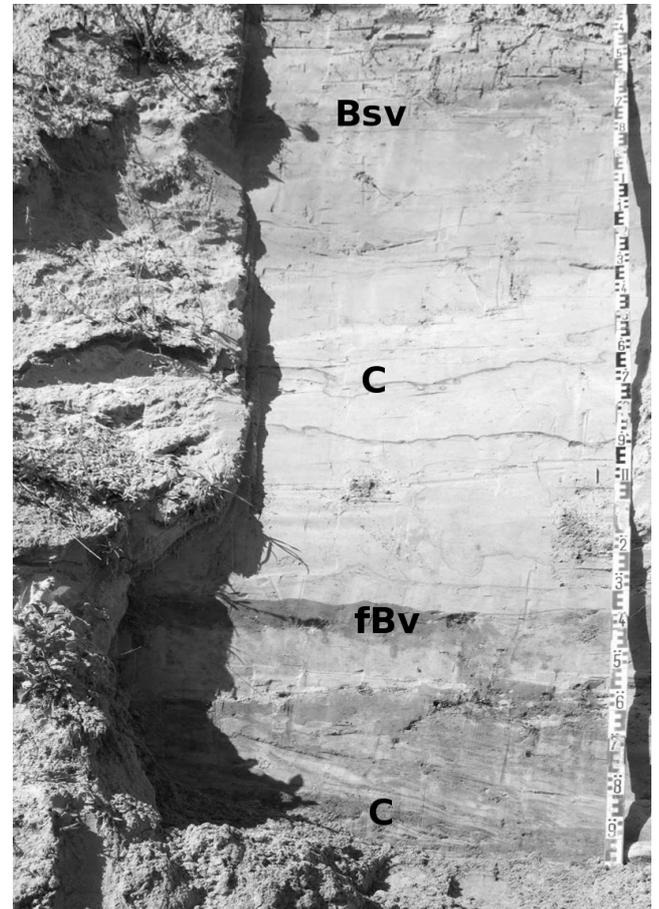


Abb. 2: P1 Finowboden (fBv) im Liegenden eines podsoligen Oberflächenbodens (Foto N. Schlaak).

Standort S3: Großsteingräber bei Lancken-Granitz

Rügen verfügt über eine ausgesprochen hohe Dichte an Großgeschieben. Noch beachtlicher ist allerdings die Ballung von Megalithgräbern, die aus diesen natürlichen Landschaftsschätzen errichtet wurden. Sie sind die unübersehbaren Zeugnisse der ersten sesshaften Besiedlung in diesem Gebiet. Angelegt von den Ackerbau und Viehzucht betreibenden Menschen der Trichterbecherkultur, zeigen die genau geplanten Steinsetzungen welche Bedeutung astronomische, mathematische

und mechanische Gesetzmäßigkeiten für sie hatten (Knapp 2008).

An einer Gruppe von 5 Großsteingräbern nahe Lancken-Granitz lässt sich ein Eindruck von dem Aufwand gewinnen, der mit der Schaffung derartiger Kultstätten verbunden war. Hierbei handelt es sich um für die Gegend typische Großdolmen (Abb. 3).

Die Megalithkultur verbreitete sich auf Rügen im Spät-Neolithikum vor ca. 5.000 Jahren und hielt sich bis zum Beginn der Völkerwanderungszeit (4./5. Jh) (Knapp 2008). In dieser sank die Einwohnerdichte dann rapide, woraufhin die bis dahin zurückgedrängten Waldgebiete wohl kurzzeitig wieder ihre ursprüngliche Ausdehnung erreichten (Knapp 2008).

Durch die nachfolgende slawische Besiedlung veränderte sich die Landschaft anschließend nochmals deutlich. Wegen der zunehmenden Kultivierung zu Äckern und Weiden halbierten sich die Waldflächen (Knapp 2008). Derartig tiefgreifende anthropogene Umgestaltungen wurden von der Ausbreitung der Buche begleitet und prägen seitdem das Erscheinungsbild der Insel.

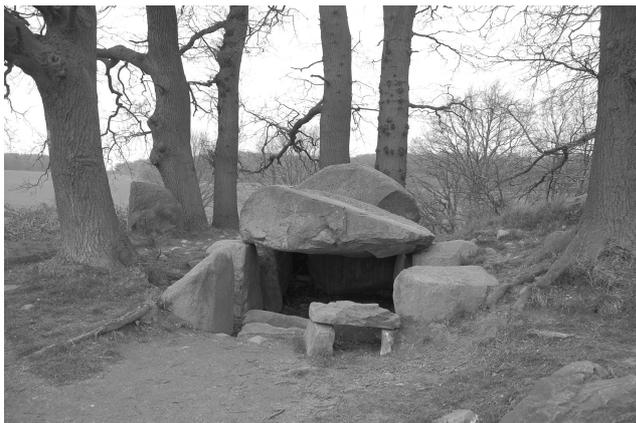


Abb. 3: Großdolmen bei Lancken-Granitz (Foto C. Kunkel)

Standort S4: Jagdschloss Granitz

Das Jagdschloss Granitz befindet sich seit 1994 in Landesbesitz und steht heute komplett restauriert der Öffentlichkeit für Konzerte, Kunstausstellungen und als

Treffpunkt bei geführten Wanderungen durch die Granitz zur Verfügung. An der Planung des im Stil eines Kastells erbauten Schlosses waren Mitte des 19. Jahrhunderts u. a. der spätere Preußenkönig Friedrich Wilhelm IV. und Karl Friedrich Schinkel beteiligt (Feist 1995). Direkt neben dem Jagdschloss befindet sich das ehemalige Forst- und Gasthaus welches heute zum Informationszentrum für das Biosphärenreservat Südost-Rügen ausgebaut wurde. Vom Turm des Jagdschlosses aus hat man eine hervorragende Sicht auf die bewaldeten Hügel der Granitz.

Die Granitz ist einer der großen Inselkerne Rügens. Die Endmoräne wurde während des letzten Stadiums des Weichselglazials gestaucht und erhielt damit ihre heutige kuppige Form. Die Nutzung dieser Hügelandschaft seit dem späten Mittelalter als Jagdrevier verhinderte deren Entwaldung. Unter dem Mix aus naturnahen Buchenwäldern und mit Monokulturen bestockten Flächen stehen Rügpodsole und Normpodsole in vielfältigen Mosaiken an.

Standort S5: Rügpodsol (P2) und Podsol (P3) bei Binz

Nördlich von Binz sind zwei Standorte auf Sand zu besichtigen, welche die von Dietrich Kopp frühzeitig erkannte regionalspezifische Problematik der „Rügerden“ oder „Rügböden“ wieder aufgreifen (vgl. Kunkel, Baudis & Bussemer 2011). Sie sind nur auf den Inselkernen Ostrügens (Jasmund, Granitz) zu finden und damit vermutlich ein auf das jüngste Jungmoränenland begrenztes Phänomen. Bei Profil Binz I handelt es sich mit einem Rügpodsol um ihren verbreitetsten Vertreter. Das Boden-Ausgangssubstrat ist regelhaft sandig ausgebildet und erscheint weitflächig homogen. Der darin ausgebildete Verwitterungsboden weist komplizierte Aus- und Einwaschungsfolgen auf, wobei neben der Podsolierung offenbar auch Tonverlagerung stattfindet (vgl. Kunkel, Baudis & Bussemer 2012). Zu diskutieren ist neben dem Charakter der Hauptverwit-

terungszone die Ausbildung des Oberbodens mit einer weiteren Verlagerungsfolge (vgl. auch Tab. 2).

Während Rügpodsole ausschließlich an südexponierten Hängen anzutreffen sind, entwickelten an Nordhängen dagegen Normpodsole (Kunkel 2009), deren Prototyp sich mit Profil Binz II (P3) nur etwa 100 Meter entfernt befindet (siehe Tab. 3).

Standort S6: KdF-Anlage Prora

Auf der Schmalen Heide, einer Nehrung nördlich von Binz zwischen den Inselkernen Granitz und Jasmund, befindet sich das zur Zeit des Nationalsozialismus erbaute größte Gebäude Deutschlands. Auf einer Länge von 4,5 km sollte es einmal 20.000 Menschen gleichzeitig einen günstigen Urlaub in einem vom NS-System kontrollierten Umfeld bieten. Auf einer Idee des Führers beruhend, sollte das Riesen-seebad so angelegt werden, „dass man das Ganze im Falle eines Krieges auch als Lazarett verwenden kann“ (Wernicke/Schwartz 2003).

Mit Ausbruch des Krieges änderten sich die Prioritäten jedoch schnell und die Arbeiten am Rohbau wurden eingestellt. Lange Zeit blieb ein Großteil des Gebäudekomplexes funktionslos und verfiel. Mittlerweile sind jedoch alle fünf Blöcke an private Investoren verkauft. Da der Sanierungsaufwand relativ hoch ist, wird es aber wohl noch einige Zeit dauern, bis der gesamte Komplex seine zivile Nutzung in Form von Hotels, Museen, Eigentumswohnungen und Jugendherbergen erlebt.

Standort S7: Feuersteinfelder bei Mukran

Auf dem nördlichen Teil der Schmalen Heide findet sich ein einzigartiges System von Schotterstrandwällen. Die zu 90% aus Feuersteinen bestehenden Gerölle stammen aus den nahegelegenen Kreideschollen des Jasmund. Ihre heutige Form erhielten die sukzessive aufgehäuften Steinwälle während der Littorina-Trans-

gression. Die Brandung bei Sturmflutereignissen warf das bereits vorsortierte Material dabei zu meterhohen Wällen auf. Die jüngeren Wälle lagerten sich seewärts vor den älteren ab. Zunächst wurde angenommen, dass die Gesteine zu dieser Zeit aus dem nördlich gelegenen, heute fossilen Kliff der Truper Tannen hierher verdriftet wurden (Kliewe 1995). Neuere Untersuchungen legen jedoch nahe, dass sie schon am Ende der Weichselvereisung fluvioglazial umgelagert wurden (Herrig 1995 bzw. Panzig 2011). Dafür spricht z. B. die von Herrig beschriebene gute Sortierung von Faustgröße im Norden bis etwa 3 cm Durchmesser am südlichen Ende der Feuersteinfelder. Panzig weist auch auf einen nach Süden ansteigenden Feuersteinanteil in Aufschlüssen nördlich der Schmalen Heide hin.

Der beeindruckende Anblick der langgezogenen Geröllfelder hat besonders in den letzten Jahrzehnten einen Teil von seinem Reiz eingebüßt, seit nicht mehr versucht wird die dichter werdende Vegetation z. B. durch den Besatz mit Mufflons zurückzudrängen.

Standort S8: Kreidefelsen bei Sassnitz

Am nördlichen Steilufer bei Sassnitz ragen die ersten Ausläufer der Kreidefelsen aus dem Untergrund. Die die Kreide überfahrenden Gletscher haben die Schollen vielfältig verformt und eigenen Moränenschutt hineingepresst. Die Kliffe am Strand erlauben tiefe Einblicke in die Entwicklung des Jasmunder Inselkerns.

Standort S9: P4 Rendzina bei Sassnitz

Unweit des letzten Parkplatzes nordöstlich von Sassnitz ragen die Kreideschollen aus dem Untergrund heraus. Der Inselkern Jasmund gehört zu großen Teilen zum Nationalpark „Jasmund“, welcher von der UNESCO erst kürzlich in das Weltnaturerbe „Die Buchenurwälder der Karpaten und alte Buchenwälder Deutschlands“ als einer von fünf deutschen Wäldern aufgenommen wurde.

Aufgrund des Kreidekalkes, welcher teilweise bis an die Oberfläche reicht, sind Rendzinen auf dem Jasmund ein weitverbreiteter Bodentyp. Das geöffnete Bodenprofil zeigt eine Normrendzina aus Kreidekalk mit der Horizontfolge Aac-cC. Der Humusgehalt im Aac-Horizont ist mit über 20 Prozent sehr hoch. (siehe Tab. 4) Die Buchen wurzeln hier flach oberhalb der massiven Kreide. Durch die stauende Wirkung des Kalkes sind Oxidationsflecken im cC-Horizont typisch.

Standort S10: Tempelburg von Arkona

Zum Flächendenkmal Arkona gelangt man heute nur noch zu Fuß oder mit der halbstündlich verkehrenden Wegebahn.

Sowohl von See als auch von Land aus betrachtet übt das markante nördlichste Ende Rügens mit seiner über 40 m aufragenden Steilküste aus Kreide und Geschiebemergel eine ganz besondere Faszination auf seine Besucher aus. Zu Beginn der Neubesiedlung dieser Gegend durch slawische Stämme im 6./7. Jahrhundert war hier der ideale Platz um eine beeindruckende Orakelanlage zu errichten. Im Laufe der Jahrhunderte wurde sie in Form einer wehrhaften Tempelburg zum religiösen Zentrum in der Region ausgebaut. Erst im Jahr 1168 gelang es den Dänen die von Ruchhöft (2010) als „Olymp der Ostsee“ bezeichnete Festung einzunehmen und seine Schätze zu plündern. Mit dem Untergang des Heiligtums gaben auch die ansässigen Fürsten ihren Widerstand auf und die Christianisierung der Bevölkerung Rügens konnte durchgesetzt werden.

Heute droht die historische Wallanlage des einst kulturell wichtigsten Ortes der Insel durch unregelmäßige Abbrüche an der Steilküste endgültig zu verschwinden. Derzeit wird durch Notgrabungen versucht die wichtigsten archäologischen Werte des Bodendenkmals zu sichern. Das geradezu alpine Gefährdungspotenzial für Kliffwanderer wird durch zahlreiche auch tödliche

Unglücksfälle verdeutlicht (zuletzt am 26.12.2011).

Die Rückfahrt ergänzt die gewonnenen Eindrücke um die weniger spektakulären weitgeschwungenen Moränenlandschaften der Inselmitte sowie des nordvorpommerschen Festlands.

Literatur

- Bussemer, S., Schlaak, N. & Gärtner, P. (2009): Neue paläopedologische Befunde zu Habitus und Verbreitung des Finowbodens.- Brandenburg. geowiss. Beitr. 16:79-86, Cottbus.
- Feist, P. (1995): Jagdschloß Granitz. K-und-K-Kunsthandel, Berlin.
- Herrig, E. (1995): Die Kreide und das Pleistozän von Jasmund, Insel Rügen (Ostsee). in Katzung, G. (Hrsg.): Geologie des südlichen Ostseeraumes – Umwelt und Untergrund 147. Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Exkursionsführer. Alfred-Wegener-Stiftung, Bonn.
- Klatt, S. (2009): Rügen hören – Ein Projekt des Lehrstuhls für Ur- und Frühgeschichte der Ernst-Moritz-Armdt-Universität Greifswald. (<http://www.ruegenhoeren.de>).
- Kliewe, H. in Gellert, J.F. (1965): Die Weichseleizeit auf dem Territorium der DDR. Akademie Verlag, Berlin.
- Kliewe, H. (1995): Schaabe, Schmale Heide, Jasmunder Bodden (Rügen) in Geyer, O.F und Leinfelder, R. (Hrsg.): Die deutsche Ostseeküste, Sammlung geologischer Führer, Bd. 88. Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- Knapp, H.D. (2008): Rügens Geschichte von den Anfängen bis zur Gegenwart in fünf Teilen - Teil 1 Rügens Frühe Geschichte (Hrsg.: Petrick, F.). Rügendruck, Putbus / Insel Rügen.
- Kunkel, C. (2009): Die Rügböden als Besonderheit der nordostdeutschen Jungmoränenlandschaft. unveröffentlichte Dipl.-Arbeit Univ. Greifswald.
- Kunkel, C., Baudis, T. & S. Bussemer (2011): Die Rügböden als spezifische Tieflandsphänomene in ihrer Typusregion – ein Feldreport. – Brandenburg. geowiss. Beitr. 18, S. 125 – 129, Cottbus
- Kunkel, C., T. Baudis & S. Bussemer (2012): Genese und Klassifikation von Rügpodsol.- Brandenburg. geowiss. Beitr. 19, S. 57 – 63, Cottbus.

- LFG (1999): Forstliche Standortskartierung in M-V, Teil B: Standortformen und Gruppen. Unveröffentlichtes Manuskript, Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete M-V Malchin.
- Marcinek, J. (2002): Die Jungmoränengebiete Norddeutschlands. in Liedtke, H. & Marcinek, J.: Physische Geographie Deutschlands. Klett Perthes Verlag, Gotha und Stuttgart.
- Mühr, B. (2007): www.klimadiagramme.de. Abgerufen am 11.11.2012.
- Panzig, W.A. (2011): Zu den Feuersteinfeldern der Schmalen Heide auf Rügen. in „Rugia“ Rügen-Jahrbuch 2012, Insula Rugia e.V., Bergen auf Rügen.
- Rühberg, N. (1995): Landschaftsformung beim Inlandeisabbau auf der Insel Usedom und Mönchgut / Rügen. Nachrichten der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 54:156. Hannover.
- Schumacher, S. (2008): Sandstrände der Deutschen Ostsee – Gefährdung, Schutz und Ökologie der Wirbellosen. IKZM-Oder Berichte 53
- Stephan, H.-J. & Müller, U. (2007): Mecklenburg-Formation. Lithostratigraphisches Lexikon der Deutschen Stratigraphischen Kommission (http://www.bgr.de/app/litholex/gesamt_ausgabe_neu.php?id=1006013, 2.11.2011)
- Wernicke, J. und Schwartz, U. (2003): Der Koloss von Prora auf Rügen. Verlag Museum Prora / Verlag der Blauen Bücher, Königstein i. Ts.
- Ruchhöft, F. (2010): Die Burg am Kap Arkona – Götter, Macht und Mythos, Archäologie in Mecklenburg-Vorpommern 7 (Hrsg.: Abteilung Archäologie und Denkmalpflege im Landesamt für Kultur und Denkmalpflege, Jantzen, D.) Landesamt für Kultur und Denkmalpflege, Schwerin.

Exkursionspunkt Z1/S2/P1: Finowboden bei Sellin

Bearbeiter: Schlaak, Bussemer **TK25:** 1648

Lage: RW: 13°42'18 HW: 54°22'41 **Kreis:** Rügen

Jahresmitteltemperatur: 8,1°C **Niederschlag:** 520 mm

Relief: Kliff

Profilbeschreibung: Finowboden (nach KA5: nicht ansprechbar)

Probe	Horizont	Tiefe	Horizontbeschreibung
1	Ahe+M	-50	10YR5/2, fS, Elementargefüge, carbonatfrei
2	fBsv	-130	10YR6/4, fS, Elementargefüge, carbonatfrei
3	C	-240	10YR7/3, fS, Elementargefüge, carbonatfrei
4	fBv	-260	7,5YR5/6, fS, Elementargefüge, carbonatfrei
5	C	-300	10YR7/4, fS, Elementargefüge, carbonatfrei

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung Nicht möglich

WRB: Nicht möglich

Physikalische und chemische Analysen

Probe	pH [CaCl ₂]	Fe _o [%]	Fe _d [%]	Fe _o /Fe _d	C _{org} [%]	Ton [%]
fBsv	7.25	0.11	0.21	0.53	0.47	2.03
C	7.05	0.04	0.17	0.24	0.27	2.00
fBv	7.68	0.17	0.52	0.33	1.26	4.59
C	7.18	0.04	0.12	0.31	0.21	1.21

Exkursionspunkt Z1/S5/P2: Rügpodsol Binz

Bearbeiter: Kunkel **TK25:** 1547
Lage: RW: 5408619 HW: 6031864 27 m NN
Kreis: Rügen
Jahresmitteltemperatur: 8,1 °C **Niederschlag:** 520 mm
Relief: Endmoräne **Nutzung:** Forst
Vegetation: Buchenmischwald

Profilbeschreibung: Rügpodsol

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Humus [%]	pH [CaCl ₂]	C/N	Fe _d [%]	Fe _o [%]	Fe _{tot} [%]	Al _{tot} [%]	Abszisse	Ordinate
4	4.3	2.96	24	0.11	0.02	0.33	2.02	0.98	0.40
5	1.3	3.32	27	0.09	0.04	0.36	2.07	0.98	0.41
6	1.5	3.31	23	0.14	0.09	0.40	2.19	0.98	0.42
7	0.9	3.92	21	0.08	0.04	0.32	1.92	0.98	0.41
8	0.5	4.15	25	n.B.	0.01	0.27	2.10	0.98	0.41
9	1.6	4.02	23	0.33	0.24	0.80	3.01	0.97	0.36
10	1.2	4.38	19	0.15	0.08	0.69	3.27	0.97	0.37
11	0.6	4.39	16	0.10	0.03	0.53	2.89	0.97	0.39

Probe	Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t	Fe _o /Fe _t
4	0.18	0.33	0.27	0.06
5	0.44	0.25	0.14	0.11
6	0.64	0.35	0.13	0.23
7	0.50	0.25	0.13	0.13
8	-	-	-	0.04
9	0.73	0.41	0.11	0.30
10	0.53	0.22	0.10	0.12
11	0.30	0.19	0.13	0.06

Probe	Korngrößenanteile in %							Bodenart
	gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	
4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
5	0.7	43	54	0	0	0.3	2.7	Ss
6	3.0	49	45	0.1	0	0.2	2.8	Ss
7	7.5	44	46	0.2	0	0.1	2.4	Ss
8	2.8	63	32	0	0	0	1.7	Ss
9	4.0	59	33	0	0	0.6	2.8	Ss
10	6.3	60	31	0	0	0.1	2.3	Ss
11	3.1	60	35	0	0	0	1.6	Ss

Probe	Tiefe	Horizont	Horizontbeschreibung
1	+9	L	
2	+8	Of	
3	+5	Oh	
4	-10	Aeh	2,5 Y 3/1, mSfS, Elementargefüge, carbonatfrei
5	-17	Ahe	7,5 YR 4/2, fSmS, Elementargefüge, carbonatfrei
6	-25	Bsh	7,5 YR 4/3, fSmS, Elementargefüge, carbonatfrei
7	-30	Bs	10 YR 5/4, mSfS, Elementargefüge, carbonatfrei
8	-35	Ae	10 YR 6/3, fSmS, Elementargefüge, carbonatfrei
9	-50	Bsh-B(t)	7,5 YR 4/6, fSmS, Elementargefüge, carbonatfrei
10	-70	B(t)	10 YR 4/6, fSmS, Elementargefüge, carbonatfrei
11	-100	iIC	2,5 Y 6/8, fSmS, Elementargefüge, carbonatfrei

Profilkennzeichnung

Humusform	Feinhumusreicher Rohhumus
Bodenformenbezeichnung	Podsol-Reliktpodsol (PP-rPP)
WRB:	Haplic Podzol
Anmerkungen:	Die Horizontfolgen mit der Vorsilbe Rüg- stellen eine Besonderheit der Bodenlandschaft Norddeutschlands dar. Das Profil weist zwei Verlagerungsbereiche auf, welche sich zeitlich getrennt voneinander entwickelt haben. Bedeutend ist die Expositionsabhängigkeit dieser Bildungen.

Exkursionspunkt Z1/S5/P3: Podsol Binz

Bearbeiter: Kunkel **TK25:** 1547
Lage: RW: 5408655 HW: 6031945 27 m NN
Kreis: Rügen
Jahresmitteltemperatur: 8,1 °C **Niederschlag:** 520 mm
Relief: Endmoräne **Nutzung:** Forst
Vegetation: Buchenmischwald

Profilbeschreibung: Podsol

Probe	Tiefe	Horizont	Horizontbeschreibung
1	10	L	
2	+6	Of	
3	+4	Oh	
4	-10	Aeh	2,5 Y 2,5/1, mSfS, Elementargefüge, carbonatfrei
5	-25	Ahe	10 YR 4/4, mSfS, Elementargefüge, carbonatfrei
6	-35	Bh	5 YR 2,5/2, mSfS, Elementargefüge, carbonatfrei
7	-40	Bhs	10 YR 4/6, mSfS, Elementargefüge, carbonatfrei
8	-70	Bs	10 YR 5/8, mSfS, Elementargefüge, carbonatfrei
9	-100	iIC	10 YR 8/4, fSmS, Elementargefüge, carbonatfrei

Profilkennzeichnung

Humusform	Feinhumusarmer Rohhumus
Bodenformenbezeichnung	Podsol (PP)
WRB:	Haplic Podzol
Anmerkungen:	Das Profil zeigt einen typischen Podsol in aufgestauchten Beckensanden des Mecklenburger Stadiums.

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Humus [%]	pH [CaCl ₂]	C/N	Fe _o [%]	Fe _{tot} [%]	Al _{tot} [%]	Abszisse	Ordinate	Fe _o /Fe _t
4	7.7	2.79	30	0.04	0.40	2.26	0.98	0.41	0,10
5	1.3	3.33	25	0.02	0.33	2.28	0.98	0.41	0,06
6	3.3	3.05	24	0.29	0.88	2.73	0.97	0.39	0,33
7	2.7	3.87	20	0.28	0.86	3.35	0.96	0.35	0,33
8	1.3	4.10	19	0.10	0.59	3.32	0.97	0.37	0,17
9	0.57	4.34	13	0.03	0.50	3.03	0.97	0.40	0,06

Probe	Korngrößenanteile in %							Bodenart
	gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	
4	0.71	24	69	4.3	0	0.2	2.2	Ss
5	1.4	26	69	1.1	0	0.3	2.4	Ss
6	1.1	22	69	3.7	0	1	2.9	Ss
7	0.96	27	68	0	0	0.8	3.7	Ss
8	0.81	34	63	0	0	0.2	2.6	Ss
9	1.6	50	47	0.02	0	0	1.7	Ss

Exkursionspunkt Z1/S8/P4: Rendzina bei Sassnitz

Bearbeiter: Kunkel **TK25:** 1447

Lage: RW: 5412879 HW: 6044460 77 m NN

Kreis: Rügen

Jahresmitteltemperatur: 8,1 °C **Niederschlag:** 520 mm

Relief: Endmoräne **Nutzung:** Forst

Vegetation: Buchenwald

Profilbeschreibung: Rendzina

Probe	Tiefe	Horizont	Horizontbeschreibung
1		L	
2	-11	Aac1	7,5 YR 3/1, gSmS Krümelgefüge, sehr carbonatreich
3	-25	Aac2	10 YR 5/2, Ut3, Krümelgefüge, sehr carbonatreich
4	-42	cC	5 Y 8/1, Kreidekalk, Carbonat
5	-52	elC1	10 YR 6/4, mSgS, Kohärentgefüge, carbonatreich
6	-95	elC2	10 YR 6/6, Ut2, Elementargefüge, mittel carbonathaltig
7	-110	elC3	10 YR 6/4, gSmS Elementargefüge, carbonatreich

Profilkennzeichnung

Humusform	L-Mull
Bodenformenbezeichnung	Rendzina
WRB:	Rendzic Leptosol
Anmerkungen:	Ein typischer Bodentyp Rügens ist die Rendzina. Sie kommt ausschließlich auf dem Jasmund über Kreidekalk vor. Die Entwicklungstiefen schwanken. Das vorliegende Profil zeigt eine nicht einmal 20 cm mächtige Kreideschicht, unterlagert von minerogenem Material.

Physikalische und chemische Analysen

Probe	pH [CaCl ₂]	Kalk [%]
2	7.41	32
3	7.61	38
4	8.01	95
5	7.71	11
6	7.79	6.7
7	7.96	14

Probe	Korngrößenanteile in %							Bodenart
	gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	
2	21	39	2.3	17	14	4.4	2.8	Su3
3	0	0	0	24	48	14	14	Ut3
4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
5	36	46	0	2.6	7.4	5.4	3.0	Su2
6	0	0	12	61	15	5.7	5.2	Uu
7	27	36	2.4	20	8.6	4.1	2.9	Su3

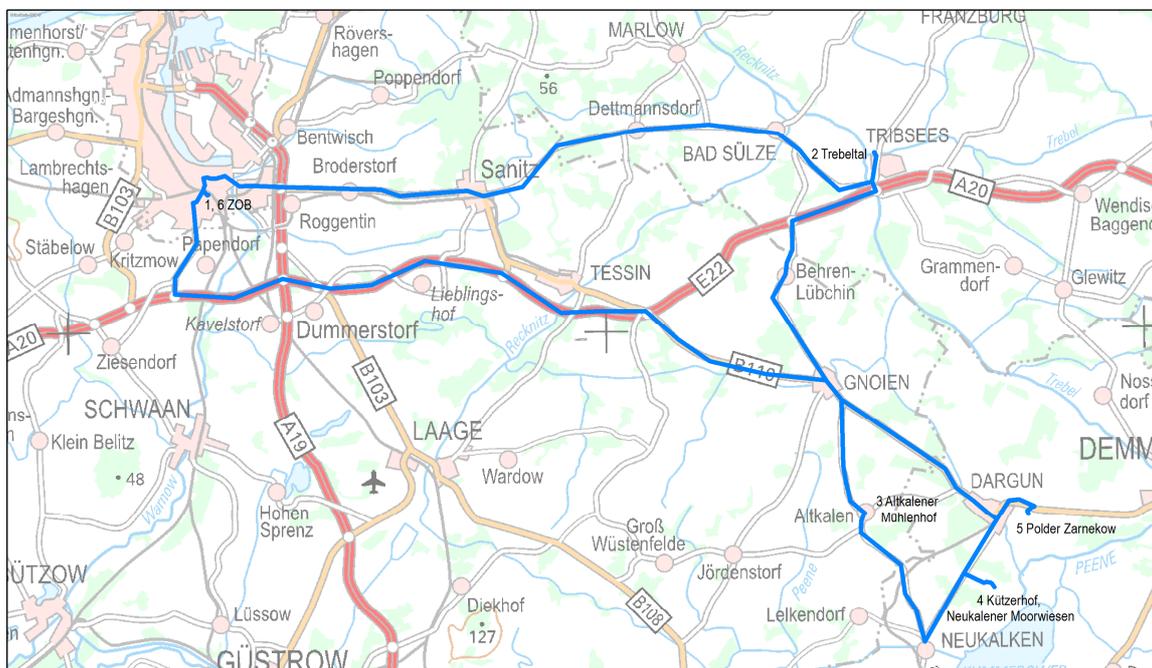
G2: Treibhausgas-Emissionen aus wiedervernässten Niedermooren Nordostdeutschlands

Vytas Huth¹, Anke Günther¹, Jürgen Augustin², Elisa Borraz², Ruth Ellerbrock², Michael Giebels², Wilfried Hierold², Mathias Hoffmann², Gerald Jurasinski¹, Niko Rosskopf³, Michael Sommer², Marc Wehrhan², Jutta Zeitz³, Stephan Glatzel¹

¹ Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur Landschaftsökologie und Standortkunde, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

² Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, (ZALF) e.V., Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

³ Humboldt-Universität Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, FG Bodenkunde und Standortlehre, Albrecht-Thaer-Weg 2, 14195 Berlin



0 2,5 5 10 15 20 Kilometer

— Exkursionsroute

Einleitung

In Mecklenburg-Vorpommern nehmen Moore eine Fläche von über 10 % der Landesfläche ein (Zauft et al. 2010). Die großen Vorpommerschen Flusstalmoore als Teil der südbaltischen Flusstalmoore sind weltweit einzigartig. Durch intensive Entwässerungsmaßnahmen in den 60er und 70er Jahren haben jedoch nahezu alle vorpommerschen Moorstandorte ihre Funktion als Habitat der standorttypischen Arten bzw. als Reviere für Zugvögel, wie auch ihre Treibhausgas-(THG)-Senken-

funktion eingebüßt. Seit Mitte der 1990er haben große Wiedervernäsungsmaßnahmen ausdrücklich zum Ziel diese Entwicklungen wieder umzukehren.

Da wiedervernässte Moorstandorte weltweit sehr junge Ökosysteme darstellen, sind viele der erhofften positiven Wirkungen z. T. wenig erforscht. Unter anderem deuten einige Arbeiten daraufhin, dass weniger als fünf Jahre nach der Wiedervernäsung erhöhte CH₄-Emissionen auftreten können, die die eingesparten CO₂-Emissionen aufheben (Höper et al. 2008,

Glatzel et al. 2011). Allerdings spiegelt die Vegetationszusammensetzung die veränderten hydrologischen Verhältnisse frühestens nach 10 Jahren wider (Bönsel & Sonneck 2011, Timmermann et al. 2011). Da Hydrologie und Vegetation als Indikator für THG-Emissionen diskutiert werden (Dias et al. 2010, Couwenberg et al. 2011) ist davon auszugehen, dass die Methanfreisetzung nicht nur in Zusammenhang mit dem Wasserstand (Hargreaves & Fowler 1999, Huth et al. 2012), sondern auch mit der Vegetationsdynamik nach der Wiedervernässung steht.

Die Exkursion besucht unterschiedlich alte, wiedervernässte Moorstandorte, die im Rahmen verschiedener Verbundprojekte auf ihre THG-Bilanz untersucht werden.

Auf Flächen im Trebeltal (**Standort A S1**, Wiedervernässung 1997) werden die THG-Emissionen von Dominanzbeständen aus *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, und *Carex acutiformis* im Rahmen des Verbundprojektes „Vorpommern Initiative für Paludikultur“ (VIP, FKZ 033L030) untersucht. Da diese Arten für eine nasse Bewirtschaftung interessant sind (Wichtmann & Joosten 2007), hat das VIP-Projekt zum Ziel, die Nutzungsmöglichkeiten nasser Moorstandorte zu untersuchen. Hierdurch soll eine landwirtschaftliche Alternative zur traditionellen Nutzung entwässerter Moore entwickelt werden. Im Folgenden geben wir einen Ausblick auf die zu erwartenden Ergebnisse, wie sie sich nach dem ersten Messjahr darstellen.

Im Polder Zarnekow wird seit 2005 die Langzeitwirkung der Wiedervernässung eines degradierten Niedermoorgraslandes untersucht (**Standort B S2**). Hierzu erfolgten bzw. erfolgen im Rahmen von Projekten, die vom Land Mecklenburg-Vorpommern und vom Bund gefördert wurden bzw. werden, vor Ort Messungen zum THG-Austausch (Netto-CO₂, CH₄ und N₂O) mithilfe manueller und automatischer Haubenmethoden und der Eddy-Covarianztechnik sowie Prozessstudien im La-

bor. Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit den Universitäten Greifswald und Hamburg (Martin Wilmking, Lars Kutzbach), dem Institut für Agrarrelevante Klimaforschung am vTI (Anette Freibauer), dem Geoforschungszentrum Potsdam (Torsten Sachs) und dem Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (Jörg Gelbrecht und Dominik Zak). Es erfolgt ein Vergleich zwischen einer wechselseuchten Grasfläche (Kontrolle) mit einem permanent überstauten Standort. Nachfolgend gibt es einen kurzen Überblick zu den bisher erzielten Resultaten.

Exkursionsraum

Exkursionsroute

Die Exkursion führt von Rostock über die A20 ins 60 km östlich gelegene Trebeltal bei Tribsees (Standort A), weiter in die Neukalener Moorwiesen am Kummerower See und abschließend in das Peenetal am Polder Zarnekow bei Dargun (Standort B).

Standort A S1

Geographie, Genese und Nutzungsgeschichte

Das Trebeltal (54°06'N, 12°44'E) liegt nordwestlich der Stadt Tribsees in der gleichnamigen Gemeinde im Landkreis Vorpommern-Rügen und ist Teil eines über 3.000 ha großen, EU-LIFE-finanzierten Projektkerngebietes mit dem Ziel der „Moorrevitalisierung“. Das Untersuchungsgebiet charakterisiert ein typisches Durchströmungsmoor der großen Flusstäler des südbaltischen Raumes, das seinen Ausgang in Quell- und Überrieselungsmooren des Frühholozän (Präboreal und Boreal, Michaelis 2000; aus Gremer & Michaelis 2003) hat. Schmelzwasserströme abtauender Gletscher prägten diese Täler vor – das Trebeltal hat auf Höhe des Untersuchungsgebietes eine Breite von ca. 1 km, das sich anschließende Grenztaalmoor eine Breite von über 3 km – Versumpfungsprozesse in den Flusstälern

der Recknitz und Trebel leiteten während der Litorina-Transgression vor ca. 8.000 Jahren die großräumige Moorentstehung ein (Reinhard 1963; aus Bönsel & Runze 2005).

Der Moorkörper des Untersuchungsgebietes ist mit einer Mächtigkeit von 4 bis 6 m sehr tiefgründig und besteht zu großen Teilen aus Schilf- und Seggentorfen, die auf einer unterschiedlich mächtigen Mudde (0,2 – 1,4 m) aufliegen. Das Ausgangssubstrat besteht zum Großteil aus feinem bis lehmigem Sand (Institut für Grünland und Moorforschung Paulinenaue 1965, 1967). Im Bereich der Wasserscheide zwischen Recknitz und Trebel kam es vor ca. 2.000 Jahren zum Aufwachsen eines über 400 ha großen Regenmoores, das bis zu den ersten wasserbaulichen Maßnahmen im 18. Jh. einen Wollgras-Torfmoostorf von 1 m Mächtigkeit ausbildete (Precker 1995, aus Gremer & Michaelis 2003).

Bis zum Ende des 17. Jh. war der Bereich des Grenztalmoores nicht entwässert, wurde aber bereits als „Wald und Weide“ kartiert (Schwedische Matrikelkarte 1697, Curschmann 1944, aus Gremer & Michaelis 2003). 1744 wurde im Hochmoorkomplex der alte Bürgergraben, nach dessen Verlandung der Prahmkanal (um 1800), angelegt, um Torfabbau zur Befuerung der Sülzer Saline zu betreiben, die bis 1907 in Betrieb war. Großflächige Entwässerung existierte besonders auf pommerscher Seite bereits im 19. Jh. (Gremer & Edom 1994, aus Gremer & Michaelis 2003), allerdings wurden die Nieder- und Talmoorflächen nur gelegentlich zur Streugewinnung genutzt. Anfang des 20. Jh. gab es bereits ein weit verzweigtes Grabensystem, das Wiesen- und Weidenutzung im Sommerhalbjahr zuließ; ab den 1960er Jahren erfolgten komplexe hydrologische Umbaumaßnahmen mit der Errichtung des Trebelkanals, dem Tiefenausbau und der Neuorganisation des Grabensystems, sowie dem Neubau eines Schöpfwerkes. Daraufhin wurden die Wie-

sen des Grünlands im Niedermoor intensiv bewirtschaftet; es folgten Vollumbruch, Neuansaat, Düngung und Mehrschnittnutzung. Seit der Realisierung der Wiedervernässung 1997 werden diese Flächen nur noch zur Jagd genutzt.

Mit dem Entfernen der Schöpfwerke und dem Rückbau von Entwässerungseinrichtungen im Sommer 1997 wurde eine hydrologische Schutzzone um den ehemaligen Hochmoorkomplex eingerichtet. Damit ist es gelungen, die Wasserstände von ehemals durchschnittlich 50 cm unter Flur um 30 bis 40 cm anzuheben. Wegen instabiler Wasserversorgung in großen Teilen des Moores ist diese im Jahr 2001 erweitert worden, wodurch eine weitere Anhebung der Wasserstände um 10 cm bewirkt wurde (Bönsel & Runze 2005). Seither sind auch auf den Flächen des Untersuchungsgebietes die Zielwasserstände erreicht und als stabil einzustufen. Insgesamt hat sich auf 50 % der Flächen des Grenztalmoores die Wasserstufe 5+ eingestellt, was dem Zustand „wachsendes Moor“ entspricht, auf 90 % der Zustand 4+ oder 5+, was zumindest dem Zustand „Moorerhaltung“ entspricht (Koska 2007). Darüber hinaus konnte eine Rückquellung des Torfes in weiten Teilen des Moores um bis zu 10 cm nachgewiesen werden. Probleme mit der Retention des Wassers gibt es noch in den nördlichen und westlichen Teilen des Moores; die südlichen, zur Trebel hin gelegenen Bereiche des Niedermoores haben die stabilsten Wasserstände außerhalb des NSG Grenztalmoor (Wachlin et al. 2003). Auf diesen befinden sich die Messstandorte des VIP-Projektes.

Klima

Das Trebeltal liegt in einem ganzjährig humiden Klima mit kontinentaler Prägung. Die Jahresdurchschnittstemperatur (1991 – 2010, DWD) liegt bei 9,1 °C, der kälteste Monat Januar bei -1,5 °C und der wärmste Monat Juli bei 19,6 °C. Der jährliche Nie-

erschlag beträgt 626 mm (1981 – 2010, DWD). Die klimatische Wasserbilanz ist mit +60 – +100 mm positiv (Klämt & Schwanitz 2002).

Vegetation

Das Vegetationsmuster des Untersuchungsgebietes spiegelt den Umbau von ehemals intensiv genutztem Niedermoorgrünland zu einem ungestörten, offenen und überstauten Niedermoor wider. Wechselfeuchte und Feuchtgrünlandarten wie *Agrostis canina*, *A. stolonifera* und *Alopecurus geniculatus* sowie *Carex hirta*, *Phleum pratense* und *Polygonum persicaria* sind bereits verdrängt oder am verschwinden (Wachlin et al. 2003); dagegen kommt es zur Ausbildung von *Phalaris*- und *Phragmites*-Röhrichten mit vereinzelt *Typha*- und *Carex*-Dominanzbeständen. Die Artenzahl nimmt dabei ab, der Gesamtzielwert ist aber stabil bzw. steigt leicht an, weil sich torfbildende Bestände ausbreiten. Vegetationsaufnahmen weiter südlich, nahe Eichenthal/Langsdorf, konnten die Etablierung und Ausbreitung von Arten nasser Riede nachweisen (Wachlin et al. 2003). Darunter sind *Alisma plantago-aquatica*, *Carex rostrata*, *C. versicaria*, *C. gracilis*, *Eleocharis palustris*, *Glyceria maxima*, *Iris pseudacorus*, *Lysimachia vulgaris*, *Poa palustris* und *Lemna minor*. Grünland- und Feuchtwiesenarten wie z. B. *Holcus lanatus* oder *Poa trivialis* sind auf diesen südlichen gelegenen, wiedervernässten Flächen verschwunden. Die Vegetation der untersuchten Standorte ist geprägt von Dominanzbeständen aus *Carex acutiformis*, *Typha latifolia* und *Phragmites australis*.

Standort B S2

Geographie, Genese und Nutzungsgeschichte

Der Polder Zarnekow (53°52'N, 12°52'E) im Peenetal liegt südwestlich der Stadt Demmin, ca. 5 km nördlich des Kummerower Sees. Die Gesamtfläche des Pol-

ders beträgt 509 ha. Bis zur Renaturierung, die Anfang 2005 erfolgte, wurde die Fläche als intensives Grünland (vorrangig als Wiese) genutzt. Seither sind 272 ha permanent überstaut und ca. 50 ha in extensives Grünland umgewandelt worden.

Die Peene als größter Tieflandfluss in Mecklenburg-Vorpommern entwässert mit ihren Nebenflüssen Trebel und Tollense etwa 22 % des Landes (5.110 km²). Sie hat ein extrem geringes Gefälle: Auf einer Fließstrecke von ca. 100 km vom Kummerower See bis zur Mündung in den Peenestrom (Oderhaff) beträgt die Höhendifferenz nur 0,2 m. Daher ist ihr Wasserstand extrem windabhängig, sodass es bei Ostwind zu Wasserrückstau und Einströmen von Brackwasser aus dem Haff kommt. Das Peenetal gehört wie das Trebeltal zum System der großen Flusstalmoore im Nordosten Deutschlands und hat eine ähnliche Entstehungsgeschichte. Es stellt primär ein mehrere Meter mächtiges mesotroph-subneutrales Durchströmungsmoor dar, das sich in die weichsel-kaltzeitliche Jungmoränenlandschaft einbettet. Ursprünglich war das Tal als Schmelzwasserabflussbahn angelegt worden. Folgende tiefe Wasserstände im Ostseebecken führten dazu, dass sich die Flüsse nach Osten orientierten und kerbtalförmig tief einschnitten (Kaiser et al. 2012). Im Präboreal und Boreal (10.000 – 8.000 vor heute) bildeten sich verstärkt Mudden, teils Seekreiden. Im Älteren Atlantikum und Subboreal (8.000 – 2.500 vor heute) setzte Torfbildung ein. Es findet sich eine Abfolge von Schilftorfen, Seggentorfen, eingelagerten Muddebändern und Wiesenkalcken als Zeugen von Überflutungen und Verlandungen. Der Anstieg des Ostseespiegels (Littorina-Transgression) spielte eine wesentliche Rolle.

Die Fluss- und Moorhydrologie wurde schon frühzeitig anthropogen beeinflusst. Umfangreiche Rodungen ab der Bronzezeit (3.800 – 2.000 vor heute) führten dazu, dass sich die Einzugsgebiete der Moo-

re stark vergrößerten und das Moorwachstum gefördert wurde. Slawen, die hauptsächlich entlang der Flusstäler siedelten, veränderten die Flusstalmoore nicht wesentlich. Erst mit der deutschen Besiedlung im 13. Jh. kam es zu merklichen Veränderungen durch Zunahme der Landnutzung. Ende des 18. Jh. zeigen Schmettausche Karten (1788) ausgebaute Grabennetze, während davor Schwedische Matrikelkarten im Peenetal geringen Nutzungseinfluss nach dem 30jährigen Krieg belegen. Es fand extensive Weide- und Wiesenwirtschaft statt, die bis in die Mitte des 20. Jh. anhielt. Torfabbau ist seit Beginn des 18. Jh. belegt. Er nahm in Folge stark zu. Ab Mitte des 19. Jh. kam es zum maschinellen Torfabbau, was entscheidenden Einfluss auf die Entwässerung der Flusstalmoore hatte. Die entscheidende Zäsur kam jedoch durch die Intensivierung der Landwirtschaft mit der „Komplexmelioration“ (1960 – 1980). Waren vorher durch kleinbäuerliche Wiesen- und Weidenbewirtschaftung noch artenreiche Moor- und Feuchtwiesen vorhanden, wurde nun die Vegetation durch tiefe Entwässerung, Umbruch, Anlage von Decksandkulturen und Ansaat von Kulturgräsern stark verändert. Es entstanden großflächig degradierte Moorstandorte, die aufgrund von Moorsackungen und Torfverlusten gepoldert wurden, um überschüssiges Wasser mit Hilfe von Pumpwerken zu entfernen. Teilweise lag die Geländeoberfläche der entwässerten Moore deutlich unter dem Niveau der angrenzenden Peene bzw. der Ostsee (Timmermann et al. 2011).

Klima

Der Polder Zarnekow (**Standort B S2**) ist etwas kontinentaler geprägt als das Trebeltal (**Standort A S1**). Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 8,8 °C, der Jahresniederschlag beläuft sich im Mittel auf 595 mm (1981 – 2010, DWD). Die klimatische Wasserbilanz ist mit ±0 mm ausgeglichen (Klämt & Schwanitz 2002).

Vegetation

Bis 1990 war die Vegetation des intensiv genutzten Niedermoorgrünlands (Mehrschnittnutzung, hohe P- und N-Düngung) als Saatgrasland von Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*), Knäuelgras (*Dactylis glomerata*), Rohrschwengel (*Festuca arundinacea*) und Quecke (*Elytrigia repens*) bestimmt. Danach kam es in Folge von Extensivierung, u. a. Abstellen von Pumpwerken, schon vor der gezielten Wiedervernässung zu Umschichtungen in der Vegetation. Stellenweise kam es zur Ausbreitung von Großseggen (*Carex riparia* und *C. acutiformis*) und Schilf (*Phragmites australis*). Durch extensive Beweidung wurde lokal Flatterbinse (*Juncus effusus*) und Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) gefördert. Aufgrund differenzierter Wasserverhältnisse können heute drei Flächentypen mit spezifischen Pflanzengesellschaften benannt werden:

1. Ganzjährig hoch überstaute Flächen (14 – 20 cm über Flur, Flachwasserseen):
Schwebematten u. a. des Rauhen Hornblatts (*Ceratophyllum demersum*), des Quirltausendblatts (*Myriophyllum verticillatum*), der Kanadischen Wasserpest (*Elodea canadensis*) u. a., weiterhin Schwimmdecken der Wasserlinsengewächse (Lemnaceae). Breitblättrige Rohrkolben (*Typha latifolia*) u. a. leiten die weitere Sukzession zur Verlandung ein.
2. Langzeitig flach überstaute Vernässungsflächen (20 – 0 cm über Flur): Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*) und Große Wasserschwaden (*Glyceria maxima*), weitere Arten der Schlammfluren wie Nickender Zweizahn (*Bidens cernua*), Wasserkresse (*Rorippa amphibia*) und Moor-Greiskraut (*Tephrosia palustris*). Neben verschiedenen Seggenarten breitet

sich Schilf (*Phragmites australis*) aus. Reste der Grünlandbrachen und Flutrasengesellschaften sind noch zu finden.

3. Selten bzw. nicht überstaute Bereiche (0 – 80 cm unter Flur): Liegen hauptsächlich an den höher gelegenen Talrändern. Dominant sind Arten der Flutrasengesellschaften und Grünlandbrachen: Rohrschwengel (*Festuca arundinacea*), Weißes Straußgras (*Agrostis stolonifera*), Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa*), Knick-Fuchsschwanz (*Alopecurus geniculatus*) u. a., dazu nitrophile Arten wie Brennessel (*Urtica dioica*), Gewöhnliche Zaunwinde (*Calystegia sepium*) und Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*). Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) fand hier optimale Wachstumsbedingungen (Timmermann et al. 2011).

Böden

Standort A S1

Genese

Zunächst fand in einem Teilbereich der untersuchten Fläche eine Gewässerverlandung unter der Bildung von zu den Torfen vermittelnden Kalkmudden statt (Profil Trebel Trocken P1). Das zweite untersuchte Profil in der unmittelbaren Nähe zur Trebel weist keine Muddelagen auf, ist aber ebenfalls durch mächtige Torflagen gekennzeichnet (>als 4 m Torf). Zwischen dem Verlandungsbereich und den angrenzenden Talsanden entwickelte sich ein mesotrophes bis eutrophes Moor, welches von Kleinseggen und Schilf dominiert wurde. Der mesotrophe Charakter der vergangenen Torfbildung wird durch das Auftreten von Fieberkleesamen in Unterbodenhorizonten belegt.

Wasserregime

Nach dem Erhaltungszustand der Torfarten, den relativ großen Torfmächtigkeiten und der Einbettung des Moores in die Landschaft (Flusstalmoor) kann für die Moorflächen von einem Durchströmungsregime ausgegangen werden.

Bodentypen

Bei den im Trebeltal untersuchten Moorböden handelt es sich um Erdniedermoor.

Zustand der Moorböden

Je niedriger der mittlere Grundwasserstand, desto größer ist die Tendenz zur Degradierung der Moorböden. Beide untersuchten Profile weisen Degradierungserscheinungen auf. Es handelt sich bei den untersuchten Böden um Bodentypen, welche für anthropogen überprägte Moorstandorte typisch sind (Abb. 1). Durch die intensive Entwässerung und Nutzung des Moorbodens weisen die Oberböden in Folge von Mineralisierung und Humifizierung der organischen Substanz Vermulmungs- bzw. Vererdungseigenschaften auf.

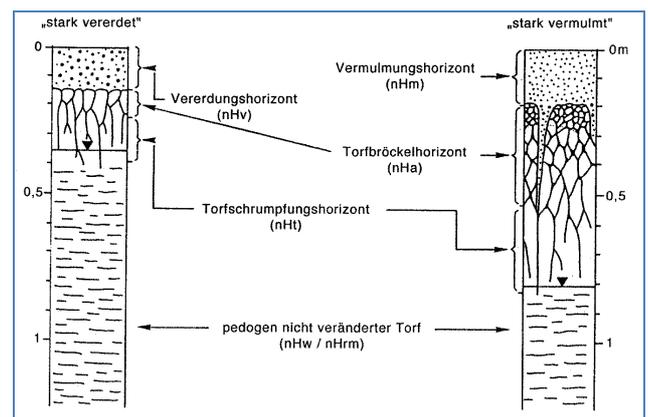


Abb. 1: Zwei unterschiedlich stark entwässerte Niedermoorböden (linkes Profil: Erdniedermoor; rechtes Profil: Mulmniedermoor; ▼ = mittlerer sommerlicher Grundwasserflurabstand) (Verändert nach Roeschmann et al. 1993, in Zeitz 2003)

Die Unterbodenhorizonte der untersuchten Böden sind durch Prozesse wie Moorsackung, Schrumpfung, Quellung, Humifizierung und Torfschwund in Folge von Mineralisierung gekennzeichnet. Diese Prozesse führten zur Ausbildung anthropogen bedingter Bodenhorizonte mit Aggregierungs- und Schrumpfungerscheinungen. Im Profil Trebel Trocken P1 ist ein 25 cm mächtiger Aggregierungshorizont (nHa) ausgebildet der von einem 25 cm mächtigen Schrumpfungshorizont unterlagert wird. Das Profil Trebel Nass P2 zeigt geringere Degradierungerscheinungen. Hier ließ sich kein Aggregierungshorizont feststellen. Lediglich ein 30 cm mächtiger Schrumpfungshorizont (nHt) war anzusprechen. Die stärkere Degradierung des Profils Trebel Trocken P1 ist durch im Jahresmittel häufig tiefe Grundwasserstände zu erklären.

Der stark verdichtete Aggregierungshorizont kann zu Stauwasserbildung führen. Zudem ist dieser Horizont aus der Sicht der Pflanzenproduktion negativ zu bewerten, da in Trockenzeiten die Grenzflächen der Aggregate (Polyeder) den kapillaren Aufstieg des Grundwassers behindern können. Diese pedogene Überprägung wirkt sich negativ auf die gesättigte und ungesättigte Wasserleitfähigkeit dieser Böden aus (Abb. 2).

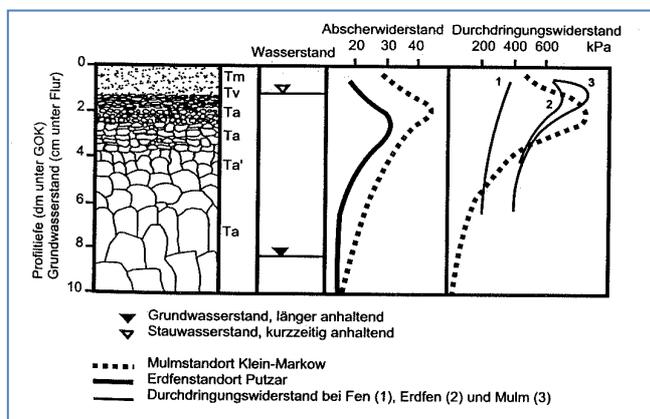


Abb. 2: Zusammenhänge zwischen sekundärer Bodenentwicklung und Verdichtung mit Stauwasserbildung (Zeit 2001)

Standort B S2

Beim Profil Z1 P3, „wechselfeuchte“ Variante, handelt es sich um ein Kalkerdniedermoor aus Niedermoor mit zwischengeschalteten Kalkmudden. Die darin vorkommenden Süßwasserschnecken *Stagnicola palustris*, *Planorbis planorbis* oder *Planorbis carinatus* und *Bithynia tentaculata* deuten auf eine flache, phasenweise Überstauungen der Flächen hin. Bis 1 m Tiefe sind in dem Profil 85 kg $C_{org} m^{-2}$ gespeichert. Die Gleydynamik ist sehr ausgeprägt wie an der Fe_d -Tiefenfunktion und den hohen Fe_d -Gehalten (3 – 4 %) in den ersten 30 cm erkennbar wird. Bis 1 m Tiefe befinden sich 4,8 kg $Fe_d m^{-2}$ im Profil.

Beim Profil Z2 P4 („überstaute“ Variante; Daten nicht gezeigt) handelt es sich ebenfalls um ein Kalkerdniedermoor aus Niedermoor, jedoch mit deutlich geringerem Carbonatgehalt (in 10 – 20 cm 28 %, sonst bis 1 m <1 % $CaCO_3$). Die C_{org} -Gehalte liegen höher als in Z1 (36 → 47 % von 10 → 100 cm). Aufgrund der niedrigeren Lagerungsdichten unterscheidet sich die C_{org} -Menge bis 1 m Tiefe mit 79 kg $C_{org} m^{-2}$ jedoch nur geringfügig von Z1. Die Fe_d -Gehalte liegen mit 2 – 3 % niedriger als in Z1, ab 30 cm allerdings auf durchgehend höherem Niveau (bis 1 m Tiefe 3,7 kg $Fe_d m^{-2}$).

Weitere Erläuterung zur Humuschemie der beiden Standorte s. handouts zur Exkursion.

Treibhausgase

Standort A S1

Die Witterung des Jahres 2011 war geprägt von außergewöhnlicher Feuchtigkeit. Allein im Juli und August 2011 fielen 392 mm (300 % des langjährigen Mittels), was ein mehrwöchiges Sommerhochwasser der Trebel und des Trebeltalmoores verursachte. Zu dieser Zeit erreichten die Wasserstände bei *Phragmites* einen

Überstau von etwa 10 cm, bei *Typha* von etwa 20 cm und bei *Carex* von etwa 40 cm.

Die gemessenen CO₂-Austauschraten zeigen typische saisonale Muster. Außerhalb der Vegetationsperiode erfolgt keine Aufnahme von CO₂ durch die Pflanzen während die R_{ECO} stark herabgesetzt ist (Jan – Mär im Mittel 0,05 ± 0,05 g m⁻² h⁻¹ CO₂; Jul – Sep: 0,38 ± 0,19 g m⁻² h⁻¹ CO₂). Alle Standorte nehmen im Jahresverlauf CO₂ auf. Die größte CO₂-Festlegung erfolgte auf *Phragmites* (-922 ± 28 g m⁻² a⁻¹), die geringste auf *Typha* (-297 ± 30 g m⁻² a⁻¹).

Die CH₄-Flüsse weisen eine ähnliche Saisonalität auf. Während die Winterflüsse zumeist <1 mg m⁻² h⁻¹ betragen, erreichen die Sommerflüsse bis zu 57 mg m⁻² h⁻¹ (*Carex*). Diese sind auf den *Carex*-Standorten signifikant erhöht (p <0,001) gegenüber den *Phragmites*- und *Typha*-Standorten, welche sich nicht signifikant voneinander unterscheiden. Dementsprechend traten die größten Jahresemissionen auf *Carex* auf (ca. 60 g m⁻² a⁻¹ CH₄) auf, während sie auf *Phragmites* & *Typha* ca. 20 g m⁻² a⁻¹ CH₄ betragen. Die Jahresemissionen liegen damit in der Größenordnung natürlicher Niedermoore (20 – 35 g m⁻² a⁻¹; Nykänen et al. 1995).

Die N₂O-Flüsse waren während des gesamten Untersuchungszeitraumes unterhalb der erreichten Messgenauigkeit. Zusätzliche Messungen mit kleinen Kammern (d = 30 cm, h = 30 cm) auf den geschnittenen Standorten, die die Messgenauigkeit erhöhten, konnten ebenfalls keine signifikanten N₂O-Flüsse nachweisen. N₂O-Emissionen sind auf natürlichen Standorten ähnlich gering (0,03 g m⁻² a⁻¹, Nykänen et al. 1995).

Auf *Phragmites* ist die THG-Bilanz leicht negativ (-2 ± 1 t ha⁻¹ a⁻¹ CO₂-äq), auf *Typha* nahe null (2 ± 2 t ha⁻¹ a⁻¹ CO₂-äq) und auf *Carex* erhöht (9 ± 6 t ha⁻¹ a⁻¹ CO₂-

äq), was durch höhere CH₄-Flüsse verursacht wurde (Abb. 3).

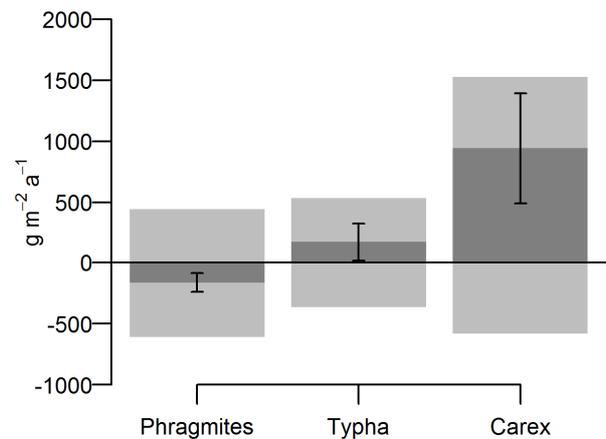


Abb. 3: THG-Bilanz 2011 (in g m⁻² a⁻¹ CO₂-äq) im Trebeltal. Hellgraue Balken >0 entsprechen dem Anteil der CH₄-Emissionen, hellgraue Balken <0 entsprechen dem Anteil des Netto-CO₂-Austausches, dunkelgraue Balken entsprechen der Gesamt-THG-Bilanz

15 Jahre nach der Wiedervernässung ist im Trebeltal, trotz des Sommerhochwassers, im Vergleich zu Studien mit geringerer Dauer der Wiedervernässung (Höper et al. 2008, Glatzel et al. 2011) keine erhöhte CH₄-Freisetzung zu beobachten. Damit bleibt die THG-Bilanz des Trebeltals im ersten Jahr der Untersuchung deutlich unterhalb entwässerter und intensiv genutzter Niedermoore (Couwenberg et al. 2011).

Standort B S2

Das wiedervernässte Grünland entwickelte sich nach der Flutung des Polders (mittlerer Grundwasserstand: 27 cm über Flur) ab Anfang 2005 zu einer extrem starken CH₄-Quelle (Gelbrecht et al. 2008). Aber auch nach sieben Jahren hielten die hohen Emissionen weiter an. Die CH₄-Flussraten unterlagen nicht nur kurzfristig, sondern auch zwischen den Jahren extrem hohen Schwankungen. Die mit der manuellen Haubenmethode und die mit der Eddy-Covarianzmethode ermittelten Resultate stimmten diesbezüglich gut miteinander überein. Im Zeitraum von 2009

und 2011 lagen die kumulativen Flussraten zwischen 38 und 380 g CH₄ m⁻² a⁻¹. Auf der wechselfeuchten Fläche (mittlerer Grundwasserstand: -11 cm unter Flur) kam es dagegen nur bei sporadischem Überstau zur Methanfreisetzung. Hier ergaben sich im Zeitraum von 2009 bis 2011 kumulierte Flussraten zwischen 3 und 42 g m⁻² a⁻¹ CH₄.

Bislang sind die Ursachen für die extrem hohen und variablen CH₄-Flüsse auf der überstauten Fläche nur ansatzweise geklärt. Wichtige Hinweise über die Substrate, welche hauptsächlich für die Methanbildung verantwortlich sind, lieferten Inkubationsexperimente mit verschiedenen organischen Substraten in Labor. Danach wiesen die Reste des Rohrglanzgrases, welches im Jahr 2005 die überstaute Fläche noch einmal vollständig bedeckt hatte, eine viel intensivere Umsetzung zu CO₂ und CH₄ als der alte Torf auf (Hahn-Schöfl et al. 2011). Die Bilanzierung des seit 2005 auf der überstauten Fläche über die Luft ein- und ausgetragenen Kohlenstoffs lässt aber vermuten, dass auch der windgetriebene, laterale Antransport von mikrobiell leicht abbaubaren Pflanzenresten aus dem Umfeld und ein durch diese Stoffe induzierter Abbau des alten Torfkohlenstoffs zu der erhöhten Methanfreisetzung beitragen könnte (Priming-Effekt). Möglicherweise kann die extreme Variabilität der jährlichen CH₄-Flüsse auf der überstauten Fläche ebenfalls auf Unterschiede im lateralen Antransport von Pflanzenresten zurückgeführt werden. Dies zu klären, muss aber späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Die N₂O-Emission war insgesamt sehr gering, schwankte jedoch auf der wechselfeuchten Kontrolle ähnlich stark wie die CH₄-Freisetzung. Im Zeitraum von 2009 bis 2011 lagen die kumulierten Flüsse auf der überstauten Fläche zwischen 0 und 0,2 g m⁻² a⁻¹ N₂O und auf der wechselfeuchten Kontrolle zwischen 0 und 0,4 g m⁻² a⁻¹ N₂O.

Eine ausgeprägte Netto-C-Aufnahme (C-Senkenfunktion) war auf der überstauten Fläche nur im ersten Jahr der Messungen zu beobachten. Das ging wahrscheinlich auf die erwähnte Bedeckung der Fläche mit dem später abgestorbenen Rohrglanzgras zurück. Seit 2006 ist die überstaute Fläche oberhalb des Wasserspiegels frei von Vegetation. Das stellt offenbar die Ursache für die seither schwach ausgeprägte C-Quellenfunktion dar. Im Zeitraum von 2009 bis 2011 ergaben sich aus System-C-Bilanzen, in die alle C-Gasflüsse und die sonstigen C-Exporte und -importe eingehen, C-Verluste zwischen 101 und 239 g m⁻² a⁻¹ C. Wahrscheinlich bedingt durch die extrem stark schwankenden Grundwasserstände waren auf der Kontrollfläche deutlich höhere C-Verluste zu beobachten; sie lagen im Zeitraum von 2009 bis 2011 zwischen 871 und 1.548 g m⁻² a⁻¹ C.

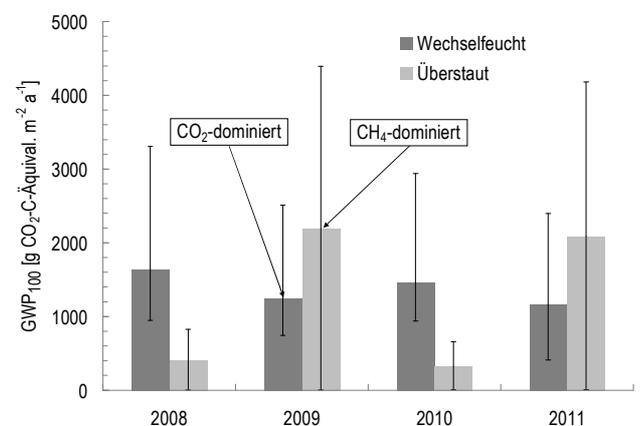


Abb. 4: Kumulierte Klimawirkung der überstauten und der wechselfeuchten Fläche am Standort B S2 von 2008 bis 2011

Vor allem wegen der Kombination von durchgehend sehr hoher Methanemission mit fehlender CO₂-Senkenfunktion fiel die summarische Klimabilanz auf der überstauten Fläche entgegen allen Erwartungen selbst sieben Jahre nach Beginn der Untersuchungen wegen der sehr hohen, positiven Werte zwischen 435 und 2.098 g m⁻² a⁻¹ CO₂-C-äq (16 und 77 t ha⁻¹ a⁻¹ CO₂-äq) im Zeitraum von 2009 bis 2011 („aufheizende Wirkung“) noch immer extrem schlecht aus. Ähnliches traf jedoch auch

für die wechselfeuchte Fläche zu: Hier lagen die Werte in der gleichen Zeit zwischen 1.117 und 1.607 g m⁻² a⁻¹ CO₂-C-äq (41 und 59 t ha⁻¹ a⁻¹ CO₂-äq, Abb. 4).

Angesichts dessen lässt sich noch nicht absehen, ob und wann sich die erhoffte stark reduzierte Klimawirkung nach Überstau des stark degradierten, nährstoffreichen Niedermoorgraslandes tatsächlich einstellt. Ausgehend von Ergebnissen, wie sie inzwischen unter anderem auch im Trebeltal gewonnen wurden (siehe oben), dürfte das vermutlich erst nach vollständiger Bedeckung der überstauten Fläche mit Rohrkolben oder Schilf der Fall sein. Denn damit gehen in der Regel eine deutliche verminderte CH₄-Freisetzung und eine verstärkte CO₂-Bildung (CO₂-Senke) einher. Soweit bisher absehbar, könnte das innerhalb der nächsten fünf bis fünfzehn Jahre erfolgen. Demgegenüber wird die wechselfeuchte Variante – bedingt durch den noch immer sehr hohen Torfvorrat – ihre extrem negative Klimawirkung wahrscheinlich längerfristig beibehalten.

Literatur

- Bönsel, A. & Sonneck, A.-G. (2011) Effects of a hydrological protection zone on the restoration of a raised bog: a case study from Northeast-Germany 1997–2008. *Wetlands Ecology & Management*, 19, 183–194.
- Bönsel, A., Runze M. (2005) Die Bedeutung projektbegleitender Erfolgskontrollen bei der Revitalisierung eines Regenmoores durch wasserbauliche Maßnahmen. *Natur & Landschaft* 80, 4, 154–160.
- Couwenberg, J., Thiele, A., Tanneberger, F., Augustin, J., Bärtsch, S. & Dubovik, D. (2011) Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia*, 674, 1, 67–89.
- Dias, A. T. C., Hoorens, B., Van Logtestijn, R. S. P., Vermaat, J. E. & Aerts, R (2010) Plant Species Composition Can Be Used as a Proxy to Predict Methane Emission in Peatland Ecosystems After Land-Use Changes. *Ecosystems*, 13, 526–538.
- Gelbrecht, J.; Zak, D.; Augustin, J. (Hrsg.) (2008): Phosphor- und Kohlenstoff-Dynamik und Vegetationsentwicklung in wiedervernässten Mooren des Peenetales in Mecklenburg-Vorpommern: Status, Steuergrößen und Handlungsmöglichkeiten, Berlin (Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei), 190 S.
- Glatzel, S., Koebsch, F., Beetz, S., Hahn, J., Richter, P. & Jurasinski, G. (2011) Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasfreisetzung aus Mooren im Mittleren Mecklenburg. *Telma*, Beiheft 4, 85–105.
- Gremer, D. & Michaelis, D. (2003) Das Naturschutzgebiet „Rauhes Moor“ im Grenztal. In: Billwitz, K., Michaelis, D. & Succow, M. (Hrsg.) *Landschaftsökologische Exkursionen in die Greifswalder Umgebung*, Greifswalder Geographische Arbeiten, 30, 43–47.
- Hahn-Schöfl, M., Zak, D., Minke, M. Gelbrecht, J., Augustin, J. & Freibauer, A. (2011) Organic sediment formed during inundation of a degraded fen grassland emits large fluxes of CH₄ and CO₂. *Biogeosciences*, 8, 1539–1550.
- Hargreaves, K. J. & Fowler, D. (1998) Quantifying the effects of water table and soil temperature on the emission of methane from peat wetland at the field scale. *Atmospheric Environment*, 32, 19, 3275–3282.
- Höper, H., Augustin, J., Cagampan, J. P., Drösler, M., Lundin, L., Moors, E., Vasander, H., Waddington, J. M. & Wilson, D. (2008) Restoration of peatlands and greenhouse gas balances. In: Strack, M. (Hrsg.) *Peatlands and Climate Change*. International Peat Society, Saarijärvi, 184–212.
- Huth, V., Jurasinski, G. & Glatzel, S. (2012) Winter emissions of carbon dioxide, methane and nitrous oxide from a minerotrophic fen under nature conservation management in north-east Germany. *Mires and Peat*, 10, Article 04, 1–12.
- Institut für Grünland und Moorforschung Paulinenau (Hrsg.) (1965, 1967) *Moorbodenkartierung und Profilibücher „Mittlere Trebel & Tribsees“ / „Trebeltal“*.
- Kaiser, K., Lorenz, S., Germer, S., Juschus, O., Küster, M., Libra, J., Bens, O. & Hüttl, R. F. (2012) Late Quaternary evolution of rivers, lakes and peatlands in northeast Germany reflecting past climatic and human impact – an overview. – *E&G Quaternary Science Journal*, 61, 2, 103–132.
- Klämt, A. & Schwanitz, D. (2002) Mittlere jährliche klimatische Wasserbilanz (Karte). In: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz & Reaktorsicherheit (Hrsg.) *Hydrologischer Atlas von Deutschland*, Kap. 2.14, 116.
- Koska, I. (2007) Vegetations- und Wasserstands-entwicklung im NSG Grenztalmoor. *Ergebnis-*

- se des vegetationsökologischen Monitoring 1996–2007, Vortag, Universität Greifswald.
- Nykänen, H., Alm, J., Lang, K., Silvola, J. & Martikainen, P. J. (1995) Emissions of CH₄, N₂O and CO₂ from a virgin fen and a fen drained for grassland in Finland. *Journal of Biogeography*, 22, 351–357.
- Timmermann, T., Steffenhagen, P., Schulz, K., Zerbe, S. & Frick, A. (2011) Vegetationsentwicklung von wiedervernässten Flusstalmooren Mecklenburg-Vorpommerns. *Telma*, Beiheft 4, 159–182.
- Wachlin, V., Starke, W. & Vegelin, J. (2003) Konzeption und erste Ergebnisse eines Monitoringprogramms im Anschluss an das Life-Projekt „Erhaltung und Wiederherstellung des Trebeltalmoores“ 1992–2002. In: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) (Hrsg.) *Moorrenaturierung – Praxis und Erfolgskontrolle*. Laufener Seminarbeiträge 1/03, 89–110.
- Wichtmann, W. & Joosten, H. (2007) Paludiculture: peat formation and renewable resources from rewetted peatlands. *IMCG Newsletter*, 2007, 3, 24–28.
- Zauft, M., Fell, H., Glaßer, F., Rosskopf, N. & Zeitz, J. (2010) Carbon storage in the peatlands of Mecklenburg-Western Pomerania, north-east Germany. *Mires and Peat*, 6, Article 04, 1–12.
- Zeitz, J. (2001) Physikalisch-hydrologische Kennzeichnung. In: Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.) *Landschaftsökologische Moorkunde*. E. Schweizerbart, Stuttgart, Kap. 3.4, 85–92.
- Zeitz, J. (2003) Bodenphysikalische Veränderungen nach intensiver Nutzung sowie nach Wiedervernässung. In: Lenschow, U. (Hrsg.) *Stoffausträge aus wiedervernässten Niedermoo- ren*. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG), Mecklenburg-Vorpommern, 1/2003, 28–37

Exkursionspunkt G2/S1/P2 Trebel nass: Trebel

Bearbeiter: Rosskopf TK25: 1942 Datum: 31.10.2011
 Lage: RW: 1244335 HW: 5405450 2 m NN Kreis: Vorpommern-Rügen
 Jahresmitteltemperatur: 9,1 °C Niederschlag: 626 mm
 Relief: eben, in Tieflage Nutzung: Jagd
 Vegetation: Juncus spp.

Profilbeschreibung

Hor. Nr.	Horizont-/ Substrat-symbol	Ober-/ Unter-grenze	Horizontbeschreibung
1	nHvm		sehr dunkelbrauner (10YR2/1), stark vererdeter bis vermulmter Niedermoortorfhorizont. Durch intensive aerobe Prozesse der Mineralisierung und Humifizierung verbunden mit häufiger Austrocknung stark bis sehr stark zersetzte Torfsubstanz mit im trockenen Zustand pulvrig-staubigen, schwer benetzbarem Korngefüge
	og-Ha	15cm	Amorpher Niedermoortorf; sehr stark zersetzt (z5, H 10)
2	nHt		sehr dunkelbrauner (10YR2/1) Niedermoortorfschrumpfungshorizont, der zum Untergrund überleitet; durch Schrumpfung und gehemmte Zersetzung grob-prismatisch gegliedertes Rissgefüge.
	og-Hnr	40 cm	Radzellentorf, mittlerer bis starker Zersetzung (z4, H6-7)
3	nHw		sehr dunkelbrauner (10YR2/2), zeitweilig grundwassererfüllter Niedermoortorfhorizont im Schwankungsbereich des Grundwassers
	og-Hnr	90 cm	Radzellentorf, mittlerer Zersetzung (z3, H6)
4	nHr		brauner (10YR4/3), ständig wassererfüllter Niedermoortorfhorizont
	og-Hnr	540 cm	Radzellentorf, mittlerer bis starker Zersetzung (z4, H6-7)
5	G		gräulicher (10YR7/1) Mineralbodenhorizont mit Grundwassereinfluss und im Jahresverlauf durchgängig reduzierenden Verhältnissen, Einzelkorngefüge
	f-s (Sf)	550cm	Fluvisand aus Flusssand

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung KV-KM: og-Ha|og-Hnr
 KV-KM Erdniedermoor-Mulmniedermoor aus Niedermoortorf
 WRB Hemic Rheic Histosol Eutric Drainic
 Anmerkungen Moortyp nach Succow/Joosten 2001: Durchströmungsmoor

Physikalische und chemische Analysen

Probe	pH CaCl ₂	S g kg ⁻¹	rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
1	6.04	3.9	0.24	78	69	17	52
2	6.12	4.0	0.26	74	78	19	59
3	5.85	5.2	0.16	78	80	12	68

Probe	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	Heißwasserextrakt			
				TOC mg kg ⁻¹	% von C _{org}	TN mg kg ⁻¹	TOC/TN
1	361	31	12	3726	1.0	602	6.2
2	341	30	11	5731	1.7	754	7.6
3	446	28	16	1666	0.4	263	6.3

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t g kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	Na _t mg kg ⁻¹
1	62	355	615	5056	10375	6804	25932	2912
2	54	291	411	6943	10839	9007	26927	2343
3	42	649	2138	4739	36849	5232	40795	14014

Probe	Oxalateextrakt				DL-Extrakt		
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
1	0.88	16	171	489	40	263	42
2	1.1	21	454	964	104	416	36
3	0.15	6.5	33	48	12	356	19

Exkursionspunkt G2/S1/P1Trebel trocken: Trebel

Bearbeiter: Rosskopf **TK25:** 1942 **Datum:** 31.10.2011
Lage: RW: 1244425 HW: 5405484 2 m NN **Kreis:** Vorpommern-Rügen
Jahresmitteltemperatur: 9,1 °C **Niederschlag:** 626 mm
Relief: eben, in Tieflage **Nutzung:** Jagd
Vegetation: Juncus spp./ Carex spp./ Phragmites australis

Profilbeschreibung: Normmulmniedermoor aus Niedermoortorf

Hor. Nr.	Horizont-Substrat-symbol	Ober-/Unter-grenze	Horizontbeschreibung
1	nHm og-Ha	10cm	sehr dunkelbrauner (10YR2/1) Oberbodenhorizont stark entwässerter und/oder intensiv bearbeiteter Niedermoor; durch intensive aerobe Prozesse der Mineralisierung und Humifizierung verbunden mit häufiger Austrocknung „vermulmt“. Schwarze, stark bis sehr stark zersetzte Torfsubstanz mit im trockenen Zustand pulvrig- staubigen, schwer benetzbarem Korngefüge Amorpher Niedermoortorf; sehr stark zersetzt (z5, H 10)
2	nHa og-Ha	35 cm	sehr dunkelbrauner (10YR2/1) Unterbodenhorizont stark entwässerter Niedermoor, Absonderungsgefüge infolge Schrumpfung und Quellung und teilweise aerober Zersetzung; im trockenen Zustand bröckeliges Subpolyeder-Gefüge Amorpher Niedermoortorf; sehr stark zersetzt (z5, H 10)
3	nHt og-Hnr	60 cm	sehr dunkelbrauner (10YR2/2) Niedermoortorfschrumpfungshorizont, der zum Untergrund überleitet; durch Schrumpfung und gehemmte Zersetzung grob-prismatisch gegliedertes Rissgefüge. Radizellentorf starker bis sehr starker Zersetzung (z5, H8-9)
4	nHw og-Hnp	100 cm	dunkelbrauner (10YR4/3) zeitweilig grundwassererfüllter Niedermoortorfhorizont im Schwankungsbereich des Grundwassers Phragmitistorf schwacher Zersetzung (z2, H3-4)
5	nHr1 og-Hnp	210cm	dunkelbrauner (10YR4/3) ständig wassererfüllter Niedermoortorfhorizont Phragmitistorf starker Zersetzung (z4, H7)
6	nHr2 og-Hnr	400cm	dunkelbrauner (10YR4/3) ständig wassererfüllter Niedermoortorfhorizont Radizellentorf starker Zersetzung (z4, H6-7)
7	fFr1 fl-Fmk	420cm	gräulicher (10YR7/1), fossiler, mineralischer Muddehorizont, im ständig mit Grundwasser verfüllten Bereich (reduzierendes Milieu) Kalkmudde
8	fFr2 fl-Fms	440cm	gräulicher (10YR7/1), fossiler, mineralischer Muddehorizont, im ständig mit Grundwasser verfüllten Bereich (reduzierendes Milieu) Sandmudde
9	Gr f-s(Sf)	450cm	grauer (10YR7/2) Mineralbodenhorizont mit Grundwassereinfluss und im Jahresverlauf durchgängig reduzierenden Verhältnissen, Einzelkorngefüge Fluvisand aus Flusssand

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	KMn:og: Ha/og-Hnr/og: Hnp ; Normmulmniedermoor aus Niedermoortorf
WRB	Sapric Rheic Histosol Eutric Drainic
Anmerkungen	Moortyp nach Succow/Joosten 2001: Durchströmungsmoor

Exkursionspunkt G2/S1/P1 Trebel trocken: Trebel

Physikalische und chemische Analysen

Probe	pH CaCl ₂	S g kg ⁻¹	rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
1	4.41	5.2	0.30	73	67	18	49
2	5.51	3.7	0.43	70	72	28	44
4	6.00	5.5	0.16	84	81	12	68
3	5.93	6.4	0.26	63	81	21	61

Probe	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	Heißwasserextrakt			
				TOC mg kg ⁻¹	% von C _{org}	TN mg kg ⁻¹	TOC/TN
1	336	25	14	5566	1.7	724	7.7
2	248	22	11	5362	2.2	681	7.9
4	369	30	12	3677	1.0	561	6.6
3	419	28	15	2042	0.49	383	5.3

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t g kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	Na _t mg kg ⁻¹
1	56	266	101	11287	9439	1118	14041	2990
2	53	200	93	6148	6202	3785	11008	1335
4	107	422	542	8220	14751	6761	22477	3665
3	108	625	1932	7411	38389	14970	41672	21959

Probe	Oxalateextrakt				DL-Extrakt		
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
1	0.72	24	76	727	96	263	27
2	2.0	27	466	1203	50	208	22
4	1.6	17	201	435	18	351	15
3	0.50	7.1	119	48	13	355	7.5

Exkursionspunkt: G2/S2/P3 Zarnekow

Bearbeiter: Müller, Behrendt, Hierold, Sommer **TK25:** 2143 (Dargun Süd) **Datum:** 1.11.2006, 1.11.2012 **Lage:** RW: 3360654 HW: 5972406 **Kreis:** Meckl. Seenplatte
Relief: eben, in Tieflage des Polders **Nutzung:** Wiese **Vegetation:** Feuchtwiese

Profilbeschreibung

Probe	Horizont/ Substrat- symbol	Ober/ Unter- grenze	Horizontbeschreibung
1	nHkcv		sehr dunkelbrauner (10YR2/2), carbonathaltiger, vererdeter und kultotropher Niedermoorhorizont, mittel bis stark ausgeprägtes feines Subpolyeder- bis Bröckelgefüge
	og- Ha	15 cm	Amorpher Niedermoororf; sehr stark zersetzt (z5, H 10)
2	nHcv- nHca		sehr dunkelbrauner (10YR2/2) carbonathaltiger, vererdeter Niedermoorhorizont, stark ausgeprägtes grobes Säulengefüge, Kluffflächen mit deutlichen Rostüberzügen
	og-Ha (Hnr)	30 cm	Amorpher Niedermoororf (aus Radizellentorf); sehr stark zersetzt (z5, H 10)
3	nHca		dunkelbrauner (10 YR 3/4), stark carbonathaltiger Ha-Horizont, stark ausgeprägtes grobes Säulengefüge, Kluffflächen mit deutlichen Rostüberzügen, bis schwach ausgeprägtes mittleres Subpolyedergefüge
	og-Hnr + fl-Fmk	40 cm	Carbonat führender Radizellentorf mit Molluskenresten, stark zersetzt (z4, H7), mit Kalkmudde
4	rnHcw - nHcr		sehr dunkel graubrauner (10 YR 3/2), stark carbonathaltiger reliktscher Hw- bis Hr- Horizont, mit schwarzen, sulfidischen Flecken (ehemalige Oxidationsflecken), Kohärentgefüge bis sehr schwach ausgeprägtes Riss- und mittleres Subpolyedergefüge
	og-Hnr + fl-Fmk	60 cm	Niedermoororf aus Radizellen- und Braunmoorstorf; sehr stark zersetzt (z5, H9) mit Kalkmudde und Molluskenresten
5	nHcr		graubrauner (10YR5/2) carbonathaltiger Hr-Horizont, Kohärentgefüge, mit schwarzen sulfidischen Flecken
	og-Hnr + fl-Fmk	80 cm	Niedermoororf aus Radizellen- und Braunmoorstorf; schwach bis mittel zersetzt (z3, H4) mit Molluskenresten
6	nHcr		graubrauner (10YR5/2) stark carbonathaltiger Hr-Horizont, Kohärentgefüge
	og-Hnr + fl-Fmk	100cm	Niedermoororf aus Radizellen- und Braunmoorstorf; mittel zersetzt (z3, H5), mit Kalkmudde und Molluskenresten

Profilkennzeichnung

Bodenformensymbol	KVc: og-Hn + fl-Fmk (?)
Bodenform	Kalkerdniedermoor aus Niedermoororf mit Kalkmudde (?)
WRB	<i>Hemic Rheic Calcic Histosol (Eutric, Drainic)</i>
Sonstige Profilkennzeichnung	Moormächtigkeit = 10,2 m; Moortyp nach Succow/Joosten 2001: Kernzone eines eutroph-kalkhaltigen Talmoores: Verlandungs- und Durchströmungsmoor
Anmerkungen	Substratmischung in oberen 40 cm durch frühere Lockerung oder Pflügen, aktueller GWF deutlich geringer als in früheren Jahren, wiedervernässtes Profil durch Einschränkung des Schöpfwerksbetriebes

Physikalische und chemische Analysen

Probe	pH ¹ (H ₂ O)	GV (550°C) (M.-%)	CaCO ₃ (M.-%)	C _t (M.-%)	C _{org} (M.-%)	N _t (M.-%)	C _{org} /N _t	Fe _d (g/kg)	Fe _o (g/kg)	Fe _o /Fe _d
1	7,38	53	20	30	28	2,6	11	44	17	0,39
2	7,49	53	21	33	30	2,6	12	31	18	0,58
3	7,49	37	52	31	24	1,7	14	5,7	8,0	1,4
4	7,55	42	59	29	21	1,5	15	2,5	4,1	1,6
5	7,54	50	2,2	34	34	1,5	23	2,7	4,6	1,7
6	7,53	56	45	36	30	1,6	20	2,6	4,7	1,8

¹⁾ Quasi-Feldmethode nach Guidelines (2006), 8 cm³ feuchten Boden mit 25 ml H₂O aufschlämmen und nach 30 min in klarer Lösung messen

Probe	P _{DL} mg/100g	K _{DL} mg/100g	Mg _{CaCl2} mg/100g	TRD (g/cm ³)	GPV (%)
1	<0,5	2,3	11	0,38	79
2	<0,5	1,3	8,9	0,37	80
3	<0,5	0,9	9,3	0,34	83
4	<0,5	1,5	11	0,33	83
5	<0,5	3,0	17	0,20	89
6	<0,5	3,3	13	0,16	91

G3: Fischland-Darß - Bodenentwicklung auf pleistozänen und holozänen Sedimenten

Christel Baum, Petra Kahle, Peter Leinweber

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

Einleitung

Die Halbinsel Fischland–Darß–Zingst beginnt ca. 50 km östlich der Hansestadt Rostock und besitzt die Form eines stumpfen Winkels von ca. 120°, dessen westlicher Schenkel eine Länge von 25 km und östlicher Schenkel eine Länge von 29 km besitzt. Sie bildet den westlichen Teil der vorpommerschen Boddenausgleichsküste. Der Bereich Darß-Zingst ist Bestandteil des Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft.

Die bodenkundliche Exkursion in den Bereichen Fischland–Darß (Abb. 1) beschäftigt sich im Schwerpunkt mit der standortspezifischen Bodenentwicklung auf pleistozänen und holozänen Sanden unter Forst- und Ackernutzung in unmittelbarer Küstennähe. Während das Fischland seit seiner Besiedelung überwiegend landwirtschaftlich genutzt wurde, ist der 5.800 Hektar messende Darßer Wald bereits seit dem Mittelalter in forstwirtschaftlicher Nutzung.

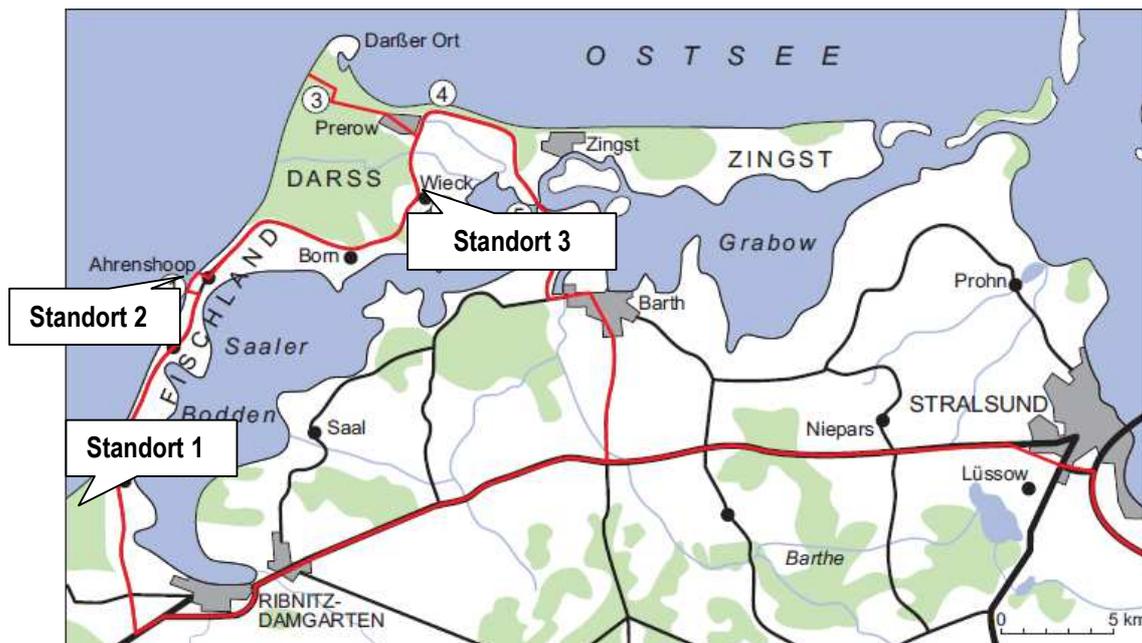


Abb. 1: Exkursionsgebiet mit den drei Standorten 1 – Ribnitzer Stadtforst, 2 – Ahrenshoop, 3 – Wieck (modifiziert nach Naumann et al. 2010)

Exkursionsraum

Klima, Geologie und Geomorphologie

Das Exkursionsgebiet ist durch das maritim beeinflusste Tieflandklima geprägt. Milde Winter, hohe Luftfeuchte und starke Seewinde sind charakteristisch für dieses Gebiet.

Die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt 8,5 °C. Die durchschnittliche Jahresniederschlagssumme liegt bei 600 mm.

Die geologischen und geomorphologischen Verhältnisse des Exkursionsraumes sind bestimmt durch die pleistozänen Vereisungen und die holozänen küstennahen Verlagerungsprozesse, v.a. durch Wind und Wasser. Die Halbinsel Fischland–Darß–Zingst besteht aus einer Abfolge von drei spätweichselzeitlichen Kernen und diese verbindende Meersandebenen (ehemalige Haken und Nehrungen). Die an die Geländeoberfläche reichenden Pleistozänkerne finden sich bei den Orten Dierhagen und Dändorf, im Bereich der vormaligen Insel Fischland und am Altdarß. Im Bereich Dierhagen und Dändorf findet sich ein flacher inselartiger, nur 1 bis 6 m ü. NN aufragender Kern, der von geringmächtigen Meersandebenen und jungholozänen Hochmooren umgeben ist. Die Meersandebenen finden sich im Bereich der östlichen Ausläufer der Rostocker Heide und bestehen vorwiegend aus Heidesanden. Die höchste Erhebung des Fischlandkernes bildet der Bakelberg (18 m ü. NN) mit dem Kliff „Hohes Ufer“ zwischen Wustrow und Ahrenshoop. Die Hangenden des Bakelberges bestehen aus Geschiebemergel bzw. glaziliminischen Beckensanden über Geschiebemergel des Mecklenburger Stadiums. Diese wurden an der Außenküstenflanke durch Toeis gravitativ gestört und werden verbreitet noch von jungen Flugsandfeldern und Kliff- randdünen überlagert (Duphorn et al. 1995).

Die Meersandebenen zwischen den drei vormaligen Inselkernen umfassen die Ribnitzer Stadtwiesen, den Vordarß und den Neudarß. Sie sind im Zuge des holozänen Meeresspiegelanstiegs (Littorina-Transgression) und des nachfolgenden Küstenausgleichs entstanden (Naumann et al. 2010).

Die Bildung von Meersandebenen vollzieht sich bis in die Gegenwart infolge von Steilküstenabbruch, Sedimenttransport, Sedimentation und Nehrungsbildung. Bei den abgelagerten Sedimenten handelt es sich, neben Sanden verschiedener Körnung, um Kiese, Schluffe und Schlicke. Auf der Grundlage der abgelagerten sandigen Substrate setzt im vegetationsfreien Bereich durch Verwehung die Dünenbildung ein (UmweltPlan 2012).

Böden

Substrate für die Bodenentwicklung im Exkursionsraum sind:

- die weichselkaltzeitlichen Ablagerungen der Grundmoräne (Geschiebemergel u. -lehme, Schmelzwassersande) und glazilimnische Beckenbildungen (Beckensande),
- im Holozän marin umgelagerte Sedimente (Bodeneinheit „Küstensande“), die zur Bildung der Anlandungsflächen (z. B. Neudarß) geführt haben und die äolischen Dünensande, die als Dünen oder Flugsanddecken andere Bodeneinheiten im Küstenbereich überwehten (Bodeneinheit „Dünensande“).

Flächenmäßig bilden die holozänen Küstensande den Hauptanteil der Ausgangssubstrate (Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete Mecklenburg-Vorpommern 2002). Die kleinräumige Vergesellschaftung von pleistozänen und holozänen Sedimenten und die sich daraus ableitenden unterschiedlichen Substrat-eigenschaften und Nutzungseignung führen im Exkursionsbereich zu großer Heterogenität in der Bodenbildung.

Im Exkursionsraum variieren die mittleren Ackerzahlen zwischen 35 bis 55. Die Bereiche mit sandig-lehmigen Böden weisen eine hohe Verdichtungsgefährdung auf. Die Exkursionsstandorte befinden sich in Bereichen von Meersandebenen mit Heidesanden und auf glazilimnischen Beckensanden. Im Bereich der Meersandebenen dominieren unter Nadelwald Podsole. Im Bereich der glazilimnischen Sande dominieren auf Kuppen und an Oberhängen Pararendzinen und Braunerden und in den Senken Gleye und örtlich Niedermoore (Geologisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern 1995).

Exkursionsroute und -standorte

Die Exkursion führt von Rostock startend durch die Rostocker Heide, die fließend in den Ribnitzer Stadforst übergeht (Abb. 1). Hier wird an zwei Profilen unter Kiefer und Fichte der Einfluss der bestandesbildenden Baumart auf den Verlauf der Podsolierung diskutiert (**Standort S1**). Anschließend wird die vormalige Insel Fischland bis zur Ortschaft Ahrenshoop überquert. Hier werden die Auswirkun-

gen von landwirtschaftlicher Nutzung und Erosion auf die Bodenentwicklung auf Geschiebedecksanden (**Standort S2**) an zwei Profilen in unterschiedlicher Reliefposition (Kuppe und Senke) unter Acker präsentiert. Die letzte Station der Exkursion befindet sich im Darß und hiermit im Nationalparkgebiet. Hier wird im Nationalparkmuseum Darßer Arche die geologische Entwicklung der Halbinselkette als Bestandteil des Ostseeraumes vorgestellt (**Standort S3**).

Standort S1

Der Ribnitzer Stadforst (Revier Neuheide) liegt am westlichen Rand des Ostseebades Dierhagen. Das Revier Neuheide bildet in Teilen den östlichsten Ausläufer der Nordöstlichen Heide, einer Wald-, Heide- und Moorlandschaft, entstanden auf sandigen Ablagerungen eines späteiszeitlichen Flussdeltas und größtes zusammenhängendes Waldgebiet im nördlichen Mecklenburg-Vorpommern.

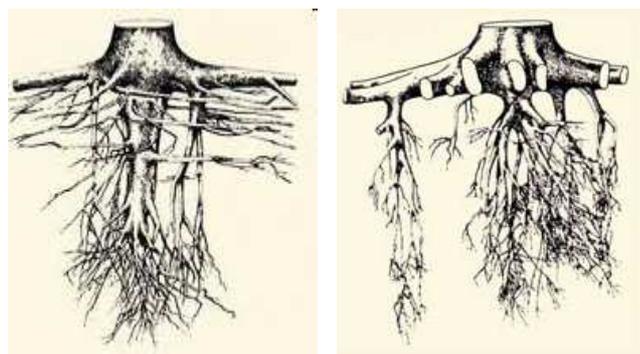
Die große Mulde im Nordwesten vor der Ostsee entwickelte sich bei der Verlandung zum Großen Moor, einem Hochmoor mit einer bis zu 3,5 m mächtigen Torfschicht. Regional gab es im Ribnitzer Stadforst früher Wanderdünen, die mit Reisig bedeckt wurden, um die Neuaufforstung zu ermöglichen. An den Rändern der Mulde dominieren grundwasserbeeinflusste arme Heidesande mit Podsolen und Rohhumusauflagen im Revier Neuheide (<http://www.ribnitz-damgarten.de>).

Der Verlauf der Podsolierung wird entscheidend durch die standortspezifische Vegetation beeinflusst. Am Standort S1 werden ein Profil unter Kiefer (**P1**) (Eisenpodsol) und ein Profil unter Fichte (**P2**) (Humuspodsol) bei gleichem Bestandesalter (ca. 65 Jahre) besichtigt. Der baumartenspezifisch unterschiedliche Podsolierungsverlauf auf den Heidesanden lässt sich auf die unterschiedliche Wurzelmorphologie dieser Baumarten (Abb. 2) zurückführen.

Unter Kiefer als Tiefwurzler bildete sich ein deutlicher Bs-Horizont aus, dessen Sesquioxidverlagerungen im Unterboden durch die tiefe Durchwurzelung (Tab. 1) gefördert werden. Die Durchwurzelung beeinflusst wesentlich die Intensität und den Tiefengradienten des Ein-

trags podsolierungsrelevanter organischer Säuren durch die Rhizodeposition und die Aktivität der Rhizosphärenmikroflora. Weiterhin beeinflusst die baumarten-spezifische Streuqualität den Podsolierungsverlauf. Kiefer wies gegenüber Fichte ein weiteres C/N-Verhältnis und einen niedrigeren pH-Wert auf. Fichtenstreu wies deutlich höhere Ca-Konzentrationen (ca. 9 g kg⁻¹) als Kiefernstreu auf (ca. 5 g kg⁻¹). Unter Fichte kam es zur Ausbildung es ausgeprägten Bh-Horizontes, der unter Kiefer gänzlich fehlte.

Da der Fichtenbestand auf einem vormaligen Kiefernbestand begründet wurde, ist davon auszugehen, dass sich der baumartenspezifische Einfluss auf die Bodenbildung bereits in wenigen Jahrzehnten deutlich ausprägen kann.



Kiefer (*Pinus sylvestris*)

Fichte (*Picea abies*)

Abb. 2: Wurzelstöcke von Kiefer und Fichte (Kreutzer, 1961)

Tab. 1: Effektive Durchwurzelungstiefe (dm) unter Kiefer und Fichte (nach Müller 2004) auf Sand bei <625 mm Niederschlag/Jahr

Baumart	Alter (Jahre)		
	<15	15-45	45-80
Kiefer	10,0	14,0	20,0
Fichte	7,0	9,8	14,0

Standort S2

Der zweite Exkursionspunkt liegt auf dem pleistozänen Fischlandkern südlich von Althagen/Ahrenshoop. In das Geschiebemergelkliff des Fischlands sind in diesem Bereich spät-

glaziale Sedimente (Sande) muldenförmig eingelagert (Abb. 3). Der Küstenrückgang am Kliff beträgt in diesem Bereich im langjährigen Mittel $0,75 \text{ m a}^{-1}$, schwankt aber sowohl zeitlich als auch räumlich erheblich. Insgesamt liegt er damit im Küstenvergleich von MV überdurchschnittlich hoch. Begünstigt wird er durch eine uferlinienparallele Klüftung des Geschiebemergels und einen, im Bereich der Sandmulden zur Küste gerichteten, Grundwasserstrom (Naumann et al. 2010). Diese Südliche Althäger Sandmulde entwickelte sich auf einer Tot-eissenke. Sie stellt damit ein großes aufgefülltes Soll dar (Ludwig 2002).

Innerhalb dieser Sandmulde wurden auf einem Ackerstandort zwei Profile in unterschiedlicher Reliefposition (Kuppe **P1** und Senke **P2**) aufgenommen.

Im Oberboden dominieren in diesem Bereich mittel schluffige Sande (Su3). Infolge des welligen, z. T. kuppigen Reliefs der Grundmoräne vollzieht sich in der Althäger Sandmulde intensive Erosion, die zur Akkumulation schluffiger Sande in den Senken geführt hat. In Kuppenlage betrug die Mächtigkeit der schluffigen Sande im untersuchten Profil nur noch ca. 20 cm und war damit auf den Ap-Horizont beschränkt. Die schluffigen Sande waren im Untergrundhorizont von schwach lehmigen Sanden unterlagert. Infolge der intensiven Erosion, sind die Böden der Kuppenlage sehr flachgründig. Im untersuchten Profil wird eine standorttypische Pararendzina vorgestellt, die im Ap-Horizont einen Carbonatgehalt von ca. 5 Gew.% und im Untergrund von ca. 7 Gew.% aufweist. Zum Zwecke der Erosionsverminderung wurde der vorgestellte Standort seit 1999 pfluglos bearbeitet. Trotzdem ließ sich in Kuppen-

penlage im Pflugsohlenbereich die bewirtschaftungsbedingte Verdichtung nachweisen (Plattengefüge in 20-30 cm Bodentiefe).

In der Senke kommt es zu einer Akkumulation des erodierten Materials. Daher wurden im gesamten untersuchten Bodenprofil (bis in >100 cm Bodentiefe) schluffige Sande, die standorttypischen Substrate des Oberbodens in diesem Bereich, nachgewiesen. Im untersuchten Profil kam es neben der Überlagerung mit dem kolluvialen Material in Folge des Grundwassereinflusses zur Vernässung des Unterbodens und zur Ausbildung eines Kolluvisol-Gleys. Vernässungsmerkmale können bis in den Bereich des Kolluviums nachgewiesen werden.

Die untersuchten Bodenprofile weisen darauf hin, dass selbst bei einer standortoptimierten Bewirtschaftung (pfluglose Bodenbearbeitung, standortangepasste Fruchtartenwahl) aufgrund des welligen und kuppigen Reliefs in Kombination mit der starken Exposition für Wind- und Wassereinflüsse auf diesem Standort fortlaufend eine erhebliche Erosion zu verzeichnen ist. Flächige Aufnahmen mittels Bohrkernen auf diesem Standort bekräftigen die sehr heterogene Lagerung der Substrate und die sehr variable Mächtigkeit des Oberbodens in der Fläche. Alle untersuchten Proben der Oberböden waren in der gesamten Fläche carbonathaltig (Kuppe: c3; Senke: c1). Bei lokal in der Fläche vorliegenden holozän eingetragenen Sandbändern finden sich im Unterboden jedoch auch carbonatfreie Schichten.

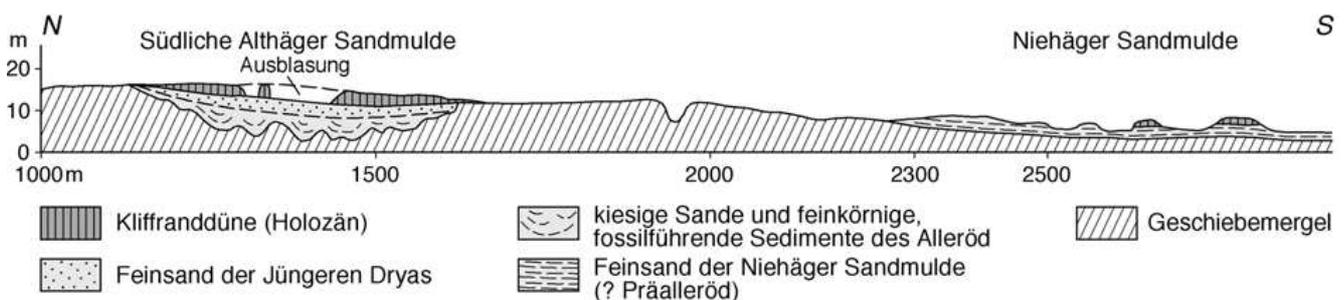


Abb. 3: Das Kliff des Fischlands, Übersicht ab 1000 m südlich vom Kliffbeginn bei Ahrenshoop (Ludwig 2001)

Standort S3

Der letzte Standort der Exkursion liegt im Darßer Wald. Hier wird die Darßer Arche in Wieck, eine Ausstellung zum Nationalpark „Vorpommersche Boddenlandschaft“, zu dem der gesamte Darßer Wald gehört, besucht. Die Darßer Arche bietet Informationen zur Küstendynamik und den Landwerdungsvorgängen, die zur Entstehung dieser Landschaft führten sowie zur standorttypischen Flora und Fauna. Die ausgeprägte Küstendynamik führte im Bereich des Neudarßes in den letzten 1200 Jahren zu einer 5,5 km breiten Neulandbildung, die vom Bodenabtrag an der Westküste des Fischlands (insbesondere dem Bereich, der am Standort S2 besucht wurde) gespeist wird. Die Darßer Arche bildet mit ihrer eindrucksvollen Ausstellung einen informativen und ansprechenden Rahmen für eine abschließende

Diskussion über die standortspezifische und bewirtschaftungsbeeinflusste Bodenentwicklung und Substratverlagerung im Bereich der Halbinsel Fischland-Darß-Zingst.

In der Ausstellung ist die Geschichte der Ostsee in Sedimenten dokumentiert, die sich seit der letzten Eiszeit in den glazial geformten Becken abgelagert haben. Im Jahr 1994 wurden mit einem Stechrohr von 16 m Länge und 12 cm Durchmesser ein Sedimentkern in der Ostsee entnommen. Der Kern besitzt eine Gesamtlänge von 11,50 m. Dieser Kern wurde in 1 m-Segmente unterteilt und ausgewertet. Die Ergebnisse werden in der Darßer Arche präsentiert und zeigen eine Zusammenfassung der Stadien der Ostseeentwicklung seit dem Ende der Vereisung (Abb. 4, Naumann et al. 2010).



Abb. 4: Sedimentkern aus dem Gotland-Becken (Naumann et al. 2010)

Die Ostseegeschichte begann nach dem Abschmelzen des skandinavischen Eisschildes vor ca. 12000 Jahren. Zu dieser Zeit entwickelte sich vor dem Eis aus Schmelzwässern der Baltische Eisstausee. Am Meeresgrund lagerten sich Warventone ab, die eine helle Sommerlage und eine dunkle Winterlage aufwei-

sen. Diese Warven entstehen durch die Sedimentation von biogenem Material im Sommer und von feiner Trübe zu Zeiten der Eisbedeckung. Wenn das Eis schmilzt, sinken größere Partikel zum Meeresboden. Ein deutlicher Farbwechsel von braunen zu grauen Sedimenten im Eisstausee-Intervall markiert einen

plötzlichen Abfall des Seespiegels. Dieser ereignete sich, nachdem eine Eisbarriere in Mittelschweden (Billingen) brach und eine große Menge Seewasser in den Nordatlantik ausfloss (Lemke 2005).

Die nacheiszeitliche Hebung des skandinavischen Raums infolge der Eisentlastung (Hebungsrate bis 9 mm pro Jahr in der Bottensee) schloß die mittelschwedische Verbindung zum Meer erneut vor ca. 9500 Jahren. Es bildete sich erneut ein See im Bereich der heutigen Ostsee, der Ancylussee. Der Ancylussee wurde in zunehmendem Maße von Salzwasserinfiltrationen aus dem Kattegat beeinflusst und wurde brackig. Zeitweise anoxische Bedingungen am Meeresboden zu dieser Zeit führten zu einer deutlichen Zunahme von Diatomeen. Meerwassersulfat wurde von Bakterien zum Abbau der organischen Substanz im Sediment genutzt und das oberste Intervall des Ancylusstadiums ist von dem Sulfidmineral Greigit schwarz gefärbt.

Der Anstieg des globalen Meeresspiegels führte vor ca. 8000 Jahren zu einem relativ schnellen Anstieg des Ostsee-Wasserspiegels um über 20 m innerhalb von wenigen Jahrhunderten, genannt Littorina-Transgression. In deren Folge kam es zur Überflutung einer sich zwischen Deutschland und Dänemark erstreckenden Landschaft, die durch Wälder, Binnenseen und Flussläufe geprägt und in der Steinzeit besiedelt war. Etwa 2 km westlich des Darßes wurden in 10 m Wassertiefe die erhaltenen Überreste eines Waldes entdeckt, der sich über eine Fläche von einigen Quadratkilometern erstreckte (Tauber 2009). Dieser Wald war bis mindestens 8500 Jahre vor heute noch nicht überflutet (Westphal et al. 2009). Die Littorina-Transgression führte schließlich zur endgültigen Verbrackung der Ostsee, und das Littorinameer bildete sich aus. Es war vermutlich salziger als die heutige Ostsee, aber die Sedimente der jüngeren Ostseegeschichte ähneln denen des Littorinameers stark (Naumann et al. 2010).

Die holozäne Küstenentwicklung der Halbinsel Fischland-Darß-Zingst ist im zentralen Teil des Fischlandes durch eine ungebremste Abrasion gekennzeichnet und zugleich durch Verlagerung und Akkumulation zu neuen Landformen im Bereich des Neudarßes. Der Eingriff in die

Küstendynamik beschränkt sich in den letzten Jahren auf Sandanspülungen östlich der Halbinsel. Daher kommt es gegenwärtig fortlaufend zu erheblichen Verlusten an Bewirtschaftungs- und Siedlungsfläche in diesem Bereich.

Literatur

- AG BODEN, Bodenkundliche Kartieranleitung, (2005) 5. Aufl., Hannover, 438 S.
- Billwitz, K.; Porada, H.T. (2009) Die Halbinsel Fischland-Darß-Zingst und das Barther Land. Böhlau Verlag, Köln, Weimar, Wien.
- Duphorn, K.; Kliewe, H.; Niedermeyer, R.-O.; Janke, W.; Werner, F. (1995) Die deutsche Ostseeküste. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- Geologisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (1995) Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern, Übersichtskarte 1:500.000. Böden.
- Kreutzer, K. (1961) Wurzelbildung junger Waldbäume auf Pseudogleyböden. Forstw. CBL., 80:356-392.
- Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete Mecklenburg-Vorpommern (2002) Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft. Schwerin.
- Lemke, W. (2005) Die kurze und wechselvolle Entwicklungsgeschichte der Ostsee-Aktuelle meeresgeologische Forschungen zum Verlauf der Littorina-Transgression. Bodendenkmalpflege in Meckl.-Vorp., Jb. 2004, 52:43-54.
- Ludwig, A.O. (2002) Die spätglaziale Entwicklung im östlichen Küstengebiet Mecklenburgs (Rostocker Heide, Fischland). Greifswalder Geographische Arbeiten 26, 83-86.
- Müller, U. (2004) Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodendatenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). Arbeitshefte Boden, 2004, (2): 409.
- Naumann, M.; Lampe, R.; Janke, W.; Leipe, T.; Moros, M.; Tauber, F.; Kriek, K. (2010) Die Halbinsel-Fischland-Darß-Zingst – Spätpleistozäne und holozäne Entwicklung der südlichen Ostsee und ihres Küstensauems. In: DEUQUA-Exkursionen. Eiszeitlandschaften in Mecklenburg-Vorpommern. R. Lampe und S. Lorenz (Hgs.) Geozon Science Media Greifswald, pp. 34-49.
- Tauber, F. (2009) Sidescan sonar survey of a dumping site in the Mecklenburg Bight (south-western Baltic Sea). J. Mar. Syst. 75: 421-429.
- UmweltPlan (2012) Landschaftsplan Gemeinde Ostseebad Dierhagen. Projekt-Nr. 12147-00. UmweltPlan GmbH, Stralsund.
- Westphal T., Heussner K.-U., Tauber F. (2009) The results of the dendrochronological investigations within the SINCOS-Project. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission.

Exkursionspunkt G3/S1/P1: Ribnitzer Stadforst

Bearbeiter: C. Baum/P. Kahle/P. Leinweber TK25: 1740 Datum: 28.04.2011

Lage: RW: 324948 HW: 6016730 3 m ü. NN

Kreis: Landkreis Vorpommern-Rügen

Jahresmitteltemperatur: 8,5°C Niederschlag: 600 mm

Relief: ebener Kulminationsbereich Nutzung: Forst

Humusform: Rohhumus Vegetation: Kiefer

Profilbeschreibung

Probe	Horizont		Horizontbeschreibung
		Tiefe	
1	L+Of/ Oh	+10	wenig zersetzter Streu verzahnt mit organischem Horizont mit deutlichem Anteil an organischer Feinsubstanz, organischer Horizont in dem org. Feinsubstanz stark überwiegt
2	Ahe	0-2	reiner Sand, Farbe: 5YR 3/1 (sehr dunkelgrau) mäßig podsoliger bis podsolierter Oberbodenhorizont mit Humuseinwaschung und Bleichflecken, Einzelkorngefüge, stark durchwurzelt
3	Ae	2-21	reiner Sand, Farbe: 5YR 4/1 (dunkelgrau); Einzelkorngefüge, mittel durchwurzelt
4	Bs	21-78	reiner Sand, Farbe: 7.5YR 4/4 und 10YR 5/4 (rötlich-braun und gelblich-braun), Einzelkorngefüge, nach oben und unten wellig Grenze, z.T. zapfenartiges Ausgreifen, mittel durchwurzelt
5	elCv	> 78	reiner Sand, Farbe: 10 YR 5/4 (gelblich-braun); Einzelkorngefüge, schwach durchwurzelt

Profilkennzeichnung

Humusform	Rohhumus
Bodenformenbezeichnung	Eisenpodsol (PpE) aus periglaziärem Sand über glazigenem Sand (p-s//g-s), p-s//g-s//g-el
WRB	Haplic Podzol
Anmerkungen	trockener und durchlässiger Standort

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenanteile in %			Bodenart	rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
2	1	4	95	Ss	0,3	83	28	19	8,4
3	1	4	95	Ss	1,1	59	20	4,9	15
4	1	1	98	Ss	1,5	44	9,4	1,3	8,0
5	1	1	98	Ss	1,5	43	12	1,1	11

Probe	pH CaCl ₂	Carbonat Mass%	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹	TOC-Heißwasserextrakt	
							mg kg ⁻¹	% von C _{org}
1	4,1	0	490	8,8	56	1,5	27011	5,5
2	2,7	0	28	0,8	35	1,6	6205	22
3	2,8	0	17	0,6	28	0,13	563	3,3
4	4,0	0	1	0,2	5	0,09	73	7,3
5	4,0	0	1	0,1	10	0,08	80	8,0

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							DL-Extrakt		
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
1	0,2	0,2	5030	1600	1200	420	440	n.b.	n.b.	n.b.
2	1,8	1,6	330	240	140	0	160	230	180	28
3	1,6	1,1	0	180	26	2,5	84	5,1	0	13
4	2,4	5,8	101	280	190	2,1	54	0,68	0	2,5
5	2,1	1,3	140	340	270	0	13	0,58	0	6,7

Probe	Oxalateextrakt				Dithionitextrakt			Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	Al _d g kg ⁻¹	Fe _d g kg ⁻¹	Mn _d mg kg ⁻¹			
2	0,34	0,15	0	33	0,96	1,40	9,4	0,11	0,88	0,78
3	0,35	0,01	0	29	0,35	0,38	<2	0,03	0,35	0,23
4	0,75	0,85	0	25	0,57	3,41	5,1	0,25	0,59	0,44
5	0,80	0,01	0	38	0,48	0,38	<2	0,03	0,29	0,28

Probe	KAK _{eff} mmol _c kg ⁻¹	austauschbare Kationen in mmol _c kg ⁻¹								BS %	1C _P /Fe _P
		Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	H ⁺		
2	170	2,98	5,8	25	13	2,9	0,13	42	80	27	n.b.
3	41	0,41	0,47	1,7	0,56	0,93	0,011	31	6	7,6	n.b.
4	7,6	0,23	0,21	0,3	0,05	0,15	0,001	6,6	0,08	10	0,75
5	9,8	0,24	0,20	0,3	0,07	0,14	0,001	8,9	0	8,3	n.b.

¹ Pyrophosphatextrahierbares C und Fe (C_P/Fe_P: >10 = Bh; <3 = Bs; 3 bis 10 = Bhs oder Bsh)

Exkursionspunkt G3/S1/P2: Ribnitzer Stadforst

Bearbeiter: C. Baum/P. Kahle/P. Leinweber **TK25:** 1740 **Datum:** 28.04.2011
Lage: RW: 325139 HW: 6016884 3 m ü. NN **Kreis:** Landkreis Vorpommern-Rügen
Jahresmitteltemperatur: 8,5°C **Niederschlag:** 600 mm
Relief: ebener Tiefenbereich **Nutzung:** Wald
Humusform: Rohhumus **Vegetation:** Fichte

Profilbeschreibung:

Probe	Horizont		Horizontbeschreibung
		Tiefe (cm)	
1	L Of Oh	+9	wenig zersetzte Streu verzahnt mit organischem Horizont
2	Ah	0-15	reiner Sand, Farbe: 10R 2.5/1 (rötlich-schwarz); Einzelkorngefüge, sehr stark durchwurzelt
3	Ae	15-27	reiner Sand, Farbe: 5YR 4/1 (dunkelgrau); Einzelkorngefüge, stark durchwurzelt
4	Bh	27-41	reiner Sand, Farbe: 2.5YR 3/3 (dunkel rötlich-braun); mittel humos, Bröckelgefüge, schwache durchwurzelt
5	lIBh	41-110	reiner Sand, Farbe: 7.5YR 3/3 (dunkelbraun); Einzelkorngefüge, mittel durchwurzelt
6	ilCv	>110	reiner Sand, Farbe: 2.5Y 5/4 (hell olivebraun); Einzelkorngefüge

Profilkennzeichnung

Humusform	Rohhumus
Bodenformenbezeichnung	Humuspodsol (PPh) aus periglaziärem Sand über glazigenem Sand (p-s//g-s), p-s//g-s///g-el
WRB	Carbic Podzol

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenanteile in %			Bodenart	rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
2	3	1	96	Ss	0,6	74	44	9,4	35
3	1	6	93	Ss	1,2	55	32	4,0	28
4	4	7	89	Ss	0,9	65	41	8,9	33
5	1	3	96	Ss	1,4	48	19	2,9	16
6	2	6	92	Ss	1,4	46	15	2,0	13

Probe	pH	Carbonat	C _{org}	N _t	C _{org} /N _t	S	TOC-Heißwasserextrakt	
	CaCl ₂	Mass%	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹		g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	% von C _{org}
1	4,8	0	450	17	27	2,0	18300	4,0
2	2,4	0	93	2,8	33	0,53	2700	2,9
3	2,8	0	24	0,85	28	0,17	440	1,9
4	3,1	0	54	2,1	26	0,35	2060	3,8
5	3,7	0	8,3	0,43	19	0,13	270	3,2
6	4,1	0	2,6	0,27	9,6	0,09	120	4,6

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							DL-Extrakt		
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
1	0,4	0,20	9200	990	1700	360	130	n.b.	n.b.	n.b.
2	1,6	1,3	160	79	65	0,33	180	18	15	11
3	0,4	0,30	98	130	0	0	14	0,55	0	1,7
4	5,1	0,67	110	104	120	1,7	140	3,5	0	4,3
5	3,9	1,6	0	270	220	0	68	0	0	8,1
6	3,5	2,5	71	360	290	0	79	0	0	12

Probe	Oxalateextrakt				Dithionitextrakt			Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	Al _d g kg ⁻¹	Fe _d g kg ⁻¹	Mn _d mg kg ⁻¹			
2	0,36	0,17	0	23	0,98	1,1	<2	0,16	0,66	0,70
3	0,27	0,01	0	10	0,36	0,26	<2	0,04	0,65	0,83
4	4,5	0,01	0	121	4,1	0,19	<2	0,05	0,28	0,27
5	2,4	0,11	0	71	2,0	0,62	<2	0,18	0,38	0,31
6	1,50	0,11	0	77	1,5	1,1	<2	0,10	0,42	0,38

Probe	KAK _{eff} mmol _c kg ⁻¹	austauschbare Kationen in mmol _c kg ⁻¹								BS %	¹ C _P /Fe _P
		Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	H ⁺		
2	118	1,12	0,93	3,8	2,01	1,13	0,017	53	56	6,7	n.b.
3	32	0,42	0,25	0,7	0,30	0,57	0,003	16	14	5,2	n.b.
4	115	1,11	0,42	1,0	0,41	0,47	0,004	103	8,3	2,6	44
5	31	0,23	0,14	0,4	0,13	0,18	0,001	29	0,9	2,9	16
6	14	0,36	0,15	0,5	0,06	0,05	0,001	13	0	7,8	n.b.

¹ Pyrophosphatextrahierbares C und Fe (C_P/Fe_P: >10 = Bh; <3 = Bs; 3 bis 10 = Bhs oder Bsh)

Exkursionspunkt G3/S2/P1: Ahrenshoop

Bearbeiter: C. Baum/P. Kahle/P. Leinweber **TK25:** 1640 **Datum:** 02.05.2011
Lage: RW: 331742 HW: 6028238 4 m ü. NN **Kreis:** Landkreis Vorpommern-Rügen
Jahresmitteltemperatur: 8,5°C **Niederschlag:** 600 mm
Relief: Kuppe **Nutzung:** Acker
Humusform: Mull **Vegetation:** Raps

Profilbeschreibung:

Probe	Horizont		Horizontbeschreibung
		Tiefe (cm)	
1	Ah	0-20	mittel schluffiger Sand, schwach steinig (9 Vol%), Farbe: 10YR 3/2 (sehr dunkles grau-braun); Subpolyedergefüge
2	eICv	>20	schwach lehmiger Sand, sehr schwach steinig (1 Vol.%), Farbe: 10YR 4/4 (dunkel gelb-braun); Plattengefüge in 20-30 cm Bodentiefe, >30 cm Bodentiefe Subpolyedergefüge

Profilkennzeichnung

Humusform	Mull
Bodenformenbezeichnung	Normpararendzina (RZn) aus periglaziärem Sand über glazigenem Sand (p-s//g-s), p-s//g-s///g-el
WRB:	Regosole
Anmerkungen:	Pflugsohlenverdichtung, Probenentnahme für chemische und physikalische Untersuchungen in ca. 1 m Bodentiefe

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenanteile in %			Bodenart	rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
1	4	38	59	Su3	1,5	44	25	4,3	21
2	5	25	71	SI2	1,6	40	24	5,5	19

Probe	pH CaCl ₂	Carbonat Mass%	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹	TOC-Heißwasserextrakt	
							mg kg ⁻¹	% von C _{org}
1	7,07	46	8,1	0,8	10	0,2	260	3,1
2	7,15	71	2,8	0,2	14	0,1	48	1,7

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							DL-Extrakt		
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
1	3,7	7,6	23900	905	2350	240	680	84	360	98
2	4,6	8,4	36100	1040	2090	190	260	13	200	5,1

Probe	Oxalateextrakt				Dithionitextrakt			Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	Al _d g kg ⁻¹	Fe _d g kg ⁻¹	Mn _d mg kg ⁻¹			
1	0,40	1,0	150	290	0,21	3,1	195	0,32	0,41	0,28
2	0,66	1,2	101	130	0,30	3,8	130	0,31	0,45	0,31

Exkursionspunkt G3/S2/P2: Ahrenshoop

Bearbeiter: C. Baum/P. Kahle/P. Leinweber **TK25:** 1640 **Datum:** 02.05.2011
Lage: RW: 331725 HW: 6028294 3 m ü. NN **Kreis:** Landkreis Vorpommern-Rügen
Jahresmitteltemperatur: 8,5 °C **Niederschlag:** 600 mm
Relief: Senke **Nutzung:** Acker
Humusform: Mull **Vegetation:** Raps

Profilbeschreibung

Probe	Horizont		Horizontbeschreibung
		Tiefe (cm)	
1	Ap	0-20	mittel schluffiger Sand, Farbe: 7.5 YR 3/1 (sehr dunkles grau); sehr schwach steinig (0,6 Vol.-%) Krümelgefüge, schwach durchwurzelt
2	M-Go	20-48	mittel schluffiger Sand, Farbe: 7.5 YR 3/ 1 (sehr dunkles grau); Einzelkorngefüge
3	II Go	48-79	mittel schluffiger Sand, Farbe: 7.5 YR 3/2 (dunkles braun); Einzelkorngefüge
4	II Gr	>79	stark schluffiger Sand, Farbe: 7.5 YR 4/1 (dunkelgrau); Einzelkorngefüge

Profilkennzeichnung

Humusform	Mull
Bodenformenbezeichnung	Kolluvisol-Gley (YK-GG) aus periglaziärem Sand über glazigenem Sand (p-s//g-s), p-s//g-s//g-el
WRB	Gleysol

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenanteile in %			Bodenart	rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
1	5	30	65	Su3	1,1	58	37	6,4	30
2	6	28	66	Su3	1,4	47	25	6,4	19
3	3	33	64	Su3	1,5	44	29	4,9	24
4	3	42	55	Su4	1,4	49	41	4,0	37

Probe	pH	Carbonat CaCl ₂ g kg ⁻¹	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹	TOC-Heißwasserextrakt	
							mg kg ⁻¹	% von C _{org}
1	6,32	5	20	1,0	20	0,28	420	2,1
2	6,17	7	9,8	2,0	4,9	0,16	380	3,8
3	5,86	1	5,7	0,73	7,8	0,14	n.b.	n.b.
4	5,66	2	6,9	0,82	8,4	0,16	n.b.	n.b.

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							DL-Extrakt		
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
1	3,3	6,5	5371	963	1468	288	562	202	196	174
2	3,2	5,6	5877	817	1028	234	446	49	127	114
3	3,2	7,0	2364	613	772	48	299	14	23	25
4	3,5	2,4	2040	395	622	6,3	170	9,1	42	8,5

Probe	Oxalateextrakt				Dithionitextrakt			Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	Al _d g kg ⁻¹	Fe _d g kg ⁻¹	Mn _d mg kg ⁻¹			
1	0,34	1,1	140	300	0,24	2,8	150	0,38	0,42	0,26
2	0,34	1,0	170	350	0,26	2,7	120	0,38	0,48	0,29
3	0,40	3,1	27	220	0,16	4,4	32	0,70	0,62	0,18
4	0,48	1,0	6,1	108	0,16	1,9	0,50	0,53	0,79	0,38

G4: Glaziale Serie: Geomorphologie, Böden und Bodenprobleme

Dana Zimmer, Peter Leinweber

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

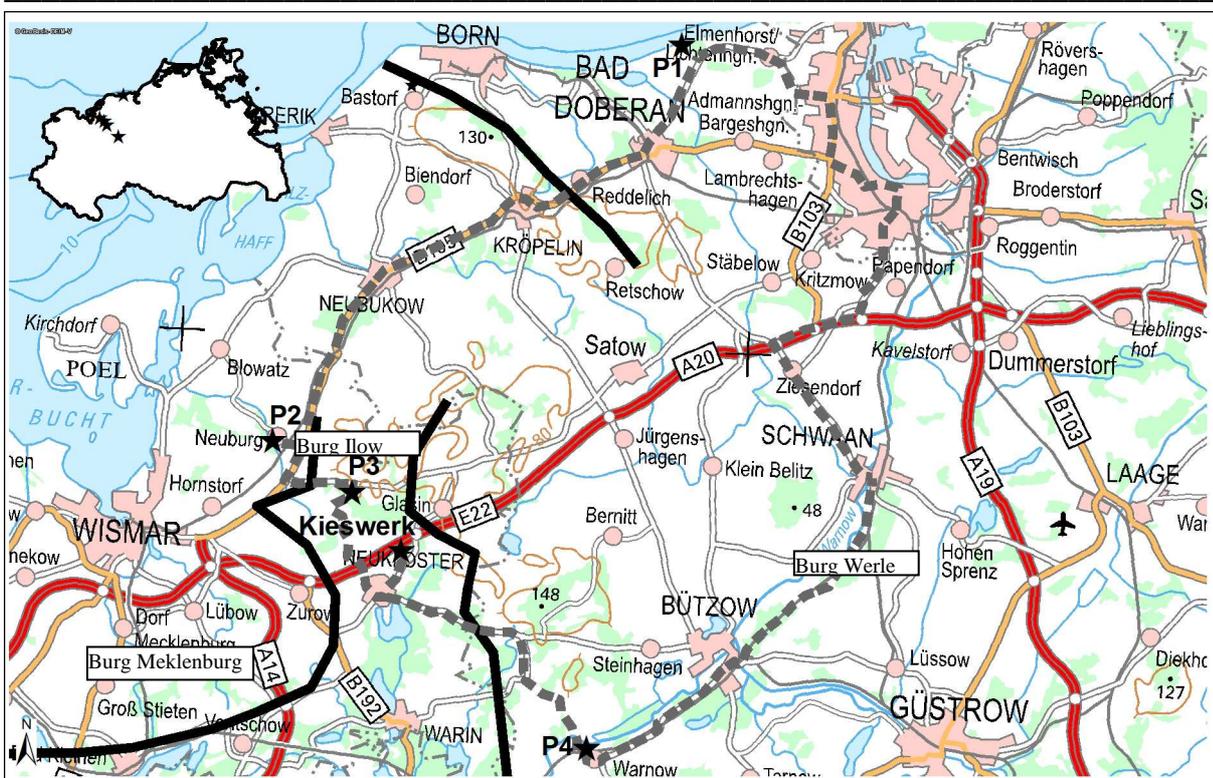


Abb. 1: Exkursionsroute im Raum Rostock – Bad Doberan – Wismar – Bützow

Einleitung und Exkursionsroute

Da Oberfläche und Böden in MV stark durch die Weichseleiszeit geprägt sind, ist hier der geomorphologische Formenschatz der glazialen Serie besonders gut erhalten. Die glaziale Serie mit ihren typischen geomorphologischen Bildungen und die dazu gehörigen charakteristischen Bodenbildungen zu demonstrieren, ist das didaktische Ziel dieser Exkursion. Die glaziale Serie wird dabei idealisiert entsprechend der Schubrichtung des Gletschers in der Reihenfolge Grundmoräne – Endmoräne – Sander – „Urstromtal“ abgefahren, wobei anstelle eines tatsächlichen Urstromtales lediglich die Warnowniederung erreicht wird.

Die Exkursionsroute führt aus dem Stadtgebiet Rostocks hinaus erst in nördlicher Richtung nach Warnemünde, dann westlich in das Ostseebad Nienhagen (Exkursionspunkt S1/P1), weiter in südwestlicher Richtung durch Bad Do-

beran und Neubukow Richtung Wismar, biegt aber vor Wismar westwärts in Richtung Neuburg-Steinhausen ab (Exkursionspunkt S2/P2) - durchweg in der W2/W3-Grundmoräne verbleibend. Von dort wird in südwestlicher Richtung die W2-Endmoräne in der Ortschaft Züsow erreicht (Exkursionspunkt S3/P3). Dann führt die Exkursion kurz südwärts weiter in den Sander bei Neukloster (Mittagspause & Exkursionspunkt S4/P4 & 5). Nachmittags geht die Exkursion weiter östlich und südlich durch weniger übersichtliche Moränen- und Sanderbildungen in die Warnowniederung (Exkursionspunkt S5/P6), folgt Warnow in NW-Richtung bis Bützow und Schwaan und schließlich zurück nach Rostock. Neben den geomorphologischen Formen des Weichselglazials und den dazu gehörenden Bodenprofilen werden auch holozäne Geoprozesse (Küstendynamik, Moorentwicklung) und anthropogene Bodenveränderungen (Kiesabbau und Rekultivierung, Moordegradierung) diskutiert.

Exkursionspunkt G4/S1/P1: Grundmoränen-aufschluss im Gespensterwald, Ostseebad Nienhagen

Die Exkursion führt zuerst an einen Strandabschnitt der Steilküste im Ostseebad Nienhagen. MV hat Außenküste mit einer Länge von 354 km. Entsprechend der Bildungsbedingungen lässt sich die Küste von MV von West nach Ost in die drei morphologischen Küstentypen **Großbuchtenküste** (Priwall bis Nordoststrand der Wismarbucht), **Ausgleichsküste** (Bugspitze bis Rostocker Heide) und **Boddenausgleichsküste** (Rostocker Heide bis Insel Usedom/Oderbucht) einteilen (Anonym 2009). Die als Ausgleichsküste bezeichneten Abschnitte waren ursprünglich stärker gegliedert. Besonders an den aktiven Kliffs der Steilküste wird Sediment abgetragen (durchschnittlich 7 m^3 Sediment je m Steilküste und Jahr), wodurch eine durchschnittliche Rückverlegung der Küstenlinie von 34 m je Jahrhundert in den Abschnitten mit negativem Sedimenthaushalt resultiert (Anonym 2009).

Das vor allem an den Steilküsten abgetragene Sediment wird küstenparallel transportiert und in den strömungsberuhigten Bereichen der Flach- und Boddenküste abgelagert. Die Sedimentakkumulation führt im Schorrenbereich (Zone des Sedimenttransportes) zur Entstehung von Haken, Nehrungen und Flachküsten. Diese Prozesse formten die stark gegliederte Boddenausgleichsküste Vorpommerns mit einem sehr unregelmäßigen Verlauf, bestehend aus höher gelegenen und nach der letzten Eiszeit von Wasser umschlossenen Kuppen der Moränen (Inselkerne), die durch schmale Landbrücken (Nehrungen) verbunden sind sowie den rückwärtigen, von der offenen See nahezu vollständig isolierten, Gewässern (Bodden bzw. Haff) (Anonym 2009).

Die Baumbestände der ersten 200 m zur Außenküste bzw. 100 m zur Boddenküste werden als „**Küstenschutzwald**“ bezeichnet und stehen unter besonderem Schutz bzw. eingeschränkter wirtschaftlicher Nutzung. Oberhalb der Steilküste des Ostseebades Nienhagen befindet sich ein Buchenwald an dem die typische

Ausbildung von Windflüchtern beobachtet werden kann; das daraus entstehende Erscheinungsbild bedingt den Namen „Gespensterwald“. Durch den starken Wind aus Seerichtung ist der kliffnahe Bereich stark ausgehagert, vorwiegend ohne Streuschicht und von Moosen und Flechten bedeckt. Die Laubstreu wird stark in den klifferneren Bereich des Waldes verblasen. Der ständige Wind und starken Trittbelastung durch die touristische Nutzung erschweren eine natürliche Verjüngung des Waldes wodurch ein typischer Hallenbuchenwald mit nur sehr geringen Anteilen von Verjüngungskegeln entstand. Damit erfüllt der Gespensterwald die angestrebte Funktion eines Küstenschutzwaldes eigentlich nicht. Er hat nicht den erforderlichen/gewünschten gleichmäßig verteilten horizontalen und vertikalen Bewuchs aus elastischen Bäumen und Sträuchern im Bereich der Kliffkante. Alleinig vorherrschende große Bäume können bei Wind eine Hebelwirkung über die Wurzeln entfalten und so den Kliffzerfall begünstigen.

Am Exkursionspunkt ist die Grundmoräne als aktives Kliff aufgeschlossen; d. h. der Küstenabtrag dominiert. Zander (1934) dokumentiert einen Rückgang der Küstenlinie um 38 m seit 1857 und von November 1932 bis April 1933 den Abtrag eines 0,5 m breiten Geschiebemergelstreifens am Rethwischer Holz (heutige Bezeichnung „Gespensterwald“). In dieser Publikation wird der durchschnittliche Rückgang der Küstenlinie mit $0,33 \text{ m Jahr}^{-1}$ angegeben. Am Kliff sind Boden und das Ausgangsgestein Geschiebemergel in 6 bis 8 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Die Basis quartärer Sedimente ist mit 50 m Tiefe angegeben (Geologisches Landesamt MV 1996). Die Böden zeigen durchweg einen bis ca. 10 cm mächtigen Ah-Horizont und sind bis ca. 1 m Tiefe entkalkt und verbraunt. Deshalb wechselt die Farbe des Geschiebemergels mit der Umwandlung zu kalkfreiem aber mit pedogenen Fe-Oxiden angereichertem Geschiebelehm von überwiegend grau zu ockergelb bis braun (Verlehmung/Verbraunung). Weitere bodengenetische Befunde sind an dem großflächigen Aufschluss der Steilküste aufgrund der Abbruchgefahr vom Strand aus nicht festzustellen.



Abb. 2: Grundmoränenaufschluss am Kliff Nienhagen. Die Horizontabfolge Ah/Al/Bt ist über längere Strecken recht gut zu erkennen.

Bodenprofil G4/S1/P1

Die aus den kliffnahen Bereichen ausgeblasene Streu wird in etwa 30 m Entfernung vom Kliff abgelagert. Dadurch entsteht in Profildnähe ein F-Mull aus Buchen-Eichen-Streu. Das aufgenommene Profil wurde als **Pseudogley-Braunerde** angesprochen. Prägend ist der bis in 50 cm Tiefe reichende Sw-Bv-Horizont (<10% Naßbleichungs- und Oxidationsmerkmale). Die Verdopplung der Tongehalte sowie Zunahme der Gehalte an pedogenen Oxiden in 65-105 cm Tiefe ohne erkennbare Lessivémerkmale indizieren ein zweischichtiges Profil. Dieser Horizont wirkt als Stauer (Go-Sd, sprunghafte Zunahme der Dichte und Abnahme des PV), was sich auch in der deutlichen Marmorierung zeigt. Die Berücksichtigung untergeordneter Go- (Gro-Sd) Merkmale erfolgte wegen des über mehrere Wochen beobachteten Grundwasserstandes bei 60 cm unter Flur zwischen Dezember 2011 und Februar/März 2012.

Fahrt von Nienhagen Richtung Neubukow-Wismar: Exkursionspunkt G4/S2: Geomorphologische Bildungen der Grundmoräne: Sölle, Oser

Besondere Bildungen der Grundmoräne sind Sölle, Kames, Drumlins und Oser. Der Begriff

„Söll“ bzw. „Soll“ bezeichnet kreisrunde oder ovale Kleingewässer, die nach der letzten Eiszeit entstanden sind und in natürlich abflusslosen Senken liegen (Kalettka & Rudat, 2006, Philipp 2006). Der Mecklenburger Geologe Kurt von Bülow beschrieb sie als „...häufig von Baumgruppen umstandene, wassergefüllte Vertiefungen, freundliche kleine Seen, inmitten der wasserarmen Grundmoränenebene“ (von Bülow 1952). Die Wasserführung der Sölle bzw. der Ackerhohlformen insgesamt ist weitgehend abhängig vom Niederschlag, Oberflächen- und Zwischenabfluss, weshalb ein Trockenfallen v.a. in Sommermonaten für viele dieser Gewässer typisch ist (Philipp 2006). Klafs et al. (1973) unterteilten die wasserführenden oder auch vermoorten Ackerhohlformen in (1) glazigene (= echte) Sölle, (2) Pseudosölle, (3) vernässte Ackersenkungen, (4) vermoorte Senken und (5) wasserführende Gruben.

Echte oder glazigene Sölle entstanden in Hohlformen nach dem Austauen von Toteisblöcken (von Bülow 1952, Klafs et al. 1973, Schulz 1998, Ehlers 2011). Sie werden von Kalfs et al. (1973) unterteilt in (1.1) typisches (ausgereiftes) Soll, (1.2) ertrunkenes Soll und (1.3) verdecktes Soll. Neben den echten, d.h. glazigenen Söllen gibt es auch sogenannte Pseudosölle, die im Mittel-

alter durch die intensiven Waldrodungen und folgende Vernässung von Senken entstanden sind (Klafs et al. 1973, Philipp 2006). Dabei kann zwischen (2.1) Grundwasser-Pseudo-Soll und (2.2) Oberflächenwasser-Pseudo-Soll unterschieden werden (Klafs et al. 1973). Zur Bewertung der Sölle und Entwicklung von Schutzstrategien unterteilt Schmidt (1996), in Abhängigkeit von der Periodizität ihrer Wasserführung und Ausuferung, folgende hydrologische Solltypen: Kesseltyp, Kleinseentyp, Überflutungstyp und Pfützentyp. Eine ähnliche hydrogeomorphologische Einteilung nehmen auch Kalettka & Rudat (2006) vor (1. „silted fen typ“, 2. „open water typ“, 2.1 „storage typ“, 2.2 shore overflow type“, 2.3 „puddle type“). Klafs und Schmidt (1967) zählten 90.000 Ackerhohlformen in den 3 Nordbezirken der DDR (= heute MV). Klafs et al. (1973) untersuchte 74 wasserführende Ackerhohlformen (ohne Mergelgruben), von denen 12,5 % typische glazigene Sölle, 21,5 % ertrunkene glazigene Sölle, 2,5 % verdeckte glazigene Sölle, 36,5 % Grundwasser-Pseudo-Sölle und 27 % Oberflächenwasser-Pseudo-Sölle waren.

Zwischen 1985 und 1991 wurde die Anzahl der Sölle bzw. Ackerhohlformen in MV anhand von Messtischblättern auf 35.000 bis 100.000 geschätzt bzw. gezählt (Philipp 2006). Im Jahre 1991 wurde die Anzahl der Ackerhohlformen nach Auswertung von Luftbildaufnahmen durch Mitarbeiter des LUNG auf etwas mehr als 37.000 geschätzt (Philipp 2006). Im Gegensatz dazu ist die Zahl der Waldsölle unbekannt (Kalettka 1996). Es kann davon ausgegangen werden, dass die meisten glazigenen Sölle vollständig mit organischem Material ausgefüllt sind (Klafs et al. 1973). Bei den heutigen wassergefüllten Ackerhohlformen handelt es sich, wenn es keine Mergelgruben sind, meist um ertrunkene glazigene Sölle oder Pseudosölle (Klafs et al. 1973, Kalettka 1996). Echte glazigene Sölle können von den Pseudosöllen und anderen Hohlformen nur durch Abbohrung unterschieden werden, da in glazigenen Söllen, im Gegensatz zu Pseudosöllen, auf dem eiszeitlichen Geschiebemergel regelhaft Mudden (>5 % Organik) aus der limnischen Phase der Sölle abgelagert sind (Klafs et al. 1973). Sölle und Pseudosölle wurden über Jahrhunderte intensiv z. B. als Viehtränken, Wasch- und Bademöglichkeiten

oder Dorfteiche genutzt (Philipp 2006). Da Sölle in fruchtbaren und intensiv (ackerbaulich) genutzten Böden liegen, sind sie z. B. durch Müll, Verfüllen, Melioration und/oder Stoffeintrag mit folgender Eutrophierung in ihrem Fortbestand als Biotop und Geotop oft stark gefährdet (Luthardt & Dreger 1996, Kalettka et al. 2002). Insbesondere nach dem zweiten Weltkrieg ist die Zahl der Sölle durch Verbauen (Wohngebiete, Straßen) und Meliorationsmaßnahmen stark zurückgegangen (Philipp 2006). Sowohl Sölle als auch Oser gehören in MV zu den geschützten Geotopen. Auf der Fahrt durch die Grundmoräne sind an verschiedenen Stellen Pseudosölle und Sölle zu sehen; sie werden aber nicht als Exkursionspunkt angefahren.

Von Nienhagen geht die Exkursionsroute über Bad Doberan und dann auf der B 105 Richtung Neuburg-Steinhausen. Kurz nach dem Ort Hageböck und kurz vor dem Abzweig nach Neuburg-Steinhausen zweigt links die NMW4 zum Dorf Ilow ab. Dort befand sich bis zum Ende des 13. Jh. die slawische Niederungsburg Ilow; die Fläche wird heute als Acker genutzt. Weitere slawische Burgen waren die Burg Meklenburg im gleichnamigen Dorf, die Burgen Schwerin und Dobin am Schweriner See, die Burg Werle zwischen Bützow und Schwaan und die Burg Rozstok in Rostock. Im Ort Neuburg-Steinhausen wird der Exkursionspunkt S2 erreicht.

Exkursionspunkt G4/S2/P2: Geomorphologische Bildungen der Grundmoräne - Os bei Neuburg-Steinhausen

Begriffsbestimmung: Das Wort Os stammt vom schwedischen „Ås“ für Bergrücken, das im 19. Jahrhundert zuerst als Åser, dann als Os (Mehrzahl Oser) in die deutsche Sprache übernommen worden war (Schulz 1998). Diese auch als „Wallberge“ bezeichneten, bahndammartigen Höhenzüge sind manchmal nur wenige Meter hoch, haben eine Breite von 30 bis ca. 150 m und können mehrere Kilometer (bis 30 km!) lang sein (Schulz 1998, Ehlers 2011). Es sind glazifluvial entstandene Formen, in denen die im Schmelzwasser mitgeführten Kiese und Sande in tunnelartigen Spalten im bzw. unter dem Eis abgelagert werden. Nach dem Abschmelzen des Eises bleibt diese Spaltenfüllung als Os zurück (von Bülow 1952, Schulz 1998, Ehlers 2011). Entsprechend der Bildungsbedingungen können

verschiedene Typen von Osern unterschieden werden (Abb. 3).

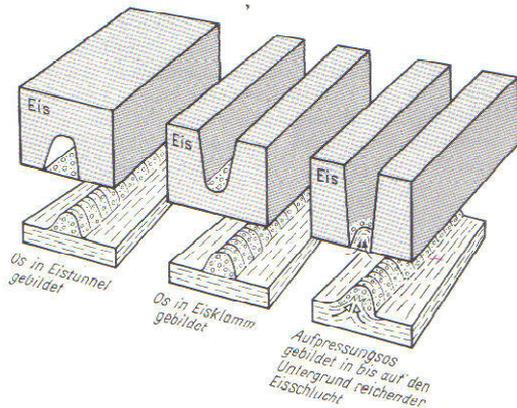


Abb. 3: Typen von Osern entsprechend ihrer Bildungsbedingungen im Gletscher (aus Wagenbreth & Steiner, 1989)

Da Schmelzwässer überwiegend parallel zur Eisbewegungsrichtung fließen, verlaufen Oszüge in Norddeutschland meist von Nord nach Süd, oft in Nachbarschaft oder sogar innerhalb einer glazialen Rinne, so dass die Längsachsen der Oser mehr oder weniger senkrecht auf den Eisrand weisen (Schulz 1998). Die Karte der Geotope und Gelogischen Sehenswürdigkeiten listet 69 Oser in MV auf; zum Geotop zählen auch die flankierenden Rinnen (Osgräben).

Historischer Exkurs: Die Slawenburgen Ilow & Neuburg (Lisch 1842a)

Ab dem 7. Jh. bewohnten die Wenden (Westslawen) große Teile des heutigen Nord- und Ostdeutschlands. Fürst Niklot (1090 bis 1160), der letzte „heidnische“ Repräsentant des slawischen Volkes der Abodriten (seine Söhne waren bereits christianisiert) gilt als Stammvater der Herzöge und Großherzöge Mecklenburgs. Er baute und herrschte über die Burgen Ilow, Meklenburg, Schwerin, Dobin und Werle. Im Verlaufe seines Kampfes gegen den Sachsenkönig Heinrich den Löwen und die Christianisierung starb Niklot in Werle. Nach jahrelangen Kämpfen zwischen den Sachsen und Wenden wurde Niklots Sohn Pribislav 1166 durch Heinrich den Löwen ins väterliche Erbe eingesetzt und sorgte für die friedliche Inbesitznahme und Besiedlung des Landes mit Wenden und baute die vorher zerstörten Burgen Ilow, Meklenburg und Rozstok 1169 wieder auf. Nach seinem Tod kam es zu Streitigkeiten, Kriegen, wechselnden Herrschern und zu Zerstörung und Wiederaufbau der o. g. Burgen. Durch den König von Dänemark erhielt Nicolaus (Neffe von Pribislav) die Burg Rozstok und Heinrich Borwin I. (Sohn von Pribislav) die Burgen Ilow und Meklenburg. Nach dem Tod von Nicolaus gelangte Heinrich Borwin I. auch in den Besitz des östlichen Obotritenlandes († 1227). Er residierte vorwiegend zu Meklenburg z. T. aber auch zu Ilow und nannte sich Fürst von Meklenburg. Sein Sohn (Borwin II.) baute die Burg Werle wieder auf und lebte im Lande Kissin. Unter den Söhnen Borwin II. kam es zur Landesteilung und sein ältester Sohn Johann I. (Ururenkel von Niklot) erhielt das Land

Meklenburg. Dieser residierte zu Burg Meklenburg aber z. T. auch zu Ilow. 1256 ließ er die Hauptresidenz der Herren von Meklenburg nach Wismar verlegen und damit verschwindet Ilow für mehrere Jahrhunderte aus der Geschichte, bis es Anfang des 16. Jh. als ein Lehen der von der Lühe wieder bekannt wird. Die allgemeine Sage behauptet (Lisch, 1842b), dass Johann I. um 1244 für seine Gemahlin Lutgard von Henneberg die Burg Neuburg errichten ließ; weil sie dergleichen in ihrem Vaterland gewohnt gewesen sei. Lisch (1842b) geht aber davon aus, dass die ursprüngliche Neuburg weitaus älter ist, da z. B. bereits 1219 der Pfarrer Friedrich von Neuburg im Gefolge des Fürsten Heinrich Borwin I. vorkommt. Nach Lutgard von Henneberg († 1268) soll hier noch Anastasia von Pommern, die Frau von Lutgards Sohn Heinrich I., 1275 gewohnt haben (Lisch, 1842b). Es ist unbekannt, wann genau die Burg aufgegeben wurde, aber sie kann nicht mehr lange nach Lutgards Tod gestanden haben. In der zweiten Hälfte des 13. Jh. wurde die Kirche zu Neuburg vollendet, für deren Bau wahrscheinlich Steine aus der abgebrochenen Burg verwendet wurden und der Burgwall wurde als Acker genutzt (Lisch 1842b). Im Jahre 1331 verfügt die Vormundschaft des Fürsten Albrecht über mehrere Hofstellen und Hufen im Dorfe Neuburg, und unter diesem auch über den Burgwall (Lisch 1842b).

Bodenprofil G4/S2/P2

Das Profil befindet sich auf einem Os, auf dem bis ins 13. Jh. die slawische Höhenburg Neuburg stand. Es wurde unmittelbar neben einem Kiefernbestand unter Grasvegetation am Oberhang des Osers angelegt und als **Normbraunerde** angesprochen. Auffällig ist der durchweg im Profil enthaltene Kalkgehalt, der in >112 cm Tiefe eine für Geschiebemergel typische Größe annimmt (15 Masse-%). Daraus wird abgeleitet, dass es sich um ein Aufpressungsos handelt. Untypisch für Braunerde ist die Tonanreicherung um 4-6 % zwischen 100-112 cm mit sichtbaren Toncutanen. Dies ist durch Sedimentation bzw. anthropogene Ablagerung oder durch periglaziale Prozesse zu erklären, denn die Carbonatgehalte sprechen gegen Lessivierung.

Exkursionspunkt G4/S3: Endmoräne, Buchenwald bei Züsow

Begriffsbestimmung: Endmoränen sind wallartige Aufschüttungen der im Gletscher mitgeführten Sedimente, die an der Gletscherfront in der geographischen Position eines relativen Stillstandes der Vergletscherungsfront (Nachlieferung aus dem Nährgebiet = Abschmelzen im Zehrgebiet) abgelagert wurde (von Bülow 1952, Ehlers 2011). Erneute Vorstöße aus der relativen Stillstandslage führen zu Stauchendmoränen (-komplexen). Da der Eisrand in einzelne

Gletscherzungen (Loben) zerfällt, haben auch die Endmoränen solche girlandenartigen Verläufe. Durch die Ablagerung des Moränenmaterials am ehemaligen Eisrand ist die Endmoränenlandschaft durch Kuppen, Hügel und Höhenzüge geprägt. An den Berührungsstellen zwischen zwei Loben (= Endmoränengabel) sind die Endmoränen meist besonders kräftig ausgeprägt. Der letzte große Eisvorstoß des Weichselglazial, das Pommersche Stadium, erstreckt sich von der Umrandung des Lübecker Beckens über eine Gabel im Klützer Winkel, das Wismarsche Becken, die Bäbeler Gabel, den Warnow-Lobus, die Gabel von Klaber, den Malchiner Lobus, den Ostpeene-Lobus, die Gabel von Möllenhagen, den Tollense-Lobus und den Strelitzer Lobus bis zur Feldberger Gabel (Schulz 1998).

Bodenprofil G4/S3/P3

Das Profil 3 wird als podsoliger Fahlerde-Pseudogley klassifiziert. Das berücksichtigt das Auftreten der Sd-Merkmale oberhalb 40 cm. Die deutlichen Tonhäutchen werden als Indikator einer reliktschen Tonverlagerung angesehen, aus der sekundär Einlagerungsverdichtung und Pseudovergleyung resultieren, während die niedrigen pH-Werte gegen eine rezente Lessivierung sondern eher für eine von oben beginnende Podsolierung sprechen. Ein Einfluss des Grundwassers auf die redoximorphen Merkmale im Unterboden ist nicht auszuschließen.

Exkursionspunkt G4/S4: Sander Kiesgrube bei Neukloster/Perniek

Begriffsbestimmung: Als Sander werden die aus den austretenden Schmelzwässern und mitgeführten Sedimenten meist schwach geneigten, breiten Schwemmkegel im Vorfeld der Gletscher bezeichnet (Schulz 1998, Ehlers 2011). Aufgrund der nachlassenden Fließgeschwindigkeit und damit auch der Schleppkraft des Wassers wurden dort als glazifluviale Sedimente vorwiegend Sande, Kiese und Gerölle abgelagert. Nährstoffarmut und geringes Wasserspeichervermögen dieser Sedimente bedingt die überwiegende Nutzung der Sander als Kiefernforste bzw. als abbauwürdige Lagerstätten von Kiesen und Sanden. Derartige ausgeprägte Sand- und Kiesflächen befinden sich im Gebiet um Neukloster (Quartärgeologische Strukturkarte in Schulz 1998). Auf der Fläche (bei Babst oder

Pinnowhof) des Kieswerkes Neukloster/ Perniek werden an einer Abraumkante die Bodeneigenschaften im Sander vorgestellt. Außerdem werden Beispiele für die Boden- und Vegetationsentwicklung nach Beendigung des Kiesabbaus und infolge unterschiedlicher „Rekultivierungsmaßnahmen“ erläutert (**Bodenprofile G4/S4/P1 und P2**).

Historischer und geographischer Exkurs: Geschichtliches zur Stadt Neukloster, Neukloster See (Lisch 1868)

In der Stadt befand sich das älteste und angesehenste Nonnenkloster Meklenburgs. Um 1210 stiftete Heinrich Borwin I. (Sohn von Pribislaw, s. auch Burg Ilow und Neuburg) das erste Nonnenkloster in Meklenburg zu Parkow, welches 1219 nach dem alten wendischen Ort Kuszin (Volkman 1938) dem jetzigen Neukloster verlegt und Sonnenkamp genannt wurde (Lisch, 1868).

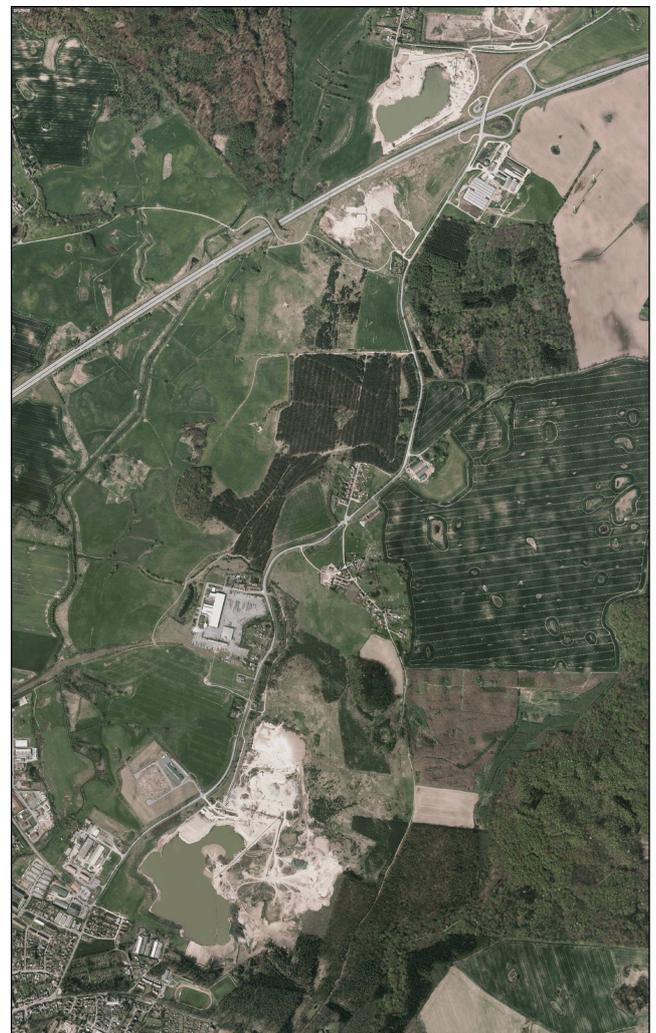


Abb. 4: Luftbild der Kiestagebaue in der Umgebung von Neukloster

Das Kloster (Zisterzienser Nonnenkloster nach Lisch 1868, Benediktinerkloster nach Volkman 1938) erhielt bei seiner Gründung eine Reihe von Dörfern und wirtschaftliche Rechte von Borwin I.; es sollte die Urbarmachung des Landes und die Chris-

tianisierung vorantreiben und entwickelte sich in den folgenden Jahren zu einem wichtigen kulturellen Zentrum (Lisch 1868, Volkmann 1938,¹). 1555 wurde das Kloster mit der Reformation aufgelöst und fiel an den Landesherrn Ulrich von Mecklenburg und aus dem bisherigen Klostergut wurde das Amt Neukloster gebildet (Volkmann 1938,¹). Infolge des 30-jährigen Krieges fiel Neukloster 1648 zusammen mit Wismar und der Insel Poel an Schweden und es wurde in Neukloster das königlich schwedische Amtsgericht eingerichtet (Volkmann 1938,¹). In der Schwedenzeit kam es zu mehrfachen Kriegen und Verpfändungen des Amtes Neukloster (Volkmann 1938,¹). Die letzte Verpfändung erfolgte 1803 für 100 Jahre an das Land Mecklenburg und wurde nicht mehr durch Schweden eingelöst (Volkmann 1938,¹). Ab 1803 konnte sich Neukloster durch den anhaltenden Frieden, die Abschaffung der Leibeigenschaft und den damit verbundenen leichteren Zuzug und Ansiedlung neuer Bürger in Handwerk und Gewerbe weiterentwickeln. Die Bedeutung wuchs ab 1862 mit der Verlegung des Lehrerseminars von Ludwigslust und der folgenden Gründung der Landesblindenanstalt über das Umland hinaus (¹). 1938 erhielt Neukloster das Stadtrecht (¹). Während des 2. Weltkriegs und in der Nachkriegszeit kamen viele Vertriebene aus den verlorenen deutschen Ostgebieten nach Neukloster, so dass sich die Einwohnerzahl von 2500 auf 4500 nahezu verdoppelte (¹). 1949 wurden in der ehemaligen DDR die Länder aufgelöst und Neukloster wurde zusammen mit dem Kreis Wismar dem Bezirk Rostock zugeordnet (¹). Ende 2011 lebten mehr als 3900 Einwohner in der Stadt Neukloster (²). Nach 1990 wurde die Innenstadt Neuklosters liebevoll restauriert; Sehenswürdigkeiten in Neukloster sind unter anderem der Marktplatz in der Innenstadt, die Klosterkirche und der ehemalige Kostergarten, die evangelische und katholische Kirche, das Museum Neukloster, der Hochseilgarten am Rande des Klosterparks und der Neuklostersee (¹).

Südlich von Neukloster findet sich der Neuklostersee. Der stark touristisch frequentierte See besitzt eine u-förmige Oberfläche und von Norden ragt eine große Halbinsel in den See (Nixdorf et al. 2004). Der See hat eine Fläche von 2,99 km² und ein Volumen von 13,49 Mio. m³ mit einer durchschnittlichen Tiefe von 4,5 m (Nixdorf et al. 2004). Der See ist ringsum mit Schilfrohr bestanden und im Norden und Osten grenzen Wiesen und Weiden im Westen die Ortschaft Nakendorf und im Süden Nadelwald an den See (Nixdorf et al. 2004). Mit den Beprobungen auf P, Chlorophyll und Sichttiefe im Jahr 1997 wurde der See nach dem LAWA-Bewertungsansatz als polytroph (p1) eingestuft (Nixdorf et al. 2004). Als potentiell natürlicher Trophiezustand für einen geschichteten See wäre eine schwache Eutrophie (e1) abzuleiten (LAWA 1998, Nixdorf et al. 2004). Vom Neuklostersee ist, zumindest bei hohem Wasserstand im Winter, Wasserwandern per Kanu bis Rostock möglich.

Exkursionspunkt G4/S5/P4: „Urstromtal“/ Niedermoor bei Warnow

Begriffsbestimmung: Urstromtäler sind breite Talniederungen, die am Rande des skandinavischen Inlandeises durch das eisrandparallele Abfließen der Schmelzwasser entstanden sind. Sie verzahnen sich an ihrem nördlichen Rand über weite Strecken mit den Sanderflächen, über die das Schmelzwasser zugeführt wurde (Ehlers 2011).

In der Pleistozän geprägten Landschaft Norddeutschlands werden in S-N-Richtung (= älter zu jünger) das Magdeburg-Breslauer (Plankener & Warthe-Stadium des Saale-Glazials), das Glogow-Baruther (Brandenburger Stadium des Weichsel-Glazials), das Warschau-Berliner (Frankfurter Stadium des Weichsel-Glazials), das Torun-Eberswalder (Pommersches Stadium des Weichsel-Glazials) und das Pommersche Urstromtal (Vegaster Staffel des Weichsel-Glazials) unterschieden (Abb. 4). Daraus folgt, dass der Pommerschen Haupttrandlage nur im Bereich Eberswalde-Finow nordöstlich von Berlin ein Urstromtal zuzuordnen ist, welches jedoch die Endmoräne „Frankfurter Stadium“ durchbrechend sich im Raum Havelberg mit dem Berliner Urstromtal vereinigt und beide im Raum Havelberg in die Elbeniederung übergehen. Somit zeigt Abb. 3, dass der Pommerschen Hauptendmoräne im Exkursionsraum kein Urstromtal zuzuordnen ist.

Anstelle der nächstgelegenen Urstromtäler (Elbeniederung südwestlich oder Peene-Trebel-Niederung nordöstlich) wird eine für die Urstromtäler typische Bodenbildung, das Niedermoor, in der Warnow-Niederung nahe der Ortslage Warnow gezeigt. Im Allgemeinen sind die Urstromtäler aus Sanden und Kiesen mit stark variierender Mächtigkeit, meist weit über 10 m, aufgebaut. Im Holozän vermoorten viele Urstromtäler aufgrund ihrer tiefen Lage und des damit verbundenen hohen Grundwasserstandes (Niedermoore). In jüngerer Vergangenheit sowie gegenwärtig werden die vermoorten Urstromtäler nach Entwässerung vielfach als Wiesen und Weiden genutzt.

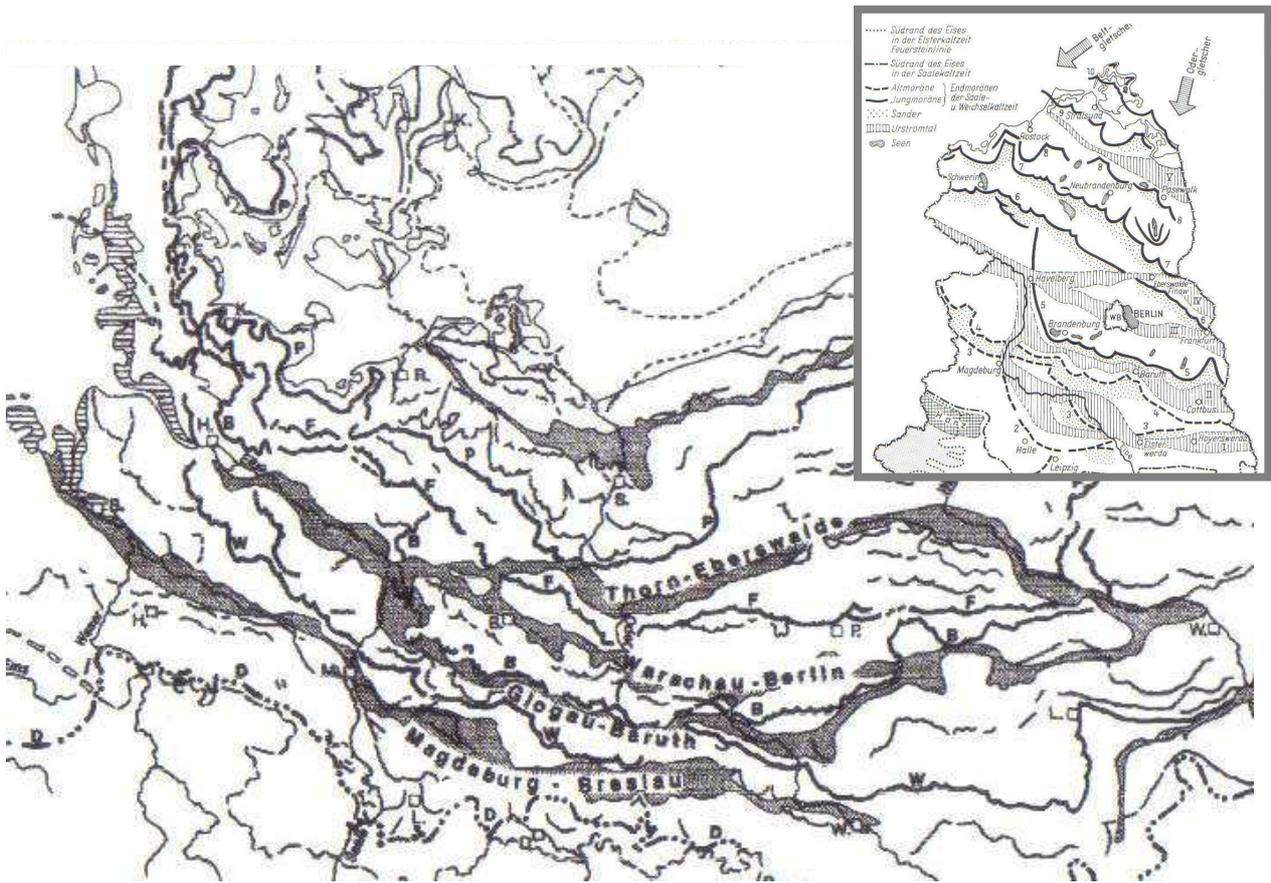


Abb. 3: Übersichtsdarstellung der Urstromtäler in Deutschland und Polen nach (aus Vorlesungsmaterial Professur für Angewandte Geologie, TU Dresden, ohne Quellenangabe), generalisiert und vergrößert mit Lage der Endmoränen und Sander für Nordostdeutschland nach Wagenbreth & Steiner (1989) (oben rechts)

Der Fluss Warnow

Der Name „Warnow“ stammt aus dem slawischen und bedeutet so viel wie „Krähenfluss“ (Kühnel 1881). Die Warnow entspringt im Landkreis Ludwigslust-Parchim im Dorf Grebbin, fließt von dort in Richtung Westen und biegt kurz vor dem Schweriner See erst in nördliche, dann nordöstliche Richtung ab. Die Warnow durchbricht zweimal Endmoränenwälle des Pommerschen Stadiums, und zwar bei Karin/Cambis und bei Groß Görnow (nördlich von Sternberg). Vor dem zweiten Durchbruch vereinigt sie sich mit der Mildnitz und hat dort ein Durchbruchstal mit bis zu 30 m hohen Steilhängen geschaffen⁽³⁾. Von dort fließt die Warnow durch Bützow, Schwaan und Rostock bevor sie nach einer Wegstrecke von 151 km und Wasseraufnahme in einem Einzugsgebiet von 3324 km² in die Ostsee mündet (Warnemünde).

Bodenprofil G4/S5/P4

Das Profil weist einen deutlich zweischichtigen Aufbau auf indem ein sehr stark humoser (h5), stark lehmiger Sand über Niedermoortorf liegt. Textur und physikalische Merkmale sowie ein sprunghafter Anstieg der C_{org}-Gehalte sprechen für einen Substratwechsel ab 30 cm, wo von Anmoor über zunehmend weniger degradierten Niedermoortorf eine typische Abfolge der entwässerungsbedingten Strukturbildung und Torfhorizontierung festzustellen ist. Daraus folgt die Klassifizierung als Flacher Humusnassgley (GNh) über Normerdniedermoor (KVn). Unklar bzw. diskussionswürdig sind (1) die Herkunft des ca. 30 cm mächtigen Sl4 (Auftrag durch Erosion/Sedimentation, Sandbedeckung durch Aushub vom Eisenbahnbau u./o. Auendynamik) sowie (2) die Ursachen des sowohl vom Hangenden als auch vom Liegenden chemisch stark abweichenden IInHt in 40-50 cm (Anreicherungen mit Alkali- und Erdalkalimetallen sowie Al, Fe und Mn).

Moorentstehung, -nutzung & -schutz in MV

Die breiten Talkörper aller größeren Fließgewässer des küstennahen Tieflandes in MV wurden durch subglaziale und subaerischer Abflussvorgänge unter den Bedingungen des Inlandeises geschaffen wobei im weiteren Verlauf des Inlandeiserfalls die ersten Talkörper entstanden, in denen mit Eisfreierwerden des Küstenraumes auch der Abfluss in Richtung Ostseebecken begann und die Tiefenerosion einsetzte (Janke 2002). Während der Vernässung vom Bölling-Meiendorf bis zur Jüngeren Dryas (ca. 14.500 bis 12.000 Warvenjahre BP) veränderte sich das Landschaftsbild mit steigenden Grund- und Oberflächenwasser als Folge der Auflösung des Permafrostbodens und Tiefschmelzen des Toteises, und es entstanden Seen und ein Netz kleiner Fließgewässer neu (Janke 2002, Litt et al. 2007). Während des Atlantikums stiegen Grund- und Oberflächenwasserspiegel sowie der Ostseespiegel (Litorina I-Transgression) weiter an, wodurch sich das Gefälle reduzierte und gleichzeitig der Abfluss zunahm, was zur flächenhaften Talvermoorung und Verlandung von Flachseen führte (Janke 2002). Gegen Ende des Atlantikums waren die Talsohlen der gefällearmen Haupttäler mehr oder weniger von einer geschlossenen Torfdecke überzogen (Janke 2002). Nach zwischenzeitlich reduziertem Torfwachstum setzte während der römisch-kaiserzeitlichen und jungsubatlantischen Transgression wieder ein verstärktes Torfwachstum ein; anthropogene Eingriffe waren noch gering und lokal begrenzt (Janke 2002). So wurde bereits seit der Bronzezeit (2200 bis 800 v. Ch.) in Europa Torf gestochen und als Brennmaterial z. B. auch für die Bronze- und Keramikherstellung verwendet (Succow 2001). Außerdem wurde Torf auch wegen der Gewinnung von Raseisenerz (seit etwa 4. Jh. v. Ch.) und Wiesenkalk (seit etwa 2. Jh. v. Ch.) in den Moorniederungen abgebaut (Succow 2001). Mit der mittelalterlichen Ostexpansion nahmen die anthropogenen Eingriffe durch Wiesen- und Weidenutzung, beginnende Torfgewinnung und die Anlage von Grenz- und Entwässerungsgräben zu (Janke 2002). Seit dem 18. Jh. wurde die Moornutzung mit zunehmender Talmelioration und Regulierung der Fließgewässer intensiviert (Janke 2002). Zu dieser Zeit wurde Torf wegen

der Holzverknappung auch verstärkt als Brennstoff genutzt (Succow 2001). Zu Beginn des 19. Jh. begannen erste mineralische Düngungen der Moore und eine weitere Anlage von Entwässerungsgräben für eine verstärkte, wenn auch immer noch extensive landwirtschaftliche Nutzung. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde die Moorentwässerung wieder belebt und fast alle verfügbaren Flächen wurden in Grünland und z. T. Ackernutzung überführt (Succow 2001). Die irreparable Schädigung der Moore begann mit den tiefgreifenden Hydromeliorationen in den 60er Jahren, die zu einer großflächigen Degradierung der Moorstandorte führte. MV gehört mit Mooranteilen von >12 % der Landesfläche zu den moorreichsten Bundesländern (Couwenberg & Joosten 2001, Rowinsky 2002).

Seit dem Jahr 2000 besteht in MV das „Konzept zum Bestand und zur Entwicklung der Moore in Mecklenburg-Vorpommern“ (Moorschutzkonzept 2000). Durch die Wiedervernässung der Moore soll nicht nur durch Kohlenstofffestlegung und Emissionsminderung ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet, sondern es sollen auch alternative Nutzungskonzepte wie z. B. die Erzeugung von Biomasse zur energetischen Nutzung und eine naturschutzgerechte Grünlandnutzung (v. a. Salzgrasland der Küstenüberflutungsmoore) gefördert werden. Zwischen 2000 und 2008 wurden zwischen 66 Tha und 51 Tha im Rahmen des Förderprogramms „Naturschutzgerechte Grünlandnutzung“ gefördert.

Das von der Professur Bodenkunde (P. Leinweber) koordinierte EU-Projekt PROWATER (2000-04) untersuchte Auswirkungen der Moorniedervernässung auf den P-Haushalt und entwickelte grundlegende Erkenntnisse über redoxgesteuerte P-Umsetzungen (insbesondere unerwünschte P-Freisetzungen) sowie praktikable Lösungen zu ihrer Kontrolle bei Wiedervernässungsmaßnahmen (Meissner et al. 2008).

Die Rückfahrt folgt i. W. der Warnow-Niederung, berührt Bützow (Sitz eines Teils der Rostocker Universität 1760-1788, Laban & Glasow, o. J.), lässt die ehemalige Slawenburg Werle zwischen Kassow und Schwaan links liegen, durchquert Schwaan (Kunstmühle mit permanenter Ausstellung der Künstlerkolonie; s. Exkursion H4) und erreicht Rostock von Süden.

Literatur

- Anonym (1995) Generalplan Küsten- und Hochwasserschutz Mecklenburg-Vorpommern vom Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) http://www.ikzm-d.de/infos/pdfs/151_abt3_GENERALPLANMeckPom.pdf
- Anonym (2006) Waldfunktionenkartierung Mecklenburg-Vorpommern 2006. Landesforstanstalt Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) web: www.wald-mv.de
- Anonym (2009) Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) Regelwerk Küstenschutz Mecklenburg-Vorpommern Übersichtsheft Grundlagen, Grundsätze, Standortbestimmung und Ausblick. Kapitel 2 Küstenraum M V S. 9 – 20
- Ehlers, J. (2011) Das Eiszeitalter. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg
- Couwenberg, J. & Joosten, H. (2001) Bilanzen zum Moorverlust. In Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.) (2001) Landschaftsökologische Moorkunde, S.406-411
- Geologisches Landesamt MV (1996) Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern, Übersichtskarte 1 : 500 000 – Präquartär und Quartärbasis. Schwein.
- Jahnke, W. (2002) Zur Genese der Flusstäler zwischen Uecker und Warnow (Mecklenburg-Vorpommern). Greifswalder Geographische Arbeiten 26, 39-43
- Kalettko (1996) Die Problematik der Sölle (Kleinhohlformen) im Jungmoränengebiet Nordostdeutschlands. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, Sonderheft, S. 4-12
- Kalettko, T. & Rudat, C. (2006) Hydrogeomorphic types of kettle holes in North-East Germany. *Limnologica* 36, 54-64
- Kalettko, T., Rudat, C. & Augustin, J. (2002) Rezente Stoffeintragseffekte in wasserführenden Söllen von Jungmoränengebieten Ostbrandenburgs. Greifswalder Geographische Arbeiten 26, 219-222
- Klafs, G., Jeschke, L. & Schmidt, H. (1973) Genese und Systematik wasserführender Ackerhohlformen in den Nordbezirken der DDR. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* 13, 287-302
- Klafs, G. & Schmidt, H. (1967) Fragen der Reliefmelioration durch Beseitigung von Ackerhohlformen in Mecklenburg. *Heimatkundliches Jahrbuch des Bezirkes Neubrandenburg* 2, 145-154
- Kühnel, P. (1881) Die slavischen Ortsnamen in Meklenburg. *Jahrbücher des Vereins für Mecklenburgische Geschichte und Altertumskunde* Band 46, S. 3-168, weblink: http://mvdok.lbm.de/mjbrenderer?id=mvdok_document_00002845
- Labahn, K. & Glasow, M. (o. J.) <http://www.uni-rostock.de/ueber-uns/geschichte/leuchte-des-nordens/chronik/>
- LAWA (Hrsg.) (1998) Gewässerbewertung – Stehende Gewässer Vorläufige Richtlinien für die Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien
- Lisch, G. C. F. (1842 a) Ueber die wendische Fürstenburg Ilow. *Jahrbücher des Vereins für Mecklenburgische Geschichte und Altertumskunde* Band 7, S. 156 – 168, weblink: <http://portal.hsb.hs-wismar.de/pub/lbm/mjb/jb007/355575531.html>
- Lisch, G. C. F. (1842 b) Ueber die Burg Neuburg. *Jahrbücher des Vereins für Mecklenburgische Geschichte und Altertumskunde* Band 7, S. 169 – 173, weblink: mvdok.lbm.de/mjbrenderer?id=mvdok_document_0000426
- Lisch, G. C. F. (1868) Neukloster, Parkow und Sonnenkamp mit einem Anhang über den Tegnitz-Fluß. *Jahrbücher des Vereins für Mecklenburgische Geschichte und Altertumskunde* Band 33, S. 3 - 16
- Litt, T., Behre, K.-E., Meyer, K.-D., Stephan, H.-J. & Wansa, S. (2007) Stratigraphische Begriffe für das Quartär des norddeutschen Vereisungsgebietes. *Eiszeitalter und Gegenwart Quaternary Science Journal* 56, 1-2, 7-65
- Meissner, R., P. Leinweber, H. Rupp, M. Shenker, I.M. Li-taor, J.S. Robinson, A. Schlichting, J. Köhn. Mitigation of diffuse phosphorus pollution during re-wetting of fen peat soils: a trans-European case study. *Water, Air and Soil Pollution* 188 (2008) 111-126.
- Nixdorf, B., Hemm, M., Hoffmann, A. & Richter, P. (2004) Neuklostersee S. 202 – 203 in Dokumentation von Zustand und Entwicklung der wichtigsten Seen Deutschlands, Teil 2 Mecklenburg-Vorpommern. Abschlussbericht F & E Vorhaben FKZ 299 24 274 im Auftrag des Umweltbundesamtes
- Philipp, H.-J. (2006) Zur neuzeitlichen Nutzung der Sölle im norddeutschen Jungmoränengebiet: Versuch der Nutzungsgeschichte. Der Andere Verlag
- Schmidt, R. (1996) Vernässungsdynamik bei Ackerhohlformen anhand 10jähriger Pegelmessungen und landschaftsbezogener Untersuchungen. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, Sonderheft*, S. 49-55
- Schulz, W. (1998) Streifzüge durch die Geologie des Landes Mecklenburg-Vorpommern. cw Verlagsgruppe, Schwerin
- Succow, M. (2001) Kurzer Abriß der Nutzungsgeschichte mitteleuropäischer Moore. In Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.) (2001) *Landschaftsökologische Moorkun-*

de, S. 404-406

Volkman, A. (1938) Kloster Sonnenkamp zu Neukloster in Mecklenburg. Mecklenburgische Jahrbücher Band 102, S. 31 – 200, web: [mvdok.lbm.v.de/mjbrenderer-?id=mvdok_document_00003767](http://mvdok.lbm.v.de/mjbrenderer/?id=mvdok_document_00003767)

Von Bülow, K. (1952) Abriss der Geologie von Mecklenburg. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin

Wagenbreth, O. & Steiner, W. (1989) Geologische Streifzüge: Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg. Dt. Verl. f. Grundstoffindustrie Leipzig.

Zander, R. (1934) Die rezenten Änderungen der Mecklenburgischen Küste. Beiheft zu den Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft zu Rostock, Band 1/3, Dissertation Universität Rostock

Web-Quellen:

¹ www.stadt-neukloster.de

² Mecklenburg-Vorpommern Statistisches Amt Bevölkerungsstand der Kreise, Ämter und Gemeinden am 31.12.2011 http://service.mvnet.de/statmv/daten_stam_berichte/e-bibointerth01/bevoelkerung--haushalte--familien--flaeche/a-i__a123_/2011/daten/a123-2011-22.xls

³ <http://www.info-mv.de/naturschauplaetze/warnow-mildenitz-durchbruchstal/>

Exkursionspunkt G4/S1/P1: Grundmoräne Nienhagen, Gespensterwald

Bearbeiter: Zimmer, Leinweber **TK25:** 1837 **Datum:** 25.11.2011
Lage: RW: 299619 HW: 6005711 8 m ü. NN **Kreis:** Landkreis Rostock
Jahresmitteltemperatur: 8,4 °C **Niederschlag:** 591 mm
Relief: Ebener bis schwach geneigter Kulminationsbereich oberhalb des Kliffs
Nutzung: Buchenmischwald, 90-170 Jahre alt
Vegetation: Schattenblümlchen-Buchen-Wald, mit Entfernung vom Kliff und abnehmender Trittdichtung Übergang zu einem Waldmeister-Buchen-Wald

Profilbeschreibung

Probe	Tiefe	Horizont	Tiefe	Horizontbeschreibung
1		L	+5...+2	Lockere, nicht miteinander verklebte Streu v. Buche, Eiche
2		Of	+2...0	Humifizierte Streu ohne Abgrenzung zwischen Of und Oh und fließendem/unscharfem Übergang zum Ah (Fe _o /Fe _t 0.1)
3	0...15	Ah	0...5	Ah: n. u. wellig, diffus, horizontal in Bv-Ah überg. schwarz-dunkelbr. (Ah: 7,5 YR 2,5/1, Bv-Ah: 7,5 YR 3/2), gut durchlüft. (oh. Redoxmerkmale), lockerer, s. st. durchwu. (Wf5), kru mit biogenen Röhren, SI3 mit gebleichten Sandkörnern im Ah; schwach zungen-/taschenfö. Übergang z. Sw-Bv, (Fe _o /Fe _t 0.31)
		Bv-Ah	5...15	
4	15...35	Sw-Bv	15...65	N. u. scharf, glatt, stark taschenfö. (35...65 cm) abgegr., brauner (7,5 YR 4/4), schwach redoximorph (eo), pol. geschätzt Ld2, im Hor. Abnehmend durchwu. (Wf3-Wg1) SI2 (Fe _o /Fe _t 0.27)
5	35...65			
6	35...65	IISd	35...104	N. u. glatt, deutlich, hor. abgegr. marmorierter (ox. 7,5 YR 4/6 = leucht. braun, red. 2,5 Y 5/4 = hellolivbraun), stark redoximorph (ed > rd), koh-pol, Wf0/Wg1, bindiger SI4 (Fe _o /Fe _t 0,13 bzw. 0,12)
7	65...104			
8		IISg-elCv	104...145	Stark redoximorph (red. 2,5 Y 5/2 = graubraun, ox. 7,5 YR 4/6 = leucht. braun), rg > eh, st. carbonathaltiger (c4.4) SI3, Geschiebemergel (Fe _o /Fe _t 0.04)

Profilkennzeichnung

Humusform	F-Mull
Bodenformenbezeichnung	Pseudogley-Braunerde (SS-BB) aus kiesführendem Sand (aus Geschiebedecksand) über kiesführendem Moränenlehm (aus Geschiebemergel) über tiefem Geschiebemergel (p-(k)s(Sp)/g-(k)l/g-es
WRB	Stagnic Cambisol
Anmerkungen: Das Profil ist uneinheitlich hinsichtlich der Horizontierung: Im rechten Teil reicht der Sw-Bv bis 35 cm, im linken bis 65 cm. Der darunter liegende IISd weist in der linken Seitenwand Tonhäutchen auf (Bt-Merkmale), so dass ein Beitrag der Lessivierung zum tonreicheren Substrat im Unterboden (+9% T) nicht ausgeschlossen werden kann. Im Winterhalbjahr 2011/12 stand Grundwasser bis 60 cm u. F.; C _{org} -Vorrat im Profil ca. 11 kg m ⁻²	

Physikalische und chemische Analysen G4 / P1

Probe	Korngrößenklassen (%)			Bodenart	Rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
3	9	18	73	SI3	1.11	55	39	9.1	30
4	6	23	72	SI2	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
5	7	23	70	SI2	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
6	16	14	70	SI4	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
7	16	14	71	SI4	1.59	40	26	14	13
8	9	28	63	SI3	1.82	31	24	10	14

Probe	pH CaCl ₂	Carbonat %	C _{org}		N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹	TOC-Heißwasserextrakt	
			g kg ⁻¹	kg m ⁻²				mg kg ⁻¹	% von C _{org}
1	5.0	-	443	~ 1,2	8.6	52	2.3	27900	6.3
2	3.8	-	207	6,8	9.7	21	1.3	7200	3.5
3	3.6	-	41	~2,1	2.7	15	0.43	1800	4.4
4	5.7	-	2.3	0.44	0.34	6.6	0.39	n. b.	6.3
5	3.9	-	4.4	0.43	0.44	9.9	0.13	275	
6	4.5	-	2.8	0.31	0.43	6.6	0.12	n. b.	
7	6.3	-	1.5	0.23	0.31	4.7	0.10	n. b.	
8	7.5	9.1	-	-	0.23	-	0.11	n. b.	

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)								DL-Extrakt in mg kg ⁻¹		
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	Na _t mg kg ⁻¹	K	Mg	P
2	16	14	10300	4700	3660	400	1800	1300	n. b.	n. b.	n. b.
3	4.6	6.1	480	620	780	24	190	13	36	105	12
4	4.4	6.1	140	450	1000	80	75	140	0	64	0.14
5	4.6	6.4	290	460	890	83	58	19	5.5	20	2.7
6	8.3	13	1200	1100	1960	250	110	58	28	160	4.3
7	7.9	13	1900	1260	2100	300	190	150	24	150	16
8	5.2	10	39000	1200	1800	180	280	870	27	210	1.6

Probe	Oxalateextrakt					Dithionitextrakt in mg kg ⁻¹			Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	DPS ¹ (%)	Al _d	Fe _d	Mn _d			
1	0.034	0.038	470	210	-	n. b.	n. b.	n. b.			
2	0.53	1.4	56	88	13	n. b.	n. b.	n. b.			
3	0.84	1.9	7.3	74	7,3	880	3600	11	0.52	0.59	0.29
5	0.97	1.7	51	49	4,8	490	3300	47	0.52	0.51	0.25
6	0.88	1.7	210	58	5,9	580	5900	170	0.28	0.45	0.33
7	1.0	1.6	210	100	10	410	5400	190	0.29	0.41	0.29
8	0.36	0.42	98	120	37	250	3900	95	0.11	0.38	0.34

¹ DPS = Phosphorsättigungsgrad (P_o/[0,5 x (Al_o+Fe_o)] x 100 [%])

Probe	KAK _{eff} mmol _c kg ⁻¹	Austauschbare Kationen in mmol _c kg ⁻¹								BS %
		Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	H ⁺	
3	77	1.6	1.2	14	7.3	6.2	0.10	39	8.4	31
4	n. b.									
5	29	1.2	0.31	2.7	1.4	0.39	0.45	22	0.47	19
6	64	3.1	1.0	38	11	0.15	0.55	8.9	0.90	84
7	76	4.8	0.62	60	11	0.17	0.16	0.04	0	100
8	440	5.9	0.60	420	8.6	0.13	0.22	0	0	100

Exkursionspunkt G4/S2/P2: Os Neuburg-Steinhausen

Bearbeiter: Zimmer, Baum, Leinweber **TK25:** 2035 **Datum:** 16.06.2011
Lage: RW: 275922 HW: 5982689; 41 m ü. NN **Kreis:** Nordwestmecklenburg
Jahresmitteltemperatur: 8 °C **Niederschlag:** 630 mm
Relief: Plateauförmige Erhebung, hängiger Kulminationsbereich, Oberhang Os
Nutzung: Wiese

Profilbeschreibung:

Probe	Tiefe	Horizont	Tiefe	Horizontbeschreibung
1		eAh	0...20	N. u. wellig, deutl. abgegr. dunkelgrau (6,8 YR 3/1), gut durchlüft., mittel durchwu. (Wf3), kru, feu2, mittel carb.haltiger (c3.3) SI2 (Fe _o /Fe _t 0.1)
2	20...60	eBv	20...100	N. u. wellig, diffus. abgegr. braun (8,3 YR 4/2), fleckig durch helle Sandlinsen (sS; n. u. abnehm.), gut durchlüft., schw. durchwu. (Wf2), ein, feu2, mittel-schw. carbonath. (c3.3-c3.2) SI2 (Fe _o /Fe _t 0.1)
3	80...100			Vereinzelte ab 80 cm Tonhäutchen braun (7,8 YR 4/3) (Fe _o /Fe _t 0.1)
4		lleBtv	100...112	N. u. wellig, deutl. abgegr. braun (7,6 YR 4/3), gut durchlüft., Wf0, sub-pol, feu3, schw. carbonath. (c3.2) SI3, Tonhäutchen, bindiger als eBv (Fe _o /Fe _t 0.1)
5		llleCv	>112	Graubraun (9,5 YR 5/3), gut durchlüft., Wf0, sub-pol, feu3, carbonat-reich (c4) SI3 (_v aufgrund Fe _d /Fe _t) (Fe _o /Fe _t 0.16)

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	Norm-Braunerde (LL-BB) aus Lehmsand (aus anthropogenem Carbonatsand) über tiefem Lehmsand (aus Ossand) Ls (o-es) // ls (Sos)
WRB	Haplic Cambisol (eutric)
Anmerkungen: Nach Lisch (1842b) wurde auf dem Os wahrscheinlich im 12. Jh. die Burg Neuburg errichtet, die aber bereits 1331 wieder abgerissen worden war; der Burgwall wurde dann als Acker genutzt. Als Lisch 1841 den Wallberg besuchte, wurde dieser beackert. Er vermutet außerdem, dass im Mittelalter Oberbodenmaterial für den Burgwall aufgetragen wurde. Auf dem Burgwall wurden 1841 bei Grabungen Tonscherben u. Ä. aus dem „heidnischen Alterthum“ und dem 13. Jh. gefunden (Lisch 1842b). Außerdem hat die Ackernutzung seit dem 14. Jh. erheblich zum Abtrag von Oberbodenmaterial durch Erosion beigetragen.	

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenklassen (%)			Bodenart	rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
1	6	18	76	SI2	1.09	58	32	5.4	26
2	5	16	79	SI2	1.46	44	15	3.9	11
3	7	10	83	SI2	1.51	43	14	4.7	10
4	11	14	76	SI3	1.55	41	20	7.4	12
5	9	42	49	Slu	1.38	47	33	6.6	26

Probe	pH	Carbonat	C _{org}		N _t	C _{org} /N _t	S	TOC-Heißwasserextrakt	
	CaCl ₂	%	g kg ⁻¹	kg m ⁻²	g kg ⁻¹		g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	% von C _{org}
1	7.2	4.7	13	2,8	1.6	8.3	0.20	380	2.8
2	7.2	4.6	-		0.49	-	0.10	130	-
3	7.2	2.8	-		0.27	-	0.074	n. b.	-
4	6.8	2.9	-		0.23	-	0.067	n. b.	-
5	7.3	15	(9)		0.28	(36)	0.13	n. b.	-

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							DL-Extrakt in mg kg ⁻¹			DPS ¹
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	K	Mg	P	%
1	4.9	8.2	11000	950	1600	150	310	14	140	15	19
2	3.4	6.0	430	610	960	51	110	5.4	79	8.0	15
3	4.5	8.1	660	760	1200	81	100	11	29	5.1	10
4	6.7	9.9	400	1050	1550	140	110	16	28	3.0	9
5	4.3	7.3	2100	910	1470	31	46	8.8	120	0.57	21

¹DPS = Phosphorsättigungsgrad: $P_o/[0,5 \times (Al_o + Fe_o)] \times 100$ [%]

Probe	Oxalateextrakt				Dithionitextrakt mg kg ⁻¹			Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	Al _d	Fe _d	Mn _d			
1	0.33	0.62	98	68	320	3600	88	0.17	0.44	0.37
2	0.36	0.63	97	56	260	3950	85	0.16	0.66	0.56
3	0.46	0.83	110	47	340	4300	95	0.19	0.53	0.43
4	0.67	1.2	140	61	470	5500	120	0.23	0.55	0.42
5	0.27	1.2	110	104	204	4500	102	0.27	0.62	0.45

Probe	KAK _{eff} mmol _c kg ⁻¹	austauschbare Kationen in mmol _c kg ⁻¹								BS %
		Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	H ⁺	
1	310	0.33	0.88	300	6.5	0.17	0.28	0.06	0	100
2	220	0.23	0.56	210	4.2	0.09	0.22	0.02	0	100
3	110	0.19	0.57	104	2.2	0.08	0.11	0.02	0	100
4	81	0.27	0.75	77	2.6	0.11	0.05	0.03	0	100
5	440	0.48	0.45	440	5.2	0.10	0.07	0	0	100

Exkursionspunkt G4/S3/P3: Endmoräne Buchenwald Züsow

Bearbeiter: Zimmer, Leinweber **TK25:** 2136 **Datum:** 22.09.2011
Lage: RW: 280537 HW: 597966; 56 m ü. NN **Kreis:** Nordwestmecklenburg
Jahresmitteltemperatur: 8 °C **Niederschlag:** 630 mm
Relief: Ebener Tiefenbereich zwischen den Kuppen **Nutzung:** Waldmeister-Buchenwald

Profilbeschreibung

Probe	Horizont	Tiefe	Horizontbeschreibung
1	L	+3...+1	locker zusammenliegende, nicht miteinander verklebte Buchen-Streu
-	Of	+1...0	N. u. glatt, deutl. abgegr., humifizierte Streu ohne Abgrenzung zwischen Of und Oh, Material miteinander verklebt
2	Ah	0...12	N. u. wellig, deutl. abgegr., sehr dunkel brauner (7,5 YR 2/2), gut durchlüft. (oh. Redoxmerk.), stark durchwu., (Wf4), kru, feu2, Sl3 (sehr schw. podsolig) (Fe _o /Fe _t 0.40)
3	Sw-Aelh	12...17	N. u. glatt, deutl. abgegr., brauner (7,5 YR 5/2), geringe Redoxmerk. (eh>rb), mittel durchwu. (Wf3), sub, feu2, Sl3 (Bleichung durch Podsolierung+Lessivierung) (Fe _o /Fe _t 0.38)
4	Sw-Al	17...34	N. u. wellig, deutl. abgegr., brauner (7,5 YR 5/4, dunkler als darüber), mittel redoximorph (eo, vereinz. Konkretionen), schw. durchwu. (Wf2), sub, feu3, Sl4 (Fe _o /Fe _t 0.36)
5	lISd-Bt	34...60	N. u. wellig, diffus. abgegr., rotbrauner (5 YR 4/4), geringe Redoxmerk. (eh) n.u. zunehmend red., sehr schw. durchwu. (Wf1), pol-pri, Tonhäutchen dominierend, feu4, Lts (Fe _o /Fe _t 0.17)
6	Bt-Sd	60...100	N. u. wellig, diffus. abgegr., deutlich marmorierter (ed>rb), rotbraun (= 5 YR 4/4) > dunkelgraubraun (= 2,5 Y 4/3), Wf0, poly-pri, schwache Tonhäutchen, feu4, Ls3 (Fe _o /Fe _t 0.18)
7	Sdg	100...120	N. u. wellig, diffus. abgegr., deutlich marmorierter (eh>rb), leucht. braun (=7,5 YR 5/6) > braun (7,5 YR 5/3), Wf0, koh, feu4, sehr bindig, weichplastischer Ls3 (Fe _o /Fe _t 0.1)
8	lISdg-elCv	120...150	Deutlich marmorierter (rb>eh), hellolivbraun (= 2,5 Y 5/4) > hellbraungrau (=10 YR 6/2) > dunkelgelbbraun (= 10 YR 4/6), koh, feu5, sehr binding, breiig-plastisch, st. carb. (c3.4) Ls3, Geschiebemergel (Fe _o /Fe _t 0.08)

Profilkennzeichnung

Humusform	F-Mull
Bodenformenbezeichnung	Podsoliger Fahlerde-Pseudogley aus Lehmsand (aus Geschiebedecksand) über Endmoränenlehm (aus Geschiebelehm) über tiefem Carbonatlehm (Geschiebemergel); pLF-SS: p-s(Sp)//eg-l(Lg)//g-el(Mg)
WRB	Luvic Stagnosol

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenanteile in %			Bodenart	rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
2	10	35	55	Sl3	0.87	65	49	8.4	40
3	10	36	54	Sl3	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
4	12	36	52	Sl4	1.58	40	28	10	19
5	29	27	44	Lts	1.67	37	28	18	10
6	22	38	41	Ls3	1.58	34	29	19	10
7	21	32	47	Ls3	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
8	19	32	49	Ls3	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.

Probe	pH CaCl ₂	Carbonat %	C _{org}		N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹	TOC-Heißwasserextrakt	
			g kg ⁻¹	kg m ⁻²				mg kg ⁻¹	% von C _{org}
1	4.9	-	320	~ 0,8	9.0	35	0.94	8400	2.6
2	4.2	-	44	4,6	2.9	15	0.34	1400	3.1
3	4.0	-	8.7	~ 0,6	0.68	13	0.13	290	3.3
4	3.9	-	4.4	1,2	0.48	9.2	0.10	140	3.2
5	4.4	-	2.2	0,9	0.39	5.5	0.12	n. b.	-
6	4.7	-	1.6	1,0	0.38	4.1	0.10	n. b.	-
7	6.1	-	1.8	~ 0,6	0.37	5.0	0.10	n. b.	-
8	7.2	9.3	(7) ¹	□ 9,7	0.28	(25) ¹	0.11	n. b.	-

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)								DL-Extrakt in mg kg ⁻¹		
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	Na _t mg kg ⁻¹	K	Mg	P
1	41	29	55900	16000	10600	6000	5100	1200	n. b.	n. b.	n. b.
2	6.3	7.8	1000	920	1300	303	209	2.1	87	89	13
3	7.6	9.4	410	840	1400	290	103	36	16	1.1	4.5
4	10	14	520	1300	1900	510	200	70	17	18	2.4
5	14	21	1660	2200	3300	250	170	62	55	175	4.0
6	14	21	2100	2400	3300	360	230	17	49	174	6.7
7	12	21	3300	2300	3100	540	410	29	44	114	72
8	9.6	16	58000	2300	2950	400	340	300	43	214	0.53

¹ Aus Differenzbildung Total C – Carbonat-C; mglw. fehlerhaft infolge unvollständiger Erfassung von Dolomit

Physikalische und chemische Analysen G4/S3/P3

Probe	Oxalatrextrakt				Dithionitextrakt in mg kg ⁻¹			Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t	DPS ¹ %
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	Al _d	Fe _d	Mn _d				
2	1.1	3.1	290	130	750	3900	310	0.80	0.49	0.10	9
3	1.2	3.6	290	104	670	3600	250	1.0	0.38	<0,1	6
4	1.3	5.0	500	209	1100	7200	580	0.70	0.53	0.16	10
5	1.3	3.6	190	86	920	8700	180	0.42	0.40	0.24	5
6	1.8	3.8	302	130	930	9700	370	0.39	0.46	0.28	6
7	0.89	2.2	370	230	580	7970	390	0.27	0.38	0.28	20
8	0.75	1.3	220	180	410	5700	270	0.23	0.37	0.28	23

¹DPS = Phosphorsättigungsgrad: $P_o/[0,5 \times (Al_o+Fe_o)] \times 100$ [%]

Probe	KAK _{eff} mmol _c kg ⁻¹	Austauschbare Kationen in mmol _c kg ⁻¹								BS %
		Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	H ⁺	
2	72	0.54	2.7	39	7.7	0.45	4.2	16	0.98	70
3	35	0.35	0.84	3.1	0.85	0.19	1.1	28	0.75	15
4	48	0.50	1.0	6.7	2.0	0.13	0.90	36	1.1	21
5	87	0.80	1.8	55	14	0.17	0.39	13	1.3	83
6	104	1.0	2.1	79	15	0.15	0.59	5.8	0.84	93
7	120	1.2	1.6	111	8.5	0.13	0.12	0.03	0	100
8	400	1.8	1.3	388	8.7	0.09	0.07	0	0	100

Exkursionspunkt G4/S5/P4: Warnow Niedermoor von S. 92

Probe	Oxalatrextrakt					DL-Extrakt in mg kg ⁻¹		
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	DPS ¹ %	K	Mg	P
1	0.90	9.3	880	489	16	13	140	22
2	1.1	13	880	632	15	1.3	94	22
3	1.7	7.4	340	325	11	0.4	220	12
4	1.0	7.6	150	258	10	13	340	20
5	0.97	12	110	173	4.5	n.b.	n.b.	n.b.
6	1.1	7.0	102	114	4.4	n.b.	n.b.	n.b.
7	1.2	6.6	110	89	3.6	n.b.	n.b.	n.b.
8	0.95	5.2	130	50	2.5	n.b.	n.b.	n.b.
9	0.91	0.98	270	68	8.5	n.b.	n.b.	n.b.
10	0.87	0.88	270	65	8.8	n.b.	n.b.	n.b.
11	0.82	0.49	280	74	12	n.b.	n.b.	n.b.

¹DPS = Phosphorsättigungsgrad: $P_o/[0,5 \times (Al_o+Fe_o)] \times 100$ [%]

Exkursionspunkt G4/S4/P1: Sander Kieswerk Neukloster/Perniek

Bearbeiter: Zimmer, Graunke, Baum, Leinweber TK25: 2136 Datum: Juli 2011

Lage: RW: 283155 HW: 5975940 30 m ü. NN Kreis: Nordwestmecklenburg

Jahresmitteltemperatur: 8 °C Niederschlag: 630 mm

Relief: Mittel- bis Unterhang Nutzung: Kiefernforst

Profilbeschreibung

Probe	Horizont	Tiefe	Horizontbeschreibung
1	L/of/Oh	+2...0	Lockere Streuauflage aus gering verwitterten Kiefernadeln
2	Ah	0...4	n. u. deutl. Übergang feucht: sehr dunkel grau (5,7 YR 3/1), keine redoximorphen Merkmale, stark durchw. (W4), mittel kiesig, Su2, Fe _o /Fe _t : 0,16
3	eC	4...14	Feucht: dunkel braun (7,8 YR 3/2), keinen redoximorphen Merkmale, sehr schwach durchw. (W1), stark kiesig, Ss, carbonathaltig, Fe _o /Fe _t : 0,12

Profilkennzeichnung

Humusform	Typischer Moder
Bodenformenbezeichnung	Normpararendzina (Profil C) aus stark bis sehr stark kiesigem Reinkies (aus gekipptem Carbonatkies aus Sanderkies)
WRB	Haplic Leptosol (skeletic)
Anmerkungen: Letzter Kiesabbau 1984, anschließend glattgeschoben (dabei in unterschiedlicher Mächtigkeit Auftrag von vorher abgeschobenem Oberbodenmaterial), Anpflanzung Kiefer, aufgrund des hohen Skelettan-teils flachgründig, sehr schlechtes Wachstum	

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenklassen (%)			Bodenart	Skelett Masse-%	pH CaCl ₂	Carbonat %	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹
	T	U	S								
1						5,6	-	210	6,2	33	0,83
2	4	12	85	Su2	41	7,0	-	39	38	1	0,27
3	2	6	92	Ss	65	7,2	10	3,0	15	0,2	0,25

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)						
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹
1	3,8	8,3	11800	2100	2200	190	47
2	3,4	14	12400	980	1700	220	340
3	2,9	14	880	940	1400	74	180

Probe	Oxalatextrakt				DL-Extrakt			DPS ¹ %
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	K Mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹	
2	0,30	2,2	130	97	25	120	11	12
3	0,12	1,7	81	103	13	160	7,0	19

¹DPS = Phosphorsättigungsgrad: $P_o/[0,5 \times (Al_o + Fe_o)] \times 100$ [%]

Exkursionspunkt G4/S4/P2: Sander Kieswerk Neukloster/Perniek

Bearbeiter: Zimmer, Graunke, Baum, Leinweber TK25: 2136 Datum: Juli 2011 Kreis: NWM

Lage: RW: 283155 HW: 5976120 30 m ü. NN Jahresmitteltemperatur: 8 °C

Niederschlag: 630 mm Relief: ebener Tiefenbereich Nutzung: Rinderweide

Profilbeschreibung

Probe	Horizont	Tiefe	Horizontbeschreibung
1	eAh	0...3	n. u. deutl. Übergang, feucht: schwarz (5,2 YR 3/1, sehr stark durchw. (Wf5), hoher Anteil unersetzen organischen Resten >2 mm im Gesamtboden, keinen redoximorphen Merkmale, Ss, mittel kiesig, Fe _o /Fe _t : 0,27
2	(e)Bv	3...10	n. u. deutl. Übergang, (eucht: dunkel braun (7,5 YR 3/2), heller als Ah, stark durchw. aber nach unten abnehmend (Wf4 bis 3), Ss, stark kiesig, Fe _o /Fe _t : 0,17
3	eC	10...25	Feucht: dunkel grau (8,2 YR 4/2, schwach durchwurzelt (Wf2 bis 1), Ss, stark kiesig, Fe _o /Fe _t : 0,16

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	Braunerde-Pararendzina (Profil A) aus mittel bis stark kiesigen Reinkies (aus gekippten Carbonatkies)
WRB	Haplic Cambisol (skeletic, calcare)
Anmerkungen: Letzter Abbau 1981, geringfügiger Oberbodenauftrag (s. S4/P1), Ansaat Leguminosen-Grasgemische, Gülleausbringung auf gesamter heutiger Weidefläche, ab Mitte 1980er Jahre Junggründerhaltung	

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenanteile in %			Bodenart	Skelett Masse-%	pH CaCl ₂	Carbonat g kg ⁻¹	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹
	T	U	S								
1	4,0	5,6	90	Ss	31	6,7	8,2	34	43	0,77	0,61
2	3,6	5,3	91	Ss	48	6,7	12	3	17	0,15	0,51
3	2,7	2,3	95	Ss	51	6,8	15	0	16	0	0,18

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)						
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹
1	2,1	5,5	710	653	880	29	480
2	2,4	6,3	606	729	747	45	108
3	2,2	6,1	692	648	1239	46	73

Probe	Oxalatextrakt				DPS ¹ %	DL-Extrakt		
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹		K mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
1	0,40	1,50	133	541	84	121	264	193
2	0,10	1,1	115	244	67	50	173	96
3	0,05	1,0	71	138	45	19	156	20

Exkursionspunkt G4/S5/P4: Warnow Niedermoor

Bearbeiter: Zimmer, Kruse, Leinweber **TK25: 2237** **Datum:** 28.06.2012
Lage: RW: 294094 HW: 5964767 **Höhe:** 30 m ü. NN **Kreis:** Landkreis Rostock
Jahresmitteltemperatur: 8 °C **Niederschlag:** 610 mm
Relief: Ebene Senke **Nutzung:** Mähwiese

Profilbeschreibung

Probe	Tiefe	Horizont	Tiefe	Horizontbeschreibung
1	0...10	Ah-Go	0...10	N. u. di. wenig abgegr., dunkler (2,6 YR 2,4/0,6), leicht marmorierter (eo), feu3, kru, extr. stark durchwu. (Wf6) SI4
2	10...20	Ah-Go	10...20	N. u. di. wenig abgegr., dunkler (3,3 YR 2,2/0,7), hellrostfarbener (eh), feu3, sub-pol, stark durchwu. (Wf4) SI4
3	20...30	IIAa-Gro	20...30	N. u. di. wenig abgegr., dunkler (8,1 R 2,2/0,5), reduktiver (rs), feu4, pol, schwach durchwu. (Wf2) anmooriger Lu
4	30...40	IIhHv	30...40	N. u. de-sc abgegr., dunkler (4 R 1,9/0,4), reduktiver (rs), feu4, pol, bis 35 cm durchwu., stark/s. stark zersetzter Torf (z4/z5) mit wenigen noch erkennbaren Pflanzenteilen von Schilf und Holz
5	40...50	IIhHt	40...50	N. u. di. abgegr., dunkler (3,3 RP 1,6/0,3), feu5, pri, mittel zersetzter (z3) Torf aus Schilf mit Übergang zu Erlenbruchwald
6	50...60	IIhHw	50...80	dunkler (6: 2,3 RP 1,7/0,3), (7: 5,2 RP 1,7/0,3), (8: 2 RP 1,6/0,3), feu6, koh, schwach zersetzter, (z2), gut erkennbarer Erlenbruchtorf, ab 60 cm Grundwasser, mineralische Beimengungen
7	60...70			
8	70...80			
9	80...90	IIhHr	80-110	(9: 3,9 RP 1,7/0,3), (10: 3,5 RP 1,7/0,3) (11: 2,2 RP 1,7/0,3), mineralische Beimengungen
10	90...100			
11	100...110			

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	Flacher Humusnassgley (GNh) über Erdniedermoor (KVn) aus Lehmsand über Niedermoorortof
WRB	Eutri-Ombic Histosol
Anmerkungen	Bei geringerer Ausprägung der hydromorphen Merkmale wäre evtl. auch Klassifikation als Gley über Erdniedermoor aus kolluvialem Lehm über Niedermoorortof denkbar (GG/KV: uk-l/og-Hn).

Physikalische und chemische Analysen G4 / P7 (Oxalat- und DI-Extrakte s. S. 90)

Probe	Körngrößenanteile in %			Bodenart	Rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
1	17	29	54	SI4	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
2	15	28	56	SI4	1.15	53	46	17	29
3	22	54	24	Lu	0.30	86	76	9.6	67
8				-	0.20	86	77	16	60

Probe	pH CaCl ₂	Carbonat g kg ⁻¹	C _{org} g kg ⁻¹	N _t kg m ⁻²	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹	Fe _o /Fe _t
1	5.5	-	68	6.8	10	1.1	0.48	
2	5.5	-	42	4.4	9.5	0.8	0.71	
3	5.5	-	115	10	11	2.1	0.51	
4	5.7	-	170	14	12	2.9	0.22	
5	5.6	-	330	27	12	7.2	0.07	
6	5.5	-	320	23	13	6.7	0.11	
7	5.5	-	305	22	14	9.0	0.11	
8	5.7	-	307	23	13	14	0.06	
9	5.7	-	270	19	14	11	0.04	
10	5.7	-	280	21	14	10	0.04	
11	5.3	-	250	19	13	9.4	0.02	

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t g kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	Na _t mg kg ⁻¹
1	11	20	7.7	1020	2040	1000	43	1100
2	9.5	19	5.2	804	1800	880	4.1	870
3	13	14	12	1100	2300	430	34	740
4	28	35	47	3800	4600	670	2007	450
5	54	170	360	6700	12900	2200	8990	760
6	35	65	180	3600	7500	1200	3800	720
7	35	61	160	2900	7200	1300	2900	530
8	30	80	180	3200	7400	1700	2900	640
9	19	23	99	1900	4800	1900	1850	640
10	19	20	95	1800	4600	1800	1700	520
11	24	20	130	2500	5800	2500	2400	430

G5: Tschernoseme auf Poel

Peter Leinweber¹, Andre Acksel¹, Peter Kühn²

¹Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

²Universität Tübingen, Forschungsbereich Geographie, Rümelinstr. 19-23, 72070 Tübingen

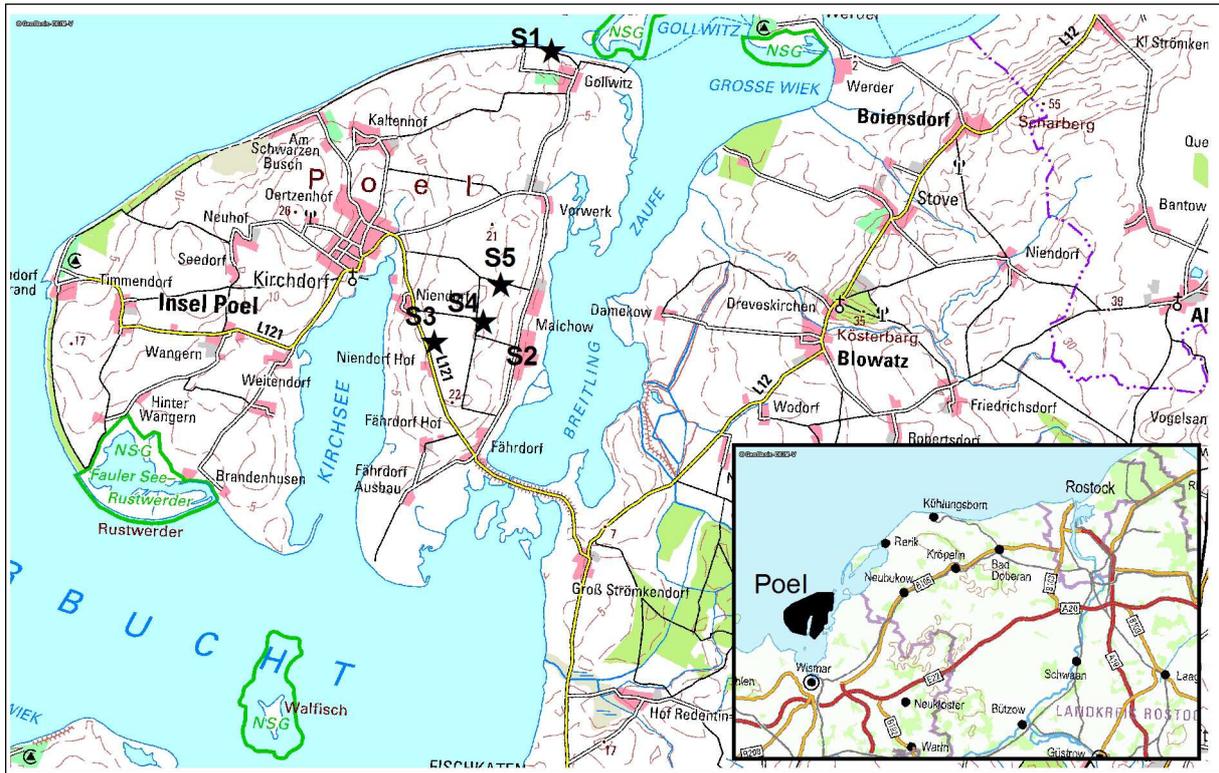


Abb. 1: Lage der Insel Poel an der Ostseeküste von MV (unten rechts) und Exkursionsverlauf (S = Exkursionspunkt, ★ Bodenprofil).

Einleitung und Ziel der Exkursion

Ein von der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock im Nordosten Deutschlands organisiertes bodenkundliches Exkursionsprogramm ist undenkbar ohne die Insel Poel – wegen der besonderen Bodenbildungen, aber auch wegen der möglicherweise damit im Zusammenhang stehenden Bedeutung Poels als Standort der agrarischen Forschung und Innovation. Bodenkundlich geht die Exkursion der Frage nach den Eigenschaften und der Genese der besonders humusreichen Böden auf Poel nach. Es soll die Frage diskutiert werden, ob, und - wenn „Ja“ – warum, außerhalb

der typischen Lössgebiete Tschernoseme und mit ihnen verwandte Böden entstanden sind. Der Exkursionstermin fällt zusammen mit dem Festwochenende zum 850-jährigen Jubiläum der ersten urkundlichen Erwähnung der Insel Poel (<http://www.insel-poel.de/850-jahre.php>)

Exkursionsraum

Poel besitzt eine Größe von 36 km² und liegt im Zentrum der Wismarbucht, ca. 10 km nördlich der Stadt Wismar (Abb. 1). Die Wismarbucht bildet zusammen mit der Lübecker Bucht im Westen die Mecklenburger Bucht und damit den südwestlichen Teil der Ostsee. Zwischen Fährdorf und

Groß Strömkendorf verbindet seit 1927 ein Damm die Insel mit dem Festland. In der Zonierung des geomorphologischen Grundgerüsts nach Billwitz (1997) gehört die Wismarbucht zum westlichen Teil der Nördlichen Vorlandzone des Landrückens und ist damit ein Landschaftstyp, dessen Gestalt sowohl durch die jüngsten Prozesse der Inlandvereisung als auch durch die menschliche Nutzung geprägt ist. Die Besiedlungsgeschichte der Insel lässt sich bis in das Spätmesolithikum zurückverfolgen (Benthien 1996). Landwirtschaft und Tourismus sind heute die dominierenden Wirtschaftszweige.

Poel liegt im Klimagebiet der mecklenburgisch-vorpommerschen Küste, das sich in einem ca. 20 km nach Süden reichenden Streifen entlang der Küste erstreckt. Dieser maritim beeinflusste Teil ist durch geringe jährliche Niederschläge (547 mm a^{-1}) mit einem Maximum im Juli und August und eine milde Jahresdurchschnittstemperatur ($8,3^\circ\text{C}$; Station Kirchdorf) vom südlich gelegenen kontinentaleren Klimagebiet abzugrenzen. Im Januar liegt die mittlere Temperatur bei 0°C und im Juli bei $16,7^\circ \text{C}$ (Meteorologischer Dienst, DDR 1987). Die Windverteilung auf der Insel ist repräsentativ für das gesamte westliche Küstengebiet. Es herrschen vorwiegend westliche Winde vor (Januar: 53,4 %, Juli: 60,1 %). Der Anteil von Windstille liegt auf Poel bei nur 4,1 % im Januar und 6,5 % im Juli (Forstliche Standortkartierung M-V, Teil B 1999).

Geomorphologisch betrachtet liegt Poel im Jüngeren Jungmoränengebiet Mecklenburg-Vorpommerns und damit im Bereich der typischen, flachwelligen, zum Teil kuppigen Grundmoräne nördlich der Pommerischen Hauptendmoräne. Zahlreiche Sölle und flache Senken kennzeichnen diesen glazial geprägten Landschaftstyp, der mit Hangneigungen zwischen 0 - 2 (max. 5°), abgesehen von den Kliffkanten, keine markanten Reliefunterschiede aufweist. Morphologisch besteht Poel aus zwei Rük-

cken, die in N-S-Richtung verlaufen und im Norden von 25 bzw. 22 m HN nach Westen und Osten bis auf 8 - 5 m HN abfallen. Diese Höhenrücken werden im Süden durch die Kirchsee in einen Ost- und einen Westteil getrennt. Die höchste Erhebung der Insel stellt der Knickelberg westlich von Kirchdorf mit 25,6 m HN dar.

Der generelle Substrataufbau im Untersuchungsgebiet ist für die flachwellige Grundmoränenlandschaft des Jüngeren Jungmoränengebietes typisch. Er besteht in der Regel an der Basis aus einem sandig-lehmigen Geschiebemergel, über dem ein entkalkter Geschiebelehm liegt. Im Hangenden ist als periglaziäre Deckschicht der Decksand ausgeprägt (Helbig, 1999). Oftmals sind glazilimnische und glazifluviale Sandlinsen in den Aufbau eingeschaltet. In kleineren, flachen Becken der Insel haben sich Schluffe und Tone abgelagert, über denen in der Regel Niedermoore ausgebildet sind. In den Niederungsbereichen im Übergang zur Küste befinden sich die Niedermoore auf Schlickern bzw. Schlick über Geschiebemergeln.

Nach der BÜK 1:1 Mio liegt Poel in der Bodenregion des wellig-hügeligen Flachlandes und der Hügelländer. Die Insel wird von den Leitbodenformen der Parabraunerde-Tschernoseme und Parabraunerden aus Geschiebemergel oder Beckenablagerungen geprägt. In den flachen Bereichen der Haken dominieren Podsole, Braunerde-Podsole und Gley-Podsole aus sandigen glazifluvialen Ablagerungen. Durch intensive landwirtschaftliche Nutzung sind in etwas stärker reliefierten Bereichen auf flachen Kuppen Pararendzinen und Regosole sowie gekappte Parabraunerden verbreitet. In Hangfußlagen sind bis zu 5 dm mächtige Kolluvien – wie auch in anderen Bereichen des Jungmoränengebietes (Helbig et al. 2002) - entwickelt, die im Bereich von Söllen in Gleye übergehen.

Exkursionsroute

Die Exkursion führt vom Start am Bahnhof Rostock über die Südstadt auf die A20 und folgt dieser in südwestlicher Richtung. Dabei wird großteils die Grundmoräne der als Mecklenburger Vorstoß (W3, Verlauf unsicher) bzw. Pommersche Haupttrandlage (W2) bezeichneten Eisrandlagen (W2) durchfahren. Letztere wird zwischen den Ortslagen Glasien (N) und Barbst (S) und ein zweites Mal bei der Ortslage Zurow gekreuzt. Die dazugehörigen Sander um Neukloster sind in Form mehrerer Kiestagebaue gut sichtbar erschlossen. Am Autobahnkreuz 9 (Kreuz Wismar) wendet sich die Exkursionsroute nach Norden, erreicht im bei Fährdorf die Insel Poel. Auf Poel werden zunächst die Steilküste bei Gollwitz, dann das Firmengelände der Norddeutschen Pflanzenzucht Hans-Georg-Lembke KG in Malchin sowie eine Catena aus 3 Bodenprofilen zwischen den Ortslagen Malchow und Kirchdorf angefahren bzw. begangen (Abb. 1).

Exkursionspunkt 1: Aktives Kliff in Gollwitz (P1) mit aufgeschlossenen Parabraun- und Fahlerden und einem Pseudogley-Tschernosem

Das Nordkliff bei Gollwitz zeigt überdeutlich zwei grundsätzlich verschiedene pedogenetische Bildungen: Südwestwärts sind weiträumig Parabraun- und Fahlerden aufgeschlossen, bei denen die Horizontabfolge Ah/A/Bt/ aus der Distanz vom Spülsaum bis zur 5 bis 10 m hohen Kliffkante sehr gut sichtbar ist. Gemessene Tongehaltsdifferenzen betragen um 10 % (bei 20 % T im Bt) und indizieren somit eher Parabraun- als Fahlerden. Geotopschutz und Abbruchgefahr verbieten eine genauere Observation der Aufschlüsse an dieser Stelle.

Direkt NW-exponiert vor der Exkursionsgruppe liegt das „Schlüsselprofil“ Gollwitz (Abb. 2). Seiner langjährig und dauerhaft guten Zugänglichkeit wegen wie auch auf-

grund der Besonderheit und Charakteristik für die „Tschernosem-Thematik“ auf Poel ist dieses Profil mehrfach beprobt, untersucht und beschrieben worden. Die Legendenerläuterung zur Bodenkarte 1 : 25 000, Blatt 1934 Kaltenhof/Blatt 2034 Insel Poel, weist einen Pseudogley-Tschernosem mit der Horizontabfolge Ah/Axh/Sw/Sd/eICv aus (Abb. 2).

Nordkliff Insel Poel - westlich Gollwitz

Tiefe bis	Horizontbezeichnung	Beschreibung
Geländeoberkante		
	Ah	mineralischer Oberbodenhorizont mit organischer Substanz
45 cm	Axh	Ah-Horizont mit Bioturbation
85 cm	Sw	Unterbodenhorizont mit Stauwassereinflüssen wasserleitend
100 cm	Sd	Unterbodenhorizont mit Stauwassereinflüssen wasserstauend
140 cm	eICv	Untergrundhorizont (Ausgangsgestein stark kalkhaltiger Geschiebemergel)
170 cm		
Bodentyp: Pseudogley - Tschernosem		

Foto LUNG, 2004

Abb. 2: Profilmfoto und -beschreibung Gollwitz (Karte 1 : 25 000, Blatt Kaltenhof)

Eine in Zusammenarbeit mit dem International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) in Wageningen/NL (O. Spargaaren) durchgeführte Beprobung und Aufnahme im Jahre 2005 führte ebenfalls zu dem Ergebnis „Tschernosem“ als Major Soil Unit für das nun in Wageningen als DE21 für Deutschland abgelegte Referenzprofil (Abb. 3).



Abb. 3: O. Spaargarden (rechts) zeigt den präparierten Profilblock des Tschernosems Gollwitz/Poel im ISRIC/NL (links P. Leinweber, Uni Rostock)

In der aktuellen Profilaufnahme 2012/2013 wurde die Horizontfolge mit fAp-Ah/Axh/Axh+Btv-Sw/Gcor-Sdg/Sdg-Gcr/Sg-eCc festgelegt. Argumente dafür sind: Die scharfe Horizontgrenze bei 20 cm indiziert einen reliktschen Ap; der Axh mit den typischen Merkmalen der Bioturbation ist mit dem darunterliegenden Sw oder Btv-Horizont (variiert räumlich, s. links und rechts des Profils) verzahnt, d.h. geht allmählich in diesen über. Substrate, Lagerungsdichten und redoximorphe Merkmale (Marmorierung und Fe-Mn-Konkretionen) indizieren darunter eine Stau- und Haftwasserdynamik; daneben ist aufgrund der geringen Höhe über Meeresspiegel auch eine Grundwasserdynamik wahrscheinlich, die sich z.B. durch die Ablagerung von sekundärem Kalk an Wurzelbahnen etc. zeigt. Trotz der etwas komplizierteren Horizontabfolge kommt im Ergebnis die gleiche Bodentyp-Klassifikation wie auf der o.g. Karte 1 : 25 000 heraus.

Exkursionspunkt S2: Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg-Lembke KG

Im Jahre 1897 übernahm der Bauernsohn Hans Lemke im Alter von 20 Jahren die Bewirtschaftung des elterlichen Landwirtschaftsbetriebes in Malchow auf Poel. Damit begann eine in die Gegenwart reichende erfolgreiche Öl- und Eiweißpflan-

zucht auf Poel, die auch heute noch das Bild der landwirtschaftlichen Bodennutzung auf der Insel prägt. Der wirtschaftliche Schwerpunkt liegt in der Raps-, Klee- und Rotkleezüchtung. Die Exkursionsteilnehmer erhalten auf den Firmengelände einen Einblick in die Firmengeschichte der NPZ-Lembke® sowie die aktuellen Zucht- und Forschungsprogramme sowie in die angewendeten Techniken und Technologien. Die NPZ lädt alle Exkursionsteilnehmer zum Mittagessen in ihren Speisesaal ein, bevor am Nachmittag eine Catena von drei Bodenprofilen in Betriebsflächen der NPZ besichtigt und diskutiert wird.

Exkursionspunkt S3, Profil C2/4

Der Tschernosem über Parabraunerde-Pseudogley C2/4 (Abb. 4) liegt 16 m HN in der Mitte eines nach Osten exponierten, schwach geneigten Hangs. Das zweischichtige Substrat besteht aus Geschiebelehm über sehr tiefem glazifluvialen Sand.

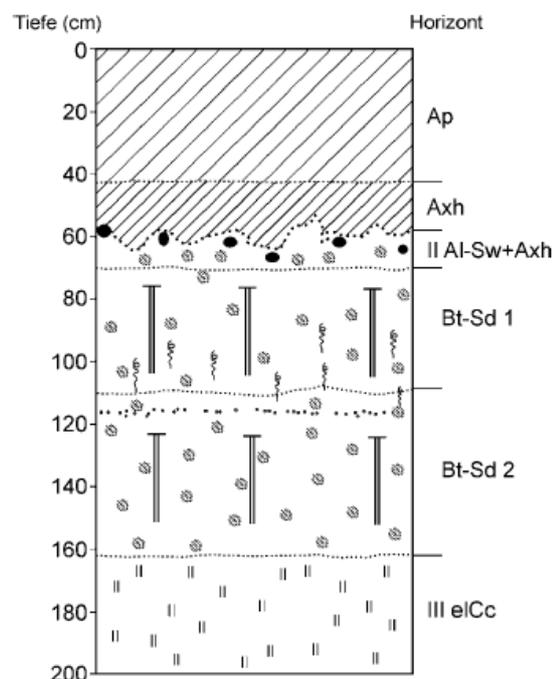


Abb. 4: Profilskizze von Profil C2/4 (nach Albrecht 2003).

Der Ap-Horizont ist durch eine scharfe Untergrenze in 43 cm Tiefe vom Axh-

Horizont abgegrenzt. Die Untergrenze des A_{xh}-Horizontes (Farbe: 10YR 3/1) ist stark zerfranst und mit dem liegenden Al-Sw+A_{xh}-Übergangshorizont verzahnt. Wie auch in den folgenden Profilen sind diese Horizonte durch Krotowinen geprägt. Neben den mit humosem Material ausgekleideten Regenwurmgingen sind in den B_t-S_d-Horizonten Tonüberzüge auf Aggregatoberflächen und in Porenräumen ausgebildet. Die Tonauswaschung im hangenden Horizont war makroskopisch nicht erkennbar. Redoximorphe Merkmale in Form von Bleichflecken und hellrostfarbenen Oxidationsflecken nehmen mit der Tiefe zu und sind im B_t-S_d-Horizont am stärksten ausgeprägt. Innerhalb dieses Horizonts verläuft in 118 cm Tiefe ein etwa 7 cm mächtiges Tonbändchen horizontal, das stark verwitterten Feinkies führt. Dass es sich hier um eine Steinanreicherung durch Perstruktion nach Kopp (1970) handelt, ist auszuschließen, da sie im periglazial unbeeinflussten Geschiebelehm liegt.

Exkursionspunkt S4, Profil C4/3

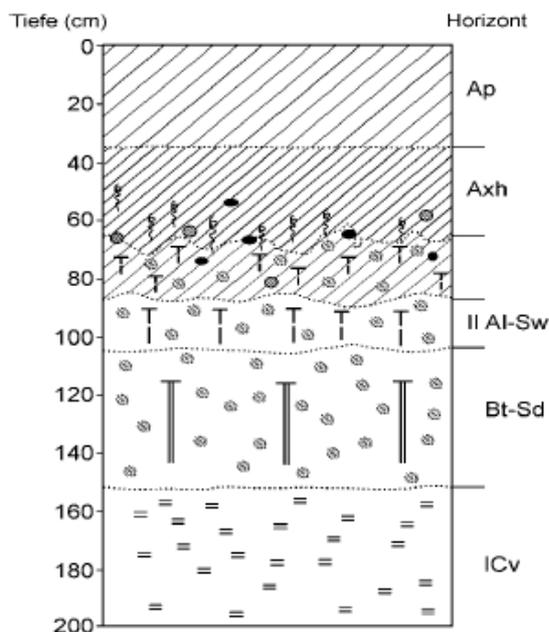


Abb. 5: Profilskizze von Profil C4/3 (aus Albrecht 2003).

Im flachwelligen Relief liegt das Profil C4/3 auf einer Verebnung in 20 m Höhe ü. HN. In einer Substratabfolge von Decksand über

er tiefem Geschiebelehm ist ein Tschernosem über Parabraunerde-Pseudogley entwickelt (Abb. 5). Die Tschernosemierung im Decksand belegt der sehr dunkle graubraune A_{xh}-Horizont (Farbe: 10YR 3/2). Bioturbate Durchmischung ist rezent nur durch eine Häufung von Regenwurmgrabröhren im unteren Bereich des Schwarzerdehorizonts sichtbar. Die reliktschen Grabgänge von Bodenwühlern messen 4 bis 8 cm im Durchmesser und kommen vor allem in einer Tiefe von 50 bis 90 cm vor.

Im Gegensatz zu Profil C2/4 dominieren im mittleren Profiltail Lessivierungsmerkmale die redoximorphen Merkmale. Letztere sind im IIAl-Sw-Horizont schwach ausgeprägt, nehmen jedoch mit der Tiefe zu. Das gesamte Profil zeichnet sich im Vergleich zu den übrigen Profilen durch einen deutlich höheren Skelettanteil aus, der zwischen 5 - 10% schwankt. Eine Bohrung belegt eine Entkalkungsgrenze bei 233 cm.

Exkursionspunkt S5, Profil C6/4

Der Tschernosem über Parabraunerde-Pseudogley liegt in einer leichten Senkenposition (Abb. 7). Dieser Lage sind auch die insgesamt mächtigen Ap-Horizonte geschuldet, die durch eine flache kolluviale Überdeckung zu erklären ist. So befindet sich unterhalb des Ap-Horizonts eine reliktsche Pflugsohle. Wird die aktuelle Pflugtiefe zugrunde gelegt, hat ein Auftrag um etwa 10 cm stattgefunden. Selbst nach Abzug der Mächtigkeit des rezenten Ap-Horizonts ist der A_{xh}-Horizont über 40 cm mächtig und erfüllt damit die Tschernosem-Kriterien nach KA 5.

Auch in diesem Profil ist der A_{xh}-Horizont mit dem liegenden Übergangshorizont verzahnt und von Krotowinen geprägt. Dieser ist etwas aufgehellt und besitzt nur vereinzelt oxidative und reduktive Kennzeichen. Die redoximorphen Merkmale werden im B_t-S_d-Horizont deutlicher. Der

unverwitterte Geschiebemergel steht bei 140 cm vergleichsweise hoch an.

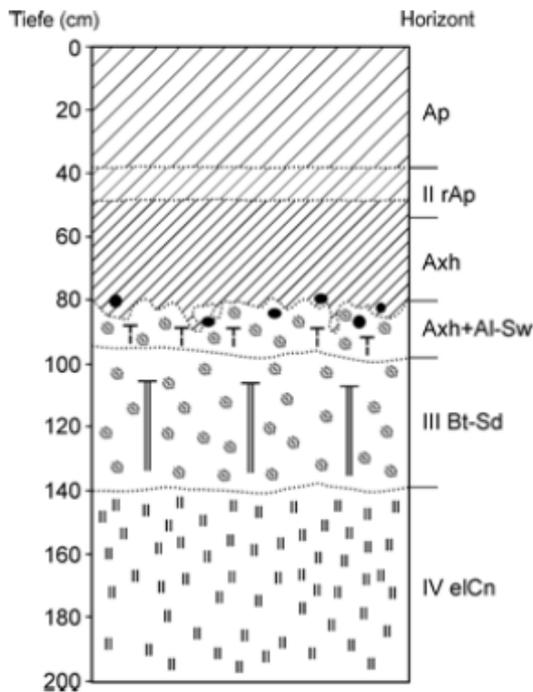


Abb. 6: Profilskizze von Profil C6/4 (aus Albrecht 2003).

Synthese: Wie ist das Vorkommen der Tschernoseme mit tiefgründigen Axh-Horizonten außerhalb ihrer typischen Verbreitungsgebiete, wie z. B. auf Poel ebenso wie auf Fehmarn und in der Uckermark, zu erklären?

Die großen zusammenhängenden Tschernosemgebiete Deutschlands befinden sich auf Löss und lössähnlichen Sedimenten in der Magdeburger Börde, der Hildesheimer/Braunschweiger Börde, im Thüringer Becken, in der Leipziger Tieflandsbucht sowie im Oberrheintalgraben. Weiterhin ist ein überwiegend trockenes Klima im Lee weiter westlich gelegener Höhenzüge typisch. Im Jungmoränengebiet beschränkt sich das Vorkommen von Tschernosemen nach der BÜK 1:1 Mio. (1993) auf drei Areale auf den Inseln Fehmarn und Poel sowie in der Uckermark. Deswegen kann das vereinzelte Vorkommen von Tschernosemen

im Jungmoränengebiet auch heute noch als eine Besonderheit gelten. Schimming & Blume (1993) haben Schwarzerden auf Fehmarn mit feuchtebedingt reduziertem OBS-Abbau erklärt; eine analoge Erklärung geben Fischer-Zujkov et al. (1999) für schwarzerdeähnliche Böden in der Uckermark.

Beschreibungen des Tschernosem-Vorkommens auf Poel sowie teilweise Untersuchungsergebnisse sind in Bülow (1938), Böttcher (1959), Diemann (1973) und Albrecht (2003) dokumentiert. Die anhand der vier Profile gezeigten Tschernoseme (Leitbodengesellschaften Pseudogley-Tschernoseme und Tschernosem-Pseudogleye) wurden innerhalb der Böden der lehmigen Grundmoränenplatten und lehmigen Endmoränen im Blatt 1934/Blatt 2034 als „verbreitet“ (30 bis <50% Flächenanteil) charakterisiert (LUNG MV 2003). Neben den besichtigten Arealen auf dem Ostteil der Insel sind größere zusammenhängende Flächen mit Tschernosemen auch auf dem Westteil um die Ortslage Kirchdorf sowie zwischen Timmendorf und Hinterwangern vorhanden (Abb. 7, 8).

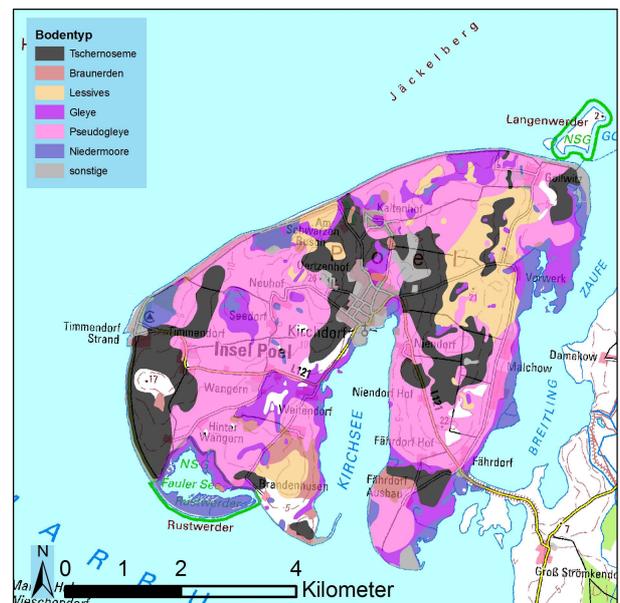


Abb. 7: Konzeptbodenkarte 1: 25 000, Blatt 2034, sehr stark nach dominant auftretenden bodensystematischen Einheiten generalisiert, Tschernoseme dunkel hervorgehoben (LUNG M-V 2012, unveröffentlicht).



Abb. 8: Das Kliff am Timmendorfer Strand (Poel-W) zeigt grossflächig aufgeschlossene Tschernoseme mit den schwarz gefärbten, um 50 cm mächtigen Axi-Horizonten (Aufn. P. Leinweber, 5.1.2013).

Da bei jeglichen Diskussionen zur Tschernosem-Genese zunächst die organische Bodensubstanz (OBS) im Mittelpunkt steht, haben wir untersucht, ob die molekulare OBS-Zusammensetzung dieser Böden derjenigen aus den typischen Steppen-Schwarzerde-Gebieten der Welt ähnlich und anderen Böden mit anderer denkbarer Humusanreicherung entweder ähnlich oder unähnlich ist. Es wurden insgesamt 76 Proben von Axi- und Ap-Horizonten von Tschernosemen und 266 Vergleichsproben humusreicher Ah-Horizonte anderer Genese mit Pyrolyse-Feldionisation Massenspektrometrie (Py-FIMS) untersucht (Thiele-Bruhn et al. 2013). Multivariate statistische Auswertungen haben u.E. unzweifelhaft folgenden ersten Schluss ergeben: Die Molekularstruktur der OBS in den „dunklen“ Axi-Horizonten ist derjenigen von vergleichbaren Axi-Horizonten aus typischen Tschernosem-Gebieten so ähnlich, und demgegenüber derjenigen aus Proben offensichtlicher Nicht-Tschernoseme mit auch dunkel gefärbter OBS in Ah-Horizonten so unähnlich, dass sich eine mit den „weltweiten Tschernosemen“ vergleichbare Genese ableiten lässt, sofern sie die Molekular-

struktur der OBS betrifft. Diese kann mit den Stichworten „Semiarides Klima, Steppenvegetation“, „Bioturbation“ auf Löss (und lössähnlichen Substraten) beschrieben werden. Tiefreichende Indikatoren der Bioturbation (Regenwurmgänge, Krotowinen) waren in allen als Tschernosem klassifizierten Profilen deutlich nachweisbar.

Die Frage nach dem Zeitraum der Pedogenese für die Tschernoseme außerhalb der Kernverbreitungszone ist von eminenter Bedeutung. Da auf Poel keine schwarzen Tonüberzüge in den Lessivés festzustellen sind, d.h. aus den Schwarzerden keine Tonverlagerung in die darunterliegenden Lessivés stattgefunden hat, sind die Tschernoseme damit eindeutig jünger als die Lessivés, wenn eine zeitgleiche Pedogenese auszuschließen ist. Bisherige AMS¹⁴C-Datierungen an Gesamtproben der organischen Bodensubstanz aus den Axi-Horizonten der Profile C2/4, C4/3 und C6/4 ergaben kalibrierte Alter zwischen 346 und 772 AD (Albrecht & Kühn 2011). Es ist davon auszugehen, dass diese Alter weder den Beginn noch das Ende der Tschernosembildung darstellen, sondern ein Mischalter sind. Nichtsdestotrotz widerspricht dies dem gängigen Konzept der frühholozänen Tschernosemgenese (z.B. Rohdenburg & Meyer 1968)

Neuerdings ist der Faktor „Feuer“ als wesentlich in der Tschernosem-Genese hervorgehoben worden, was aus hohen Anteilen pyrogener Moleküle in der OBS (Rodionov et al. 2006) sowie räumlichen Übereinstimmungen von Tschernosem-Arealen mit alten Siedlungsplätzen abgeleitet wurde (Eckmeier et al. 2007). Diese Diskussion ist noch nicht abgeschlossen (z.B. Lorz & Saile 2011). Zumindest fleckenhaftes Vorkommen von dunklen, später lessivierten Horizonten (z.B. im Rheinland) mit einem Alter von 6,4-4,3 ka, ließe sich durch Aktivitäten von feuerbasierten Agrargesellschaften erklären (Gerlach et al. 2012).

Mit dieser Thematik, einschließlich Altersbestimmungen der OBS, befasst sich aktuell eine Master-Arbeit, deren Ergebnisse auf der Exkursion vorgestellt werden. Abschließend werden alle vorhandenen Informationen zu einer These über die Faktorenkombination für die Entwicklung der Tschernoseme auf Poel zusammengefasst.

Literatur

- Albrecht, C., 2003. Verbreitung und Genese der schwarzerdeähnlichen Böden auf der Insel Poel. Eine GIS- und laborgestützte bodenkundliche Studie. Dipl. Arbeit, Geogr. Institut, Universität Greifswald. 50 S. + 23 S. Anhang.
- Albrecht, C.; Kühn, P., 2011. Properties and formation of Black Soils on the Island of Poel (NE Germany) *Quaternary International* 243: 305-312.
- Benthien, B., 1996. Grundzüge der Kulturlandschaftsentwicklung: Das Erbe der Vergangenheit. In: Weiss, W [Hrsg.]: Mecklenburg – Vorpommern: Brücke zum Norden Tor zum Osten. 1. Aufl., 238 S.; Gotha - (Perthes)
- Billwitz, K. [Hrsg.] 1997. Landschaftsökologische Studien und methodische Handreichungen. - Greifswalder Geographische Studienmaterialien, 5; 144 S.
- Böttcher, H., 1959. Beschreibung und Untersuchungen der schwarzerdeähnlichen Böden der Insel Poel. – Diplomarbeit Institut für Agrilkulturchemie und Bodenkunde Universität Rostock.
- Bülow, K. von, 1938. Poel. Eine geologische und bodenkundliche Inselstudie. Mitteilungen der Mecklenburgischen Geologischen Landesanstalt 47, NF 12. Rostock.
- Diemann, R. 1973. Ausbildung und Entstehung des Substrattyps Tieflehm im nördlichen Jungmoränenengebiet der DDR. – Dissertation, Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg; 166 S. + Anlagenband.
- Eckmeier, E., Gerlach, R., Gehrt, E., Schmidt, M.W.I., 2007. Pedogenesis of Chernozems in Central Europe — A review. *Geoderma* 139, 288-299.
- Fischer-Zujkov, U., Schmidt, R., Brande, A., 1999. Phaeozems of northeastern Germany and their position in holocene landscape development. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 162(4), 443-449.
- Forstliche Standortkartierung M-V, 1999. Teil B Standortformen und Standortgruppen. Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete, Malchin. 484 S.
- Gerlach, R. Fischer, P., Eckmeier, E., Hilgers, A. 2012. Buried dark soil horizons and archaeological features in the Neolithic settlement region of the Lower Rhine area, NW Germany: Formation, geochemistry and chronostratigraphy. *Quaternary International* 265: 191-204.
- Helbig, H., 1999. Die periglaziale Überprägung der Grundmoränenplatten in Vorpommern. – *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 143: 373-386
- Helbig, H., De Klerk, P., Kühn, P., Kwasniowski, J. 2002. Colluvial sequences on till plains in Vorpommern (NE Germany). – *Zeitschrift f. Geomorphologie, Suppl. Bd.*, 128: 81-100.
- Kopp, D., 1970. Periglaziäre Umlagerungs- (Perstruktions-)zonen im nordmitteleuropäischen Tiefland und ihre bodengenetische Bedeutung. *Tagungsberichte der Dt. Akademie der Landwirtsch. Wiss*, 102: 55-81.
- Lorz, C., Saile, T., 2011. Anthropogenic pedogenesis of Chernozems in Germany? - A critical review. *Quaternary International* 243, 273-279.
- LUNG MV, 2003. Bodenkarte von MV, 1 :25 000, Blatt 1934 Kaltenhof/Blatt 2034 Insel Poel.
- Rodionov, A., Amelung, W., Haumaier, L., Uru-sevskaja, I., Zech, W., 2006. Black carbon in the zonal steppe soils of Russia. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 169, 363-369.
- Rohdenburg, H., Meyer, B. 1968. Zur Datierung und Bodengeschichte mitteleuropäischer Oberflächenböden (Schwarzerde, Parabraunerde, Kalksteinbraunlehm): Spätglazial oder Holozän? *Göttinger Bodenkundliche Berichte*, 6: 127-212.
- Schimming, C.-G., Blume, H.-P., 1993. Landschaften und Böden Ostholsteins. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 70, 47-78.
- Thiele-Bruhn, S., Leinweber P., Eckhardt K.-U., Siem H.K., Blume H.-P., 2013. Identifying Chernozem properties of Black Soils in the Baltic region of Germany from soil organic matter composition investigated by Py-FIMS. *Geoderma* (submitted)

Exkursionspunkt G5/S1/P1, Gollwitz auf Poel (Nordspitze)

Bearbeiter: Leinweber, Zimmer, Kruse **TK25:** 1934 **Datum:** 26.04.2012

Lage: RW: 269228 HW: 5991918 8 m NN **Kreis:** Nordwestmecklenburg

Jahresmitteltemperatur: 8 °C **Niederschlag:** 550 mm

Relief: Steilküstenkliff **Nutzung:** Keine (Teil des Küstenschutzwaldes)

Profilbeschreibung

Probe	Tiefe	Horizont	Horizontbeschreibung
1	0...20	fAp-Ah	N. u. de-sc abgegr., sehr dunkelgrau (5YR3/1), gut durchlüfteter, feu2, kru, intensiv durchwurzelter SI
2, 3	20...50, 50...80	Axh	N. u. di,h abgegr. sehr dunkelgrau (7.50YR3/1 und 5YR3/1), gut durchlüfteter, feu2, krü, intensiv durchwurzelter SI
4	80...100	II Axh+Bvt-Sw	Verzahnung, Bioturbation, wenig Konkretionen, 20 % Redoxmerkmale, redoximorphe Merkmale, schwache Toncutane, dunkel graubraun (2.5Y4/2), sowie braungelbe Rostflecke (10YR6/8)
5	100...135	II Gcor-Sdg	> 80 % Redoxmerkmale, überwieg. reduktiv, sekundäre Carbonate an Wurzelbahnen, wenig Konkretionen, graubraun (2,5Y5/2) braungelbe Rostflecke (10YR6/8)
6	135...150	II Sdg-Gcr	> 80 % Redoxmerkmale, überwieg. reduktiv, sekundäre Carbonate an Wurzelbahnen, 10% Konkretionen, hellgrau (2.5Y7/2) sowie Rostflecken gelblichbraun (10YR5/8)
7	>150	III Sg-eCc	Stau- und Haftwasservernässung, redoximorphe Merkmale Konkretionen hellgrau (2.5Y7/1) sowie Konkretionen gelblichbraun (10YR5/8)

Profilkennzeichnung

Humusform	Mull (C_{org} -Vorrat 12,5 kg m ⁻²)
Bodenform	Pseudogley-Tschernosem (SS-TT) aus periglaziärem Sand über glazigenem Sand (p-s//g-s), p-s//g-s//g-el
WRB	Stagnic Phaeozem
Anmerkungen	Analoges Profil als DE21 im ISRIC, Wageningen, konserviert.

¹ DPS = Phosphorsättigungsgrad: $P_o/[0,5 \times (Al_o + Fe_o)] \times 100$ [%]

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Kömgrößößenklassen (%)			Bodenart	rho g/cm ³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
1	11	18	71	SI3	1.48	44	28	7.3	20
2	11	24	65	SI3	1.45	45	29	8.2	21
3	11	29	59	SI3	1.35	49	31	9.0	22
4	18	28	54	Ls4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
5	16	20	64	SI4	1.71	36	26	11	15
6	28	31	41	Lt2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
7	15	14	71	SI4	1.72	35	24	8,9	15

Probe	pH (CaCl ₂)	Carbonat (%)	C_{org} (g kg ⁻¹) (kg m ⁻²)		N_t (g kg ⁻¹)	C_{org}/N_t	S (g kg ⁻¹)
1	7.02	-	12	3,5	1.2	10	0.18
2	7.48	-	15	6,5	1.4	11	0.27
3	7.42	-	4.6	1,9	0.55	8.3	0.17
4	7.68	-	1.3	~0,4	0.35	3.8	0.19
5	8.02	32	(0.3)	~0,1	0.38	(0,8)	0.35
6	8.01	14	(0.4)	~0,1	0.28	(1,4)	0.33

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	Na _t mg kg ⁻¹
1	5.0	8.6	1510	1266	1345	289	235	830
2	5.7	8.1	2266	1160	1644	229	226	1641
3	8.3	15	1264	1620	2667	771	121	1637
4	8.3	18	2018	1691	3088	102	135	3082
5	11	18	121259	2670	4531	350	266	1845
6	5.0	14	49127	1801	2180	230	317	4982

Probe	Oxalatextrakt					DL-Extrakt		
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	DPS ¹ %	K mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
1	0.47	1.3	236	135	21	101	310	12
2	0.70	1.4	176	141	18	72	506	4.2
3	0.48	0.93	658	53	10	29	367	1.3
4	0.27	0.43	16	49	18	n.b.	n.b.	n.b.
5	0.28	0.64	71	125	37	n.b.	n.b.	n.b.
6	0.10	0.46	123	103	56	n.b.	n.b.	n.b.

Exkursionspunkt G5/S3/C2/4, Poel

Bearbeiter: C. Albrecht/P. Kühn **TK25:** 1934 **Datum:** 2002
Lage: RW: 267648 HW: 5987950 13 m HN **Kreis:** NWM
Jahresmitteltemperatur: 8 °C **Niederschlag:** 550 mm
Relief: Flachwellig 2° **Nutzung:** Acker

Profilbeschreibung:

Probe	Tiefe	Horizont	Horizontbeschreibung
1	0 - 43	Ap	schwach humos, sehr dunkelgrau-braun (10YR3/2), bro, SI3, Skelett 2 Vol.-%; pky-(k2)ls(Sp)
2	43 - 57	Axh	mittel humos, sehr dunkelgrau (10YR3/1), sub bis ein, SI3, Skelett 2 Vol.-%; pky-(k2)ls(Sp)
3	57 - 70	II Al-Sw+Axh	sehr schwach humoser, brauner (10YR4/3) Verzahnungshorizont, sub, Krotowinen deutlich erkennbar, SI4, Skelett 2 Vol.-%; gm-(k2)sl(Mg)
4	70 - 110	II Bt-Sd1	sehr schwach humos, gelblich braun (10YR5/4), hellrostfarbene Konkretionen und Flecken; Bleichflecken, schwache pol bis sub, schwache Tonüberzüge, Ls3, Skelett 3 Vol.-%; gm-(k2)ll(Mg)
5	110 - 162	II Bt-Sd2	gelblich braun (10YR5/8), deutliche Regenwurmgänge, stark verwitterte Gerölle, pol bis sub, schwache Tonüberzüge, Ls4, Skelett 3 Vol.-%, bei 118 cm ein 7 cm mächtiges fg-führendes Tonband; gm-(k2)sl(Mg)
6	162-225+	III elCc	bräunlich gelb (10YR6/6), hellrostfarbene und gebleichte Flecken sowie hellrostfarbene Konkretionen, vereinzelt Pseudomycelien, SI2; fg-clS(Sgf)

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	TT/LL-SS:p-(k)s(Sp)/g-(k)l(Mg)/f-cs(Sgf) Tschernosem über Parabraunerde-Pseudogley aus kiesführendem Sand (aus Geschiebedecksand) über kiesführenden Moränenlehm (aus Geschiebemergel) über sehr tiefem Kalkfluviasand (aus Schmelzwassersand)
WRB	Haplic Phaeozem over stagnic Luvisol

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößeklassen (%)							Bodenart KA 5	rho g cm ⁻³
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS		
1	10.0	3.3	6.8	16.7	44.3	16.9	1.9	SI3	
2	11.1	3.7	9.7	17.9	39.9	15.3	2.4	SI3	
3	15.8	5.2	11.4	17.2	35.1	12.6	2.7	SI4	
4	17.5	4.7	10.6	20.4	32.2	12.3	2.4	Ls3	
5	21.8	5.1	8.4	11.9	27.6	20.9	4.3	Ls4	
6	6.1	3.4	6.7	12.0	50.7	18.0	3.2	SI2	

Probe	pH (CaCl ₂)	CaCO ₃ (%)	C _{org} (%)	N _t (%)	C _{org} /N _t	Fe _o	Fe _d	Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t
						mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹			
1	5.9	-	0.91	0.099	9.2	1472	3869	0.38	25.7	15.9
2	5.6	-	0.70	0.081	8.6	1273	3732	0.34	21.2	14.0
3	5.7	-	0.39	0.056	7.0	1127	4805	0.23	18.6	14.3
4	5.8	-	0.24	0.041	-	912	5076	0.18	18.6	15.2
5	5.9	-	0.16	0.032	-	1302	7249	0.18	23.9	19.6
6	7.3	7.9	0.03	0.010	-	397	4233	0.09	28.3	25.6

Probe	Kationenaustauschkapazität				
	Ca cmol _c kg ⁻¹	Mg cmol _c kg ⁻¹	K cmol _c kg ⁻¹	Na cmol _c kg ⁻¹	KAK _{pot} cmol _c kg ⁻¹
1	15.5	0.9	0.8	0.0	15
2	21.3	1.8	1.6	0.0	25
3	21.5	1.9	2.0	1.7	18
4	12.4	2.3	7.7	0.0	18
5	21.9	1.9	1.8	0.0	25
6	14.2	2.9	2.3	0.2	20

Probe	Hauptelemente											
	SiO ₂ %	TiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	LOI	Sum
1	86,79	0,38	5,44	1,50	0,05	0,37	0,55	0,73	1,83	0,14	3,55	100,6
2	85,40	0,42	5,99	1,76	0,04	0,45	0,54	0,74	1,91	0,09	3,68	100,1
3	83,47	0,48	7,26	2,58	0,03	0,62	0,60	0,73	2,03	0,06	4,23	100,6
4	82,61	0,49	7,54	2,73	0,03	0,68	0,62	0,72	2,03	0,05	4,23	100,2
5	81,84	0,42	7,98	3,03	0,04	0,79	0,66	0,76	2,17	0,07	4,15	100,4
6	81,09	0,30	5,03	1,50	0,03	0,39	4,91	0,76	1,68	0,07	4,97	100,2

Exkursionspunkt G5/S4/C4/3, Poel

Bearbeiter: C. Albrecht/P. Kühn **TK25:** 1934 **Datum:** 2002
Lage: RW: 268311 HW: 5988230 20 m HN **Kreis:** NWM
Jahresmitteltemperatur: 8 °C **Niederschlag:** 550 mm
Relief: Verebnung **Nutzung:** Acker

Profilbeschreibung:

Probe	Tiefe	Horizont	Horizontbeschreibung
1	0-35	Ap	schwach humos, dunkelbraun (10YR3/3), Bröckelgefüge, SI3, Skelett 2 Vol.-%; pky-(k2)ls(Sp)
2	35-65	Axh	schwach humos, sehr dunkelgraubraun (10YR3/2), Subpolyedergefüge, zahlreiche Krotowinen und Regenwurmgänge, SI3, Skelett 25 Vol.-%; pky-(k4)ls(Sp)
3	65-87	Al-Sw+Axh	sehr schwach humoser, gelblich brauner (10YR5/6) Verzahnungshorizont, schwache Subpolyeder bis Einzelkorngefüge, zahlreiche Krotowinen, Su2 (hoher Feinsandanteil), Skelett 10 Vol.-%; pky-(k4)us(Sp)
4	87-105	II Al-Sw	sehr schwach humos, bräunlich gelb (10YR6/6), schwache hellrostfarbene Konkretionen und Flecken; Bleichflecken, schwache Subpolyeder bis Einzelkorngefüge, Regenwurmgänge, Su2, Skelett 25 Vol.-%; fg-(k4)ls(Sgf)
5	105-155	II Bt-Sd	dunkel gelblich braun (10YR4/6), schwache Tonüberzüge, hellrostfarbene und gebleichte Flecken sowie hellrostfarbene Konkretionen, SI3 (Wechselagerung zwischen SI3 und Su2), Skelett 10 Vol.-%; fg-(k4)ls(Sgf)
6	155-233+	II ICv	gelblich braun (10YR5/4), hellrostfarbene und gebleichte Flecken sowie hellrostfarbene Konkretionen, SI3; fg-ls(Sgf)

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	TT/LL-SS:p-(k)s(Sp)//f-(k)s(Sgf) Tschernosem über Parabraunerde-Pseudogley aus kiesführendem Sand (aus Geschiebedecksand) über tiefem kiesführenden Fluvisand (aus Schmelzwassersand)
WRB	Haplic Phaeozem over stagnic Luvisol (arenic)

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößeklassen (%)							Bodenart KA 5	rho g cm ⁻³
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS		
1	10.3	4.7	9.7	18.8	41.0	13.9	1.5	SI3	
2	10.4	4.3	8.4	19.1	37.7	17.4	2.7	SI3	
3	4.9	2.8	5.1	14.0	48.7	21.0	3.4	Su2	
4	4.0	1.3	3.1	17.8	58.9	13.1	1.8	Su2	
5	11.9	3.3	8.8	13.7	42.0	16.4	3.7	SI3	
6	11.5	3.7	8.8	15.0	43.1	15.4	2.5	SI3	

Probe	pH (CaCl ₂)	CaCO ₃ (%)	C _{org} (%)	N _t (%)	C _{org} /N _t	Fe _o	Fe _d	Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t
						mg kg ⁻¹				
1	5.5	-	0.99	0.102	9.7	1328	3849	0.35	27.4	17.9
2	5.5	-	0.65	0.077	8.4	1281	3857	0.33	30.2	20.2
3	5.4	-	0.23	0.034	6.8	712	2211	0.32	19.9	13.5
4	5.6	-	0.10	0.015	-	450	1589	0.28	15.9	11.4
5	5.7	-	0.11	0.022	-	1205	5694	0.21	26.4	20.8
6	5.6	-	0.12	0.023	-	902	7971	0.11	30.6	27.2

Probe	Kationenaustauschkapazität				
	Ca cmol _c kg ⁻¹	Mg cmol _c kg ⁻¹	K cmol _c kg ⁻¹	Na cmol _c kg ⁻¹	KAK _{pot} cmol _c kg ⁻¹
1	3.8	0.2	1.8	1.2	16
2	21.9	3.4	2.2	2.9	28
3	3.1	0.1	0.6	1.3	4
4	3.2	0.2	5.8	0.0	18
5	11.9	0.7	0.6	0.0	6
6	12.7	0.8	1.7	0.0	16

Probe	Hauptelemente											
	SiO ₂ %	TiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	LOI	Sum
1	87.18	0.35	5.18	1.41	0.06	0.33	0.52	0.71	1.77	0.14	2.84	100,5
2	87.78	0.35	5.09	1.28	0.05	0.29	0.49	0.71	1.73	0.11	2.25	100,1
3	90.04	0.32	4.86	1.11	0.03	0.29	0.45	0.75	1.70	0.07	1.15	100,8
4	90.45	0.30	4.58	1.00	0.02	0.26	0.45	0.72	1.68	0.06	0.85	100,4
5	85.59	0.41	6.63	2.16	0.04	0.54	0.55	0.76	2.00	0.09	1.77	100,5
6	85.21	0.40	6.65	2.60	0.03	0.52	0.52	0.74	2.02	0.07	2.00	100,8

Exkursionspunkt G5/S5/C6/4, Poel

Bearbeiter: C. Albrecht/P. Kühn **TK25:** 1934 **Datum:** 2002

Lage: RW: 268540 HW: 5988730 8 m HN **Kreis:** NWM

Jahresmitteltemperatur: 8 °C **Niederschlag:** 550 mm

Relief: flachwellig, Mikrosenke 1° **Nutzung:** Acker

Profilbeschreibung

Probe	Tiefe	Horizont	Horizontbeschreibung
1	0-38	Ap	schwach humos, sehr dunkelbraun (10YR2/3), bro, Si3, Skelett 2 Vol.-%; pky-(k2)ls(Sp)
2	38-47	rAp	schwach humos, sehr dunkelgraubraun (10YR3/2), schwache sub, Su3, Skelett 5 Vol.-%; pky-(k2)us(Sp)
3	47-80	Axh	schwach humos, dunkelbraun (7.5YR3/3), schwache Sub, zahlreiche Krotowinen, Su3, Skelett 5 Vol.-%; pky-(k2)us(Sp)
4	80-95	II Axh+Al-Sw	sehr schwach humos, braun (10YR5/3), schwache hellrostfarbene Konkretionen und (gebleichte) Flecken; schwache sub- bis ein, Krotowinen, Su3, Skelett 3 Vol.-%; pky-(k2)ls(Sp) + gm-(k2)ll(Mg)
5	95-140	II Bt-Sd	gelblich braun (10YR5/8), schwache Tonüberzüge, hellrostfarbene u. gebleichte Flecken sowie hellrostfarbene u. braunschwarze Konkretionen, Krotowinen, Ls4, Skelett 3 Vol.-%; gm-(k2)ll(Mg)
6	140-160+	III elCn	bräunlich gelb (10YR6/6), stark carbonathaltig, hellrostfarbene u. gebleichte Flecken sowie hellrostfarbene u. brnschw. Konkretionen, Lts, Skelett 2 Vol.-%; gm-(k2)ctl(Mg)

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	TT/LL-SS:p-(k)s(Sp)/g-(k)l(Mg)///g-(k)cl(Mg) Tschernosem über Parabraunerde-Pseudogley aus kiesführendem Sand (aus Geschiebedecksand) über tiefem kiesführendem Moränenlehm (aus Geschiebemergel) über sehr tiefem kiesführendem Kalksandlehm der Grundmoräne
WRB	Haplic Phaeozem over stagnic Luvisol

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößeklassen(%)							Bodenart KA 5	rho g cm ⁻³
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS		
1	9.0	3.7	7.0	13.8	44.0	20.9	1.7	Si3	
2	7.9	3.2	7.8	15.0	45.1	20.0	1.0	Su3	
3	6.7	3.5	7.3	15.4	45.2	20.4	1.5	Su3	
4	6.9	4.0	9.2	17.3	42.6	17.4	2.8	Su3	
5	17.8	3.1	8.4	12.3	39.7	15.3	3.5	Ls4	
6	31.2	8.4	10.4	8.6	28.1	11.2	2.0	Lts	

Probe	pH (CaCl ₂)	CaCO ₃ (%)	C _{org} (%)	N _t (%)	C _{org} /N _t	Fe _o , Fe _d mg kg ⁻¹		Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t
						Fe _o	Fe _d			
1	5.9	-	0.61	0.067	9.1	1247	4948	0.25	31.3	23.4
2	6.1	-	0.58	0.104	9.0	1303	3566	0.37	27.6	17.5
3	5.9	-	0.61	0.063	5.6	1243	3498	0.36	28.2	18.2
4	6.4	-	0.19	0.026	7.3	809	3095	0.26	26.5	19.6
5	6.2	-	0.16	0.029	-	895	8327	0.11	19.1	17.1
6	7.4	9.7	0.15	0.020	-	312	4734	0.07	23.3	21.7

Probe	Kationenaustauschkapazität				
	Ca cmol _c kg ⁻¹	Mg cmol _c kg ⁻¹	K cmol _c kg ⁻¹	Na cmol _c kg ⁻¹	KAK _{pot} cmol _c kg ⁻¹
1	15.50	0.90	0.80	0.00	15.00
2	21.30	1.80	1.60	0.00	24.70
3	21.50	1.90	2.00	1.70	17.70
4	12.40	2.30	7.70	0.00	18.40
5	21.90	1.90	1.80	0.00	25.20
6	14.20	2.90	2.30	0.20	20.40

Probe	Hauptelemente											
	SiO ₂ %	TiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	LOI	Sum
1	86.26	0.36	5.50	1.58	0.050	0.36	0.56	0.71	1.82	0.11	2.93	100.2
2	88.47	0.36	5.24	1.29	0.049	0.29	0.51	0.70	1.76	0.08	2.09	100.9
3	88.05	0.36	5.19	1.24	0.053	0.28	0.51	0.71	1.76	0.08	2.06	100.3
4	88.83	0.38	5.26	1.17	0.038	0.32	0.46	0.75	1.82	0.04	1.16	100.2
5	76.65	0.55	10.01	4.35	0.061	1.02	0.68	0.62	2.30	0.07	4.18	100.5
6	83.12	0.42	7.24	2.72	0.049	0.63	0.62	0.73	1.96	0.06	2.40	100.7

G6: Stoffausträge aus Kleineinzugsgebieten der Grundmoräne

Petra Kahle¹, Sascha Beetz², Bärbel Tiemeyer³, Bernd Lennartz¹, Stephan Glatzel²

- ¹ Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur Bodenphysik und Ressourcenschutz, 18051 Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 6
- ² Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur Landschaftsökologie und Standortkunde, 18051 Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 6
- ³ Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, 38116 Braunschweig, Bundesallee 50

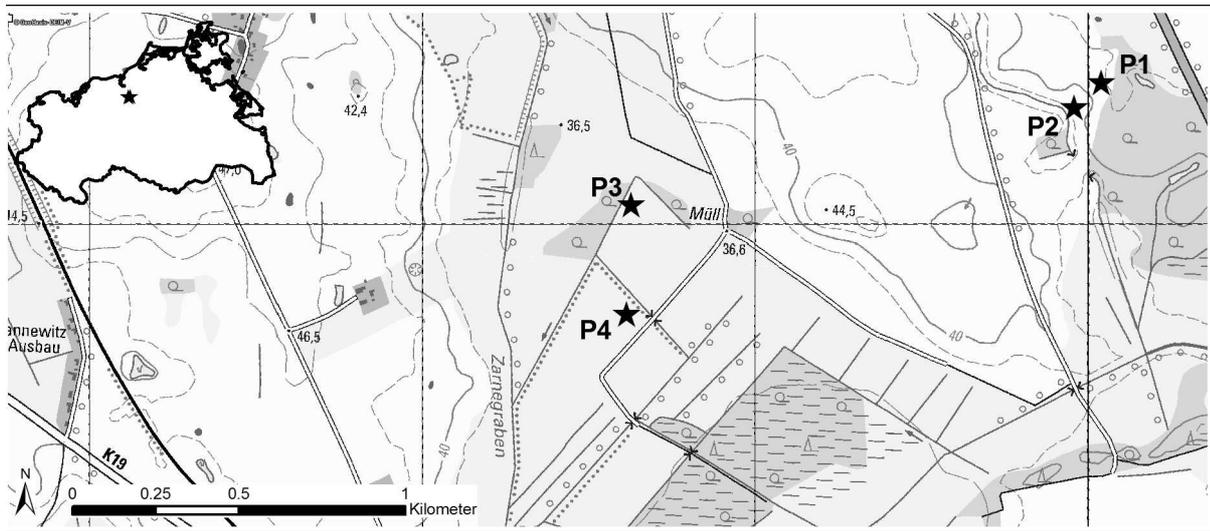


Abb. 1: Exkursionsgebiet mit den vier Profilstandorten in der Nähe von Dummerstorf

Einleitung

Eine in Deutschland durchgeführte Bestandsaufnahme zeigt, dass 62 % der Flüsse, 38 % der Seen und sogar 91 % der Küsten- und Übergangsgewässer die Umweltziele nach EU-Wasserrahmenrichtlinie wahrscheinlich nicht erreichen werden (BMU 2005). Ursache dafür sind neben Gewässerstrukturdefiziten die nach wie vor zu hohen Nährstoffeinträge. Nach aktuellen Nährstoffeintragsberechnungen für Deutschland gelangen 22 % des Stickstoffeintrages über den Pfad der Dränung in oberirdische Gewässer (Fuchs et al. 2010). Für MV wurden sogar 47 % des N-Eintrages über die Dränung kalkuliert, gefolgt vom Grundwasserpfad mit 25 % (Behrendt & Bachor 1998).

Die Dränung als weithin praktizierte agrotechnische Maßnahme verkürzt die Aufenthaltsdauer des Niederschlagswassers und der darin gelösten Stoffe in der biologisch aktiven, ungesättigten Zone des Bodens und kann dadurch den Nährstoffeintrag in die Oberflächengewässer erhöhen. Bei entwässerten Mooren kommt hinzu, dass die Belüftung zuvor wassergesättigter Ho-

rizonte zum Abbau der organischen Substanz und damit zur Freisetzung u.a. von Nitrat führt.

Zur Prüfung der Auswirkungen der Dränung auf den Wasser- und Stoffhaushalt wird in einem typischen Einzugsgebiet der jungpleistozänen Landschaft MVs seit 2001 ein hierarchisch aufgebautes Messprogramm betrieben.

Obwohl die Dränung als Stoffeintragspfad in die Oberflächengewässer vielfach bekannt ist, mangelt es bislang an Methoden, diesem Pfad durch Änderung der landwirtschaftlichen Praxis und/oder Einführung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen wirksam zu begegnen. Am Standort Dummerstorf wurden unter den Bedingungen des norddeutschen Tieflandes die Einsatzmöglichkeiten und die Wirksamkeit von Controlled drainage und von Gewässerrandstreifen geprüft. Bislang vorliegende Untersuchungsergebnisse werden im Exkursionverlauf vorgestellt.

Die gasförmigen Stoffausträge in Agrarlandschaften sind im Rahmen der Diskussion um die Minderung der Freisetzung von klimarelevanten Spurengasen in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses gerückt. Entwässerte Moore verursa-

chen derzeit ca. 5 % der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen bzw. ca. 40 % der Emissionen im Bereich Landwirtschaft und Landnutzung (UBA 2011). Derzeit werden nur Emissionen aus „Mooren“ nach deutscher Klassifikation berichtet. Um eine vollständige Emissionsberichterstattung zu ermöglichen, sind weitere nach IPCC-Definition „organische Böden“ (IPCC 2006) wie z.B. Moor- und Anmoorgleye in den Fokus der Forschung gerückt. Im Rahmen eines vom Thünen-Institut geförderten Verbundprojekts zur Ableitung von Emissionsfaktoren aus organischen Böden wurden an Grünlandstandorten die Bruttphotosynthese sowie die Freisetzung an Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) gemessen, modelliert und Emissionsfaktoren abgeleitet.

Die Exkursion beinhaltet einen Besuch der Gut Dummerstorf GmbH (12°13'51"E, 54°0'54"N), (**Standort 1**) sowie Besichtigungen der Versuchseinrichtungen der Universität Rostock zur Erfassung des Stoffaustausgeschehens über Dränung und zur Emission klimarelevanter Gase (CO₂, CH₄, N₂O) aus landwirtschaftlich genutzten Flächen (**Standort 2**).

Exkursionsraum (Abb. 1)

Klima, Geologie und Geomorphologie

Das Klima wechselt in MV in West-Ost-Richtung vom atlantischen zum kontinentalen Bereich mit einer Abnahme der Jahresmitteltemperaturen von >8 °C auf <8 °C und einer Abnahme der mittleren Niederschlagshöhe von >600 mm a⁻¹ auf <600 mm a⁻¹. Trotz geringer klimatischer Unterschiede zeigt sich ein großräumiger, vom Klima abhängiger Einfluss auf die Bodenentwicklung vom Nordwesten zum Südosten (Dann & Ratzke 2004).

Den weitaus größten Flächenanteil des Landes MV (>90 %) nimmt das Jungmoränengebiet des Weichselglazials ein. Aufgrund der kurzen Zeitspanne des Spätglazials und der Ausbreitung der holozänen Vegetationsdecke (ca. 4000 Jahre) ist die Formenvielfalt weitgehend erhalten geblieben (Bremer 2004).

Für die Bodenbildung im Exkursionsraum sind vor allem die Lockersedimente des Weichselglazials und des Holozäns relevant. Nach dem Rückschmelzen und dem Zerfall des Eises ge-

riet die Glaziallandschaft in einem relativ kurzen Zeitraum von fünf- bis sechstausend Jahren (Spätglazial bis Altholozän) unter periglaziäre Beeinflussung (Solifluktion, Eiskeile (Dann & Ratzke 2004)).

Flächenmäßig dominieren die welligen bis ebenen Grundmoränen der Weichseleiszeit. Der anstehende Geschiebemergel zeichnet sich infolge glaziärer Sedimentation und glazifluvialer Umlagerung durch erhebliche Heterogenität aus. Nach Reuter (1962) kann die Ausprägung auf kleinstem Raum vom tonigen Geschiebemergel über milden und sandigen Geschiebemergel bis zum lehmigen und anlehmigen Sandmergel bzw. reinen Sanden wechseln. Die Entkalkungstiefe schwankt zwischen 0,8 und 1,5 m.

Innerhalb der Grundmoränenlandschaft zeichnen sich die Wirkungen der spätglazialen Schmelzwasserströme in Form der Wallberge (Oser) ab. Diese in der Größe stark variierenden Aufschüttungen weisen hohe Gehalte an Geröll, Kies und Sand auf. Die durch Tieftauen von Topteisblöcken entstandenen Sölle stellen eine Bereicherung der Oberflächenformen der Grundmoräne dar. Sie kommen zumeist als kreisrunde abflusslose Senken vor, sind mit Wasser gefüllt und verlanden vom Rand her allmählich (Reuter 1962). Darüber hinaus schufen ehemalige Eiszungen am Rande der Inlandeismassen durch tiefe Ausschürfungen langgestreckte, meist breite und oft tiefe Zungenbeckenseen (Wagenbreth & Steiner 1989).

Endmoränen bildeten sich bei Stillstandslagen der Gletscher, wenn der Rand des Inlandeises bei einem Gleichgewicht von Nachschub und Abschmelzen längere Zeit im gleichen Bereich verblieb. Die Endmoränen, die als Hügelketten in der Landschaft hervortreten, werden zumeist forstlich genutzt. Sie sind gekennzeichnet durch stark wechselnde Bodenarten, hohe Skelettanteile und stark bewegte Reliefverhältnisse. Das südliche Vorland der Endmoränen wurde maßgeblich durch das Schmelzwasser geformt. Das vom Eisrand und von der Oberfläche des Eises stammende Schmelzwasser durchbrach die Endmoränen und lagerte Kies und Sand in Form flächenhaft kegelförmiger Sander ab. Im Exkursionsgebiet sind Sander nicht vertreten. Ihr

Hauptverbreitungsgebiet liegt in Südmecklenburg.

Südlich der Sander flossen die Schmelzwässer in vielen Rinnsalen verschiedener Größe nach Nordwest ab, der allgemeinen Abdachung des Tieflandes zur Nordsee folgend (Wagenbreth & Steiner 1989).

Nachdem das Eis vor etwa 10.000 Jahren bis in das Gebiet der Ostsee zurückgeschmolzen war, hob sich der Spiegel der Ostsee auf seinen heutigen Stand, und es bildete sich das heutige Landschaftsbild heraus. Nach zeitweiliger Vegetationsverdichtung während der weichsel-spätglazialen Wärmeschwankungen des Bölling und Alleröd setzte mit dem Präboreal die Ausbildung einer geschlossenen Vegetationsdecke ein. Das führte zur fast vollständigen Bewaldung und zur Bodenentwicklung (Dann & Ratzke 2004). Im Zuge der Vermoorung der Niederungen bildeten sich die holozänen Mecklenburger Moore in ihrer großen Formenvielfalt (Succow & Joosten 2001). Die Warnow ist beispielsweise von einem Durchströmungsmoor begleitet, während im Exkursionsgebiet aufgrund komplexer hydrogeologischer Gegebenheiten auf engem Raum sowohl Verlandungsmoore, Durchströmungsmoore als auch Versumpfungsmoore auftreten. Örtlich ging das Moornwachstum über die Niedermoore hinaus bis zum Hochmoor, beispielsweise beim Göldenitzer Hochmoor südlich von Rostock (Wagenbreth & Steiner 1989).

Die Inkulturnahme der Landschaft durch den Menschen führte auch im Untersuchungsgebiet zu einer starken Degradation der Moore. Noch in den Kartenwerken des 18. Jahrhunderts ist das Untersuchungsgebiet als „Großes Moor“ vermerkt. Im Preußischen Meßtischblatt von 1888 dagegen wird auf Torfabbau hingewiesen (Glatzel et al. 2011). Die landwirtschaftlich motivierte Entwässerung fand dann in den 1960/70-er Jahren statt. Das Resultat dieser Aktivitäten ist eine Landschaft, in der nur noch in den Senken Moore, und an vielen anderen Standorten dagegen nur noch Moorrelikte auftreten.

Böden

Die Heterogenität der bodenbildenden Faktoren und deren Wechselwirkungen haben in MV zu einer starken Variation der Bodenentwicklung

geführt und folglich vielfältige Bodengesellschaften hervorgebracht. Im Bereich der lehmigen Grundmoränenplatten ist vor allem mit Verbraunung, Tonverlagerung und Stauver Nassung zu rechnen (Geologisches Landesamt, 1995). In Abhängigkeit von sandigen Anteilen (Geschiebedecksand, Sandauflagen und –durchragungen) können sich Muster aus tiefgründigen Braunerden, Fahlerden und flachgründigen Parabraunerden sowie Pseudogleyen herausbilden. Auf Kuppen und an Oberhängen sind Pararendzinen und Braunerden und in Tälern Gleye und örtlich Niedermoore anzutreffen.

Das Exkursionsgebiet gehört zur Bodenregion Jungmoränen-Landschaft und innerhalb dieser zur Bodengroßlandschaft Warnow-Recknitz (Dann & Ratzke 2004). Entsprechend der Bodenübersichtskarte MV 1:500.000 (Geologisches Landesamt 1995) sind die Bodengesellschaften Parabraunerden, Fahlerden und Pseudogleye vorherrschend. Begleitend treten Parabraunerde-Pseudogley, Pararendzina und Kolluvisol hinzu. Als Bodenformen kommen verbreitet Tieflehm- und Lehm-Parabraunerden, Fahlerden und Pseudogleye vor. Hervorzuheben ist der z.T. starke Stauwassereinfluss.

In den Oberböden dominieren häufig lehmige Sande. Die Unterböden sind zumeist tonreicher, hier kommen verbreitet sandige Lehme und Lehme vor. Im Exkursionsraum variieren die mittleren Ackerzahlen zwischen 35 bis 55. Die sandig-lehmigen Böden weisen eine hohe Verdichtungsgefährdung auf. Die Luftkapazitäten sind niedrig bis mittel, die Feldkapazitäten mittel und die Durchlässigkeiten für Wasser und Luft niedrig. Neben der natürlichen Verdichtungsneigung der Böden hat die intensive Nutzung dazu geführt, dass heute 60 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Landes MV von den Folgen der Verdichtung betroffen sind (Dann & Ratzke 2004).

Im Bereich der kuppigen Grundmoränen ist durch Umlagerung verbreitet mit einem charakteristischen Hang-Senken-Gefüge mit gekappten Böden auf den Kuppen (gekappede Parabraunerden, Rumpf-Fahlerden, Pararendzinen) und Kolluvisolen an den Unterhängen und in den Senken zu rechnen. Die vorwiegend anhydromorphen Böden auf den ebenen bis welli-

gen lehmigen Flächen der Grundmoränen, insbesondere aus kalk- und tonreichem Geschiebemergel, gelten für die landwirtschaftliche Nutzung als leistungsstark und für den Anbau nahezu aller Kulturen geeignet. Die auf den Tieflehmen entwickelten Böden sind leicht zu bearbeitende, gute Ackerstandorte. Allerdings sind sie durch Erosion gefährdet und empfindlich gegenüber technogener Verdichtung. Die durch Rodung der ursprünglichen Wälder und Flächenumnutzung in Gang gesetzten Boden-erosionen haben ein solches Ausmaß erreicht, dass 50 % der Böden des Pommerschen Stadiums der Weichsel-Vereisung Erosions- und Akkumulationserscheinungen aufweisen. Das betrifft vor allem die Sand- und Tieflehmstandorte (Braunerden, Parabraunerden, Fahlerden) (Dann & Ratzke 2004).

Im Exkursionsgebiet treten eine Vielzahl von hydrogenetischen Moortypen auf. Meliorationsmaßnahmen haben seit dem 18. Jhd. zu bedeutenden Torfsackungen geführt (Glatzel et al. 2011). Die Entwässerung bedingte eine Torfdegradierung, so dass die verbliebenen Niedermoore größtenteils als Erdniedermoore anzusprechen sind. Des Weiteren kommt es zu einem verstärkten Auftreten von Standorten, die heute aufgrund zu geringer Torfmächtigkeit und/oder Gehalt an organischer Substanz nicht mehr als Niedermoor eingestuft werden können (z.B. Moorgleye, Anmoor(pseudo)gleye).

Exkursionsroute und -standorte

Die Exkursion führt in den Bereich der 15 km südöstlich von Rostock gelegenen Ortschaft Dummerstorf, unweit des Autobahnkreuzes A19/A20.

Standort 1

Der Landwirtschaftsbetrieb Gut Dummerstorf GmbH wurde 1999 als Tochter der Landgesellschaft MV gegründet. Geschäftsfelder sind Acker- und Pflanzenbau, Tierproduktion und Energieerzeugung. Zudem werden durch den Betrieb Dienstleistungen für das ortsansässige Forschungsinstitut (Leibniz Institut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere FBN) erbracht. Der Betrieb bewirtschaftet eine landwirtschaftliche Nutzfläche von 880 ha Fläche, verteilt auf 673 ha Ackerland und 207 ha Grünland. Als

Marktfrüchte werden bevorzugt Winterweizen, Wintergerste, Raps und Zuckerrüben angebaut. Darüber hinaus kommt der Grundfuttererzeugung sowie der Produktion von Kofermenten für die Biogaserzeugung auf den Ackerflächen eine große Bedeutung zu. Die mittleren Acker- und Grünlandzahlen betragen 48 bzw. 45. Der Tierbestand von 450 Kühen und 380 weiblichen Jungrindern entspricht einem vergleichsweise hohen Flächenbesatz von 1,04 GV ha⁻¹. Die Gut Dummerstorf GmbH betreibt eine Biogasanlage mit einer elektrischen Leistung von 340 kW und einer thermischen Leistung von 448 kW. Als Inputmaterialien dienen 25000 m³ Gülle, 3600 t Mais, 182 t Getreide pro Jahr.

Standort 2

Am Standort Dummerstorf, gelegen im Bereich der flachwelligen Grundmoräne mit pleistozänen und holozänen Substraten, haben sich mineralische und organische Böden entwickelt, die intensiv landwirtschaftlich genutzt und verbreitet über Rohrdränung und Gräben entwässert werden. Der Standort Dummerstorf ist durch ein maritim beeinflusstes Tieflandklima gekennzeichnet. Die langjährigen Mittel für Niederschlag, Evapotranspiration und Lufttemperatur betragen 665 mm, 490 mm und 8,2 °C. Bedingt durch niedrige Temperaturen und geringe Verdunstungsraten liegt die Hauptabflussperiode im Winter (Dezember bis April).

Im Exkursionsraum erfolgt die Ackernutzung (P1 und P2) ausschließlich auf mineralischen Böden, während Grünland und Forst verbreitet auf organischen Böden vorkommen. Schwerpunkt der Fruchtfolge sind Winterweizen, Zuckerrüben, Winterraps und Silomais. Über mineralische und/oder organische Düngemittel werden dem Ackerland 150 bis 200 kg ha⁻¹ a⁻¹ N zugeführt.

Verbreitete Bodentypen auf dem Ackerland sind Parabraunerden und Pseudogleye und damit verwandte Böden, ergänzt um kolluvial beeinflusste Bodenbildungen mit Grundwassereinfluss in Senkenpositionen. Der Substratcharakter wird durch glazigene Sande und Lehme bestimmt, wobei der Substratwechsel häufig in 3-7 dm Tiefe liegt. Im Bereich der Oberböden dominieren mittel und stark lehmige Sande mit hoher Nährstoffversorgung. Die Versorgung der

Böden mit organischer Substanz ist schwach bis mittel (Bodenkundliche Kartieranleitung 2005). Im Unterboden nehmen die Tongehalte zu. Prägende Bodenarten sind mittel und stark lehmige Sande bzw. mittel sandige Lehme (Kahle & Lennartz 2005).

Neben den Mineralböden ist im Untersuchungsraum eine Vielzahl organischer Böden (P3 und P4) wie z. B. Erdniedermoore, Anmoor- und Humus(pseudo)gleye oder Moorgleye anzutreffen. Die organischen Horizonte sind typischerweise reich an organischer Bodensubstanz und im Oberboden vererdet bis vermulmt, während im Unterboden neben weniger stark degradierten Torfen Kalk- und Organomudden sowie lehmige bzw. schluffige Sande vorkommen (Tiemeyer et al. 2006).

Im Einzugsgebiet der Zarnow, einem Nebenfluss der Warnow, wurde ein hierarchisches Untersuchungsprogramm mit den Messstationen Dränfläche, Graben Acker, Graben Grünland und Bach Zarnow aufgebaut. Typisch für Mecklenburg-Vorpommern ist das Einzugsgebiet der Zarnow dünn besiedelt und mit 48 % Acker, 28 % Grünland, 14 % Forst landwirtschaftlich geprägt (Tiemeyer et al. 2006).

An der Dränmessstation (4,2 ha) wird ein Sammler einer konventionell bewirtschafteten Ackerfläche beprobt. Der Sammler mündet in einen ebenfalls beprobten Graben, der 180 ha konventionell bewirtschaftetes und zu 80 % gedräntes (1,1 m Dräntiefe und 8 bis 22 m Dränaabstand) Ackerland entwässert. Der „Graben Grünland“ entwässert ein jeweils zur Hälfte aus Acker auf - nicht gedräntes - Mineralböden und Grünland auf organischen Böden bestehendes Einzugsgebiet (85 ha).

Eine weitere Messstation befindet sich an der Zarnow, deren Einzugsgebiet (16 km²) durch eindeutig landwirtschaftliche Flächennutzung und extensive Entwässerung über Dränung und Gräben charakterisiert ist.

Zur Durchflussmessung dient am Dränauslass ein Venturigerinne mit Drucksensor. An den übrigen Stationen erfolgt die Wasserstandsmessung mittels Ultraschall-Messgerät (Graben Acker) bzw. Drucksonde (Graben Grünland und Bach). Zur Ermittlung der Stoffkonzentration werden die mit automatischen Samplern entnommenen Wasserproben ionenchromatographisch untersucht.

Die ausgetragene Stofffracht wurde aus der Verknüpfung von Stoffkonzentration und Abfluss abgeleitet. An allen Messstationen zeigt sich ein eng an die Niederschlagstätigkeit angekoppeltes Abflussgeschehen. Die Abflusskurven waren durch parallele Verläufe und zeitliche Übereinstimmungen der Abflussereignisse gekennzeichnet. Die Nitrat-N-Konzentrationen der untersuchten Wässer variierten in Abhängigkeit von Raum (Skalenebene) und Zeit (hydrologisches Jahr) (Tabelle 1) erheblich. Während die Nitrat-N-Konzentration häufig mit steigenden Abflüssen zunahm, konnte für Sulfat ein gegenläufiges Muster von Abfluss und Stoffkonzentration beobachtet werden. Hinsichtlich der Konzentration an Nitrat-N kamen verbreitet hohe ($\leq 20 \text{ mg l}^{-1}$) bis sehr hohe ($> 20 \text{ mg l}^{-1}$) Belastungen vor (LAWA, 1998). Bei Beibehaltung der gegenwärtigen Bewirtschaftungspraxis ist davon auszugehen, dass die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie bis 2015 „höchstwahrscheinlich“ nicht erreicht werden.

Tab. 1: Abflüsse (mm), NO₃-N-Konzentrationen (90. Perzentil mg l⁻¹) und NO₃-N-Frachten (kg ha⁻¹) im Winterhalbjahr (D = Dränsammler, GA = Graben Acker, GG = Graben Grünland, B = Bach Zarnow)

	2003/04				2004/05				2005/06			
	D	GA	GG	B	D	GA	GG	B	D	GA	GG	B
Abfluss	89	86	77	43	126	147	149	86	190	185	158	112
Konzentration	22,4	19,2	21,6	12,3	16,5	16,8	22,3	11,1	14,6	12,6	14,4	7,4
Fracht	15,7	12,2	13,1	4	16,9	21,8	29,9	7,2	20,2	16,5	18,0	6,2

Die parallelen Verläufe der Abflüsse und NO₃-N-Konzentrationen in den Skalenebenen Drän - Graben Acker - Bach bekräftigen die Rolle der Dränung als bestimmenden Belastungspfad für die Fließgewässerqualität im Einzugsgebiet und betonen die Bedeutung einzelner Abflussereignisse sowie der Witterungsverhältnisse. Daneben bestätigen die im Graben Grünland gemessenen Konzentrationen und Frachten die von

entwässerten organischen Böden ausgehenden Eutrophierungsrisiken.

Die ausgetragenen NO₃-N-Frachten des Drän-sammlers variierten während der zurückliegenden hydrologischen Winterhalbjahre im Größenbereich von 3,4 bis 21,8 kg ha⁻¹, während die höchsten NO₃-N-Austräge von 29,9 kg ha⁻¹ im Grünland-Graben gemessen wurden.

Tab. 2: Charakteristik der Grünland-Standorte und Ergebnisse der Spurengasmessung (GWF: Grundwasserflurabstand, R_{eco}: Ecosystem Respiration, GPP: Gross Primary Production, NEE: Net Ecosystem Exchange, GWP: Global Warming Potential).

	Standort 1	Standort 1	Standort 2	Standort 2
	2010	2011	2010	2011
Bodentyp	— Normerdniedermoor —		— Niedermoor-Stagnogley —	
Schnitte / Ertrag / C-Export*	————— 5 / 350 dt ha ⁻¹ / 470 g m ⁻² —————			
N-Import (Mineraldünger) (g m ⁻²)	32,3	33,7	32,3	33,7
GWF (min – max, Mittelwert (cm))	33 – 108, 57	-22 – 92, 50	37 – 214, 116	24 – 182, 103
CH ₄ -C g m ⁻² a ⁻¹	-0,5 ± 0,2	-0,4 ± 0,2	-0,6 ± 0,3	-0,3 ± 0,7
N ₂ O-N g m ⁻² a ⁻¹	0,7 ± 0,3	0,9 ± 0,2	-0,2 ± 0	0,1 ± 0,1
R _{ECO} (CO ₂ -C g m ⁻² a ⁻¹)	1674 ± 349	994 ± 381	1311 ± 319	1335 ± 466
GPP (CO ₂ -C g m ⁻² a ⁻¹)	-1060 ± 148	-721 ± 144	-883 ± 162	-956 ± 98
NEE (CO ₂ -C g m ⁻² a ⁻¹)	609 ± 227	272 ± 210	425 ± 251	378 ± 223
GWP (g m ⁻² a ⁻¹)**	1167 ± 231	847 ± 212	857 ± 251	858 ± 224

* Schnittmengen und Erträge als langjähriger Durchschnitt angegeben

** berechnet aus C-Import/export und Gasaustausch mit entsprechenden GWP-Faktoren nach IPCC 2007 (CH₄: 25, N₂O: 298)

Die Untersuchungen zur Freisetzung klimarelevanter Spurengase fanden von September 2009 bis Dezember 2011 auf einem Grünlandstandort mit organischen Böden im Einzugsgebiet des Grünland-Grabens in einer Senke (P3, Erdniedermoor) und auf einer Kuppe (P4, Niedermoor-Stagnogley) statt. Hierbei wurde der Gasaustausch der wichtigsten Treibhausgase Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und Kohlendioxid (CO₂) mittels Haubentechnik (Beetz et al. 2013) erfasst. Verglichen mit CO₂ beläuft sich das Treibhausgaspotential von CH₄ auf das 25fache, das von N₂O sogar auf das 298fache (IPCC 2007). Um das globale Treibhausgaspotential (Global Warming Potential GWP) dieser Standorte zu ermitteln, müssen die Jahresemissionen der

einzelnen Treibhausgase daher anschließend mit diesen Faktoren multipliziert werden. Die Ergebnisse zeigen vor allem auf Standort (1) eine hohe jährliche Lachgasemission von 0,7 ± 0,3 g m⁻² 2010 und 0,9 ± 0,2 g m⁻² 2011. Der Niedermoor-Stagnogley-Standort weist aufgrund der geringen Mächtigkeit des organischen Horizontes und der niedrigen Grundwasserstände geringere Lachgasemissionen auf. Des Weiteren kam es auf beiden Standorten zu leichten Methanaufnahmen, welche aufgrund der o.g. Dränung und des damit verbundenen ganzjährig relativ niedrigen Wasserstands nicht unüblich sind. Hinsichtlich des Kohlendioxidaustrages verhalten sich beide Standorte als ähnlich hohe Quellen. Dies lässt sich ebenso auf die seit

mehr als 50 Jahren praktizierte Dränung, der daraus resultierenden mächtigen aeroben Bodenzone (>50 cm) und der damit einhergehenden Oxidation der organischen Bodensubstanz zurückzuführen. Bei Betrachtung der drei Spurengase wird deutlich, dass beide Standorte ähnlich GWP aufweisen und dass sich der Niedermoorstandort durch eine vergleichsweise höhere interanuelle Variabilität auszeichnet als der Standort auf Niedermoor-Stagnogley (Tabelle 2). Die Austräge an gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) aus dem Einzugsgebiet des Grünland-Grabens von ca. 4 bis 7 g C m⁻² a⁻² (Tiemeyer & Kahle 2011) sind dagegen für die Gesamtkohlenstoffbilanz des Standorts von untergeordneter Bedeutung.

Literatur

- AG Boden, Bodenkundliche Kartieranleitung (2005): 5. Aufl., Hannover, 438 S.
- Beetz, S., Liebersbach, H., Glatzel, S., Jurasinski, G., Buczko, U., Höper, H. (2013): Effects of land use intensity on the full greenhouse gas balance in an Atlantic peat bog. *Biogeosciences* 10: 1067-1082.
- Behrendt, H. & Bachor, A. (1998): Point and diffuse load of nutrients to the Baltic Sea by river basins of North East Germany (Mecklenburg-Vorpommern). *Wat. Sci. Tech.* 38 (10): 147-155.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) (2005): Die Wasserrahmenrichtlinie – Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2004 in Deutschland. Berlin, 67 Seiten.
- Bremer, F. (2004): Glaziale Morphologie In: Katzung, G. (Hrsg.): *Geologie von Mecklenburg-Vorpommern*, S. 284-291. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Fuchs, S., Scherer, U., Wander, R., Behrendt, H., Venohr, M., Opitz, D., Hillenbrand, Th., Marscheider-Weidemann, F., Götz, Th. (2010): Berechnung von Stoffeinträgen in die Fließgewässer Deutschlands mit dem Modell MONERIS – Nährstoffe, Schwermetalle und Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. UBA-Texte 45/2010.
- Dann, T. & Ratzke, U. (2004): Böden. In: Katzung, G. (Hrsg.): *Geologie von Mecklenburg-Vorpommern*, S. 489-508. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Glatzel, S., Koebisch, F., Beetz, S., Hahn, J., Richter, P., Jurasinski, G. (2011): Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasfreisetzung aus Mooren im Mittleren Mecklenburg. *Telma Beiheft* 4: 85-106.
- Geologisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (1995): Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern, Übersichtskarte 1:500.000. Böden.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2006), In: Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara T., Tanabe K (Hrsg): IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. IGES, Japan.
- IPCC AR4 WG1 (2007), Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.; Tignor, M.; and Miller, H.L., ed., *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Kahle, P. & Lennartz, B. (2005): Untersuchungen zum Stoffaustrag aus landwirtschaftlichen Drän-flächen in Nordostdeutschland. *Wasser-wirtschaft* 9: 23-27
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Hrsg.) (1998): Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland. *Chemische Gewässergüteklassifikation*, 1-35
- Reuter, G. (1962): Tendenzen der Bodenentwicklung im Küstenbezirk Mecklenburgs. *Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Akademie-Verlag Berlin*, 128 S.
- Succow, M. & Joosten, H. (2001): *Landschaftsökologische Moorkunde*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Tiemeyer, B., Kahle, P., Lennartz, B. (2006): Nutrient losses from artificially drained catchments in Northern-Eastern Germany at different scales. *Agric. Water Management* 85: 47-57.
- Tiemeyer, B., Frings, J, Kahle, P., Köhne, S., Lennartz, B. (2007): A comprehensive study of nutrient losses, soil properties and groundwater concentrations in a degraded peatland used as an intensive meadow – Implications for re-wetting. *J. Hydrology* 345: 80-101.
- Tiemeyer, B. & P. Kahle (2012): Nitrogen and dissolved organic carbon (DOC) losses from a degraded peatland in North-Eastern Germany. In: *The 14th International Peat Congress: Peatlands in Balance*; Stockholm, Sweden June 3-8, 2012. Uppsala, SLU. Extended Abstract No. 367, 7 Seiten.
- UBA (Hrsg.) (2011): *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2011: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2009*
- Wagenbreth, O. & Steiner, W. (1989): *Geologische Streifzüge. Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg*. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig.

Exkursionspunkt G6/P1 Oberhang: Dummerstorf

Bearbeiter: Kahle, Leesch **Datum:** 24.05.2011
Lage: RW:032004078 HW: 5987430 43 m ü. m NN
Kreis: Landkreis Rostock
Jahresmitteltemperatur: 8,2 °C **Niederschlag:** 665 mm
Relief: schwach geneigt **Nutzung:** Acker

Profilbeschreibung

Pro-be	Hori-zont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
1	Ap	0-35	brauner (10 YR 4/3), schwach humoser, feuchter mittel lehmiger Sand, Bröckelgefüge, carbonatfrei, hohe Dichte
2	Sg	35-65	gelblichbrauner (10 YR 5/6), sehr schwach humoser stark sandiger Lehm, marmoriert (Rostflecken, Bleichadern), Mn-Konkretionen, Bleichadern, Polyedergefüge, carbonatfrei, hohe Dichte
3	Sg	>65	stark brauner (7,5 YR 5/6), sehr schwach humoser mittel sandiger Lehm, marmoriert, Mn-Konkretionen, Bleichadern, Polyedergefüge, carbonatfrei, hohe Dichte

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	Normhaftpseudogley (SHn) aus Moränensand über Moränenlehm (aus Geschiebemergel) (g-s/g-l (Mg))
WRB	Stagnic Luvisol
Anmerkungen	Die Feinsandfraktion dominiert das Korngrößenspektrum mit 37,7%, 34,1 % bzw. 32,3 %) und bietet zusammen mit der Schlufffraktion die Voraussetzung für hohe Wasserhaltung im Profil. Maßgeblichen Anteil am Porenvolumen haben die Feinporen (pF4,2) mit 10% bis 16%. Der tiefreichende Oberbodenhorizont könnte sich aus Maßnahmen tiefer Bodenbearbeitung und /oder der Dränung erklären.

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenteile in %			Bodenart	rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
1	11	31	58	SI3	1,74	34,3	27,4	9,6	17,8
2	20	28	52	Ls4	1,80	31,8	28,5	15,5	16,3
3	18	31	51	Ls3	1,74	34,3	27,9	13,5	20,8

Probe	pH CaCl ₂	Carbonat g kg ⁻¹	C _{org}		N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹	TOC-Heißwasserextrakt	
			g kg ⁻¹	kg m ⁻²				mg kg ⁻¹	% von C _{org}
1	6.1	-	8.6	5.2	1.0	8.4	0.25	228	2.6
2	6.4	-	1.7	0.9	0.38	4.5	0.18	n. b.	n. b.
3	6.3	-	1.5	0,9 ¹	0.36	4.2	0.17	n. b.	n. b.

¹ Bis 100 cm

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)								DL-Extrakt		
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	Na _t mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
1	8.4	12	1633	1418	1791	249	424	80	101	131	74
2	13	19	1785	2458	2669	288	142	33	68	136	2.3
3	12	18	2194	2169	2575	366	202	126	51	92	3.8

Probe	Oxalateextrakt				Dithionitextrakt			Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	Al _d g kg ⁻¹	Fe _d g kg ⁻¹	Mn _d mg kg ⁻¹			
1	0.68	2.3	212	344	578	5515	162	0.42	0.46	0.27
2	1.86	3.3	222	79	762	8350	169	0.40	0.44	0.27
3	1.02	2.5	310	91	666	6670	227	0.38	0.38	0.23

Exkursionspunkt G6/P2 Unterhang: Dummerstorf

Bearbeiter: Kahle, Leesch **Datum:** 24.05.2011

Lage: RW:0319959 HW:5987355 38 m ü.NN

Kreis: Landkreis Rostock

Jahresmitteltemperatur: 8,2°C **Niederschlag:** 665 mm

Relief: schwach geneigt **Nutzung:** Acker

Profilbeschreibung

Probe	Horizont	Tiefe	Horizontbeschreibung
		(cm)	
1	Ap	0-30	dunkelgraubrauner (10 YR 4/2), mittel humoser lehmig schluffiger Sand, Bröckelgefüge, carbonatfrei hohe Dichte
2	Sw	30-50	dunkelrötlichgrauer (5 YR 4/2), sehr schwach humoser stark lehmiger Sand, marmoriert, Mn-Konkretionen Polyedergefüge, hohe Dichte
3	II Sd	50-90	brauner (7,5 YR 5/6), sehr schwach humoser schluffiger Lehm, marmoriert (Rostflecken, Bleichadern), Mn-Konkretionen, Prismengefüge, mittlere Dichte

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	Pseudogley (SS) aus Moränensand über Moränenlehm (aus Geschiebemergel) (g-l/g-u (Mg))
WRB	Stagnic Luvisol
Anmerkungen	Die anstehenden bindigen Böden weisen ungünstige Voraussetzungen für den Wasser- und Lufthaushalt auf. In der Vergangenheit erfolgten systematische Dränung und Tiefbearbeitung, um die ackerbauliche Nutzbarkeit zu gewährleisten. Am Profil deuten sich diese Maßnahmen anhand keilförmig ausgebildeter Horizontübergänge an.

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenanteile in %			Bodenart	rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
1	15	40	45	Slu	1,71	35,5	31,7	7,6	18,7
2	14	38	48	Sl4	1,73	34,7	30,8	6,2	20,1
3	23	55	22	Lu	1,50	43,3	36,9	11,2	20,2

Probe	pH CaCl ₂	Carbonat g kg ⁻¹	C _{org} g kg ⁻¹	kg m ⁻²	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹	TOC-Heißwasserextrakt	
								mg kg ⁻¹	% von C _{org}
1	6.5	-	12	6,2	1.4	8.6	0.30	340	2.7
2	6.5	-	4	1,4	0.55	6.9	0.19	65	1.7
3	6.5	-	3	1,8	0.43	6.0	0.20	40	1.5

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)								DL-Extrakt		
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t Mg kg ⁻¹	Na _t mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
1	11	14	3750	1585	1986	335	482	87	99	186	75
2	8.9	13	2838	1124	1832	176	294	55	31	92	37
3	13	29	4664	1677	3258	152	498	86	33	132	77

Probe	Oxalateextrakt				Dithionitextrakt			Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	Al _d mg kg ⁻¹	Fe _d mg kg ⁻¹	Mn _d mg kg ⁻¹			
1	1.7	3.1	201	373	478	5260	174	0.58	0.39	0.16
2	0.89	2.0	170	185	318	4345	n. b.	0.46	0.34	0.19
3	0.98	4.4	83.8	277	431	12885	55	0.34	0.45	0.29

Exkursionspunkt G6/P3: Dummerstorf

Bearbeiter: Roßkopf **TK25:** 1939 **Datum:** 04.08.2009

Lage: RW: 4515370 HW: 5985481 34,38 m NN

Kreis: Landkreis Rostock

Jahresmitteltemperatur: 8,2°C **Niederschlag:** 665 mm

Relief: Tiefenbereich, Zentrallage **Nutzung:** Dauergrünland

Vegetation: Dt. Weidelgras, Weißklee

Profilbeschreibung

Probe	Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
1	nHv	0...10	Schwarz, amorpher Torf, carbonatfrei
2	nHa	10...35	Schwarz, amorpher Torf, carbonatfrei
3	nHw	35...80	Braun, Seggentorf mit Beimengungen von Holz und Schilf, carbonatfrei
4	fFr1	80...230	Rosa-braun, carbonathaltig

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	Normerdniedermoor (KV) aus Niedermoortorf über tiefer Torfmudde (og-Hn//og-Fhh)
WRB	Sapric Histosol
Anmerkungen	

Physikalische und chemische Analysen

Probe	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹	Oxalateextrakt			
					Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹
1	380	27	14	5.3	0.95	4.3	383	271
2	420	24	18	4.8	0.57	3.0	281	107
3	460	24	19	3.5	0.08	1.9	88	17
4	460	28	17	4.1	0.13	1.7	93	31

Probe	pH CaCl ₂	Carbonat g kg ⁻¹	Elementkonzentrationen (gesamt)							
			Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t g kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	Na _t mg kg ⁻¹
1	4.81	-	3.8	5.4	19	697	1225	496	98	1343
2	5.51	-	2.1	3.5	25	294	981	382	50	752
3	5.46	-	0.16	2.4	20	45	747	133	36	336
4	5.66	-	0.27	2.7	15	80	601	152	100	309

Exkursionspunkt G6/P4 : Dummerstorf

Bearbeiter: Roßkopf **TK25:** 2039 **Datum:** 04.08.2009

Lage: RW: 4515370 HW: 5985481 35,82 m NN

Kreis: Landkreis Rostock

Jahresmitteltemperatur: 8,2°C **Niederschlag:** 665 mm

Relief: geneigter Tiefenbereich, Zentrallage **Nutzung:** Grünland

Vegetation: Dt. Weidelgras, Weißklee

Profilbeschreibung

Probe	Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
1	nHm	0...15	Schwarz (10 YR 2/2), amorpher Torf, carbonatreich
2	IIAh-Srw	15...28	Dunkelgrau-braun (10 YR 4/3), carbonatreich, Kohärentgefüge
3	IICv-Srd	28...100	gelblichbraun (10 YR 5/6), carbonatreich, Kohärentgefüge

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	Niedermoor-Stagnogley (HN-SG) aus flachem amorphem Torf über Moränensand (aus Geschiebemergel), og-Ha\ g-s(Mg)
WRB	Sapric Histosol
Anmerkungen	Durch die Degradation des Niedermoores infolge der Entwässerung und der landwirtschaftlichen Nutzung entstand ein Niedermoorfolgeboden, der so aber nicht nach KA5 angesprochen werden kann.

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenanteile in %			Bodenart	pH CaCl ₂	Carbonat g kg ⁻¹
	T	U	S			
1	-	-	-	-	7.18	76
2	7.0	36	57	Su3	7.14	98
3	9.2	30	61	SI3	7.51	120

Probe	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹	Oxalatextrakt			
					Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹
1	170	14	12	2.4	0.75	8.4	339	878
2	36	28	13	0.65	0.39	2.1	94	206
3	6.5	0.59	11	0.28	0.53	2.0	82	108

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t g kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	Na _t mg kg ⁻¹
1	7.5	13	47	1716	3114	481	113	1424
2	6.1	8.8	46	1328	4142	224	114	450
3	8.4	11	45	2308	5615	259	92	288

G7: Bodennutzung für nachwachsende Rohstoffe & Bioenergie

Petra Kahle¹, Andras Gurgel², Eckhard Lehmann², Sebastian Fiedler¹ und Uwe Buczko¹

¹ Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock,

² Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Dorfplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen,

Einleitung

Der Flächenanteil für die Produktion nachwachsender Rohstoffe beträgt in Deutschland derzeit ca. 2 Mio. Hektar, entsprechend 18 % der Ackerfläche. Anbauschwerpunkt bilden die Energiepflanzen, vor allem Raps, Mais und die Getreidearten. Der Flächenanteil für die Produktion landwirtschaftlich produzierter Festbrennstoffe, wie Feldgehölze und Miscanthus, ist demgegenüber mit 4000 ha vergleichsweise gering (Schütte 2010).

Fragen zur Einführung und zur Produktion nachwachsender Rohstoffe für die energetische Nutzung im Bereich fester, flüssiger und gasförmiger Energieträger werden in Mecklenburg-Vorpommern vor allem von der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (LFA) als nachgeordnete Einrichtung des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz MV bearbeitet. Die aktuell anstehenden Forschungsarbeiten sind darauf gerichtet, standortspezifische und nachhaltige Landwirtschaft, Fischerei und Gartenbauwirtschaft unter den sich ändernden Rahmenbedingungen zu entwickeln und die ökonomische Existenz der Unternehmen unter Anwendung umweltverträglicher Produktionsverfahren langfristig abzusichern.

Die Exkursion beinhaltet einen Besuch des NAWARO Energieparks in Güstrow (**Standort S1**) und die Besichtigung folgender Feldversuche der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern am Standort Gülzow: Kurzumtriebsplantage (KUP) mit Pappeln und Weiden (**Standort S2**), Energiepflanzenfruchtfolgeversuch (**Standort S3**), kombinierter Bodenbearbeitungs-/Fruchtfolgeversuch (**Standort S4**) und Versuche zur Freisetzung klimarelevanter Gase nach Einsatz von Gärresten (**Standort S5**).

Exkursionsraum

Klima, Geologie und Geomorphologie

Für den Standort Gülzow ist maritim beeinflusstes Tieflandklima relevant. Die mittlere Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 8.2°C und die Jahresniederschlagssumme 559 mm.

Die geologischen und geomorphologischen Verhältnisse des Exkursionsraumes sind durch die pleistozänen Vereisungen und die damit verbundenen Begleiterscheinungen bestimmt. Skandinavische Gletscher rückten mehrmals über das Ostseegebiet nach Süden vor und bedeckten weite Gebiete des Tieflandes im Norden. Im Zuge des Rückzugs und Abschmelzens der Gletscher wurden Grundmoränen, Endmoränen und Sander sowie Urstromtäler geformt. Die im Gletscher aufgenommenen Gesteinschuttmassen wurden abgelagert und glazifluvial überprägt. Im Bereich der Moränen bilden Geschiebemergel bzw. Geschiebelehm häufig das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Die Mächtigkeit der eiszeitlichen Sedimente erreicht nicht selten 50 bis 100 m. Darunter wurden Gesteine des Tertiärs, der Kreide, der Trias, des Perms und des Karbons nachgewiesen (Wagenbreth & Steiner 1989, Abb. 1).

Mit dem Rückschmelzen und dem Zerfall des Eises geriet die Glaziallandschaft in einem relativ kurzen Zeitraum (Spätglazial bis Altholozän) unter periglaziäre Beeinflussung mit weitreichenden Folgen für die Bodenbildung (Kopp 1965).

Die Landschaft des norddeutschen Tieflandes ist durch weite Ebenen, wellige Höhenzüge, Talungen und Seen geprägt. Für das Exkursionsgebiet sind Grundmoränen und glazilimnische Bildungen des Weichselglazials prägend (Geologisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern).

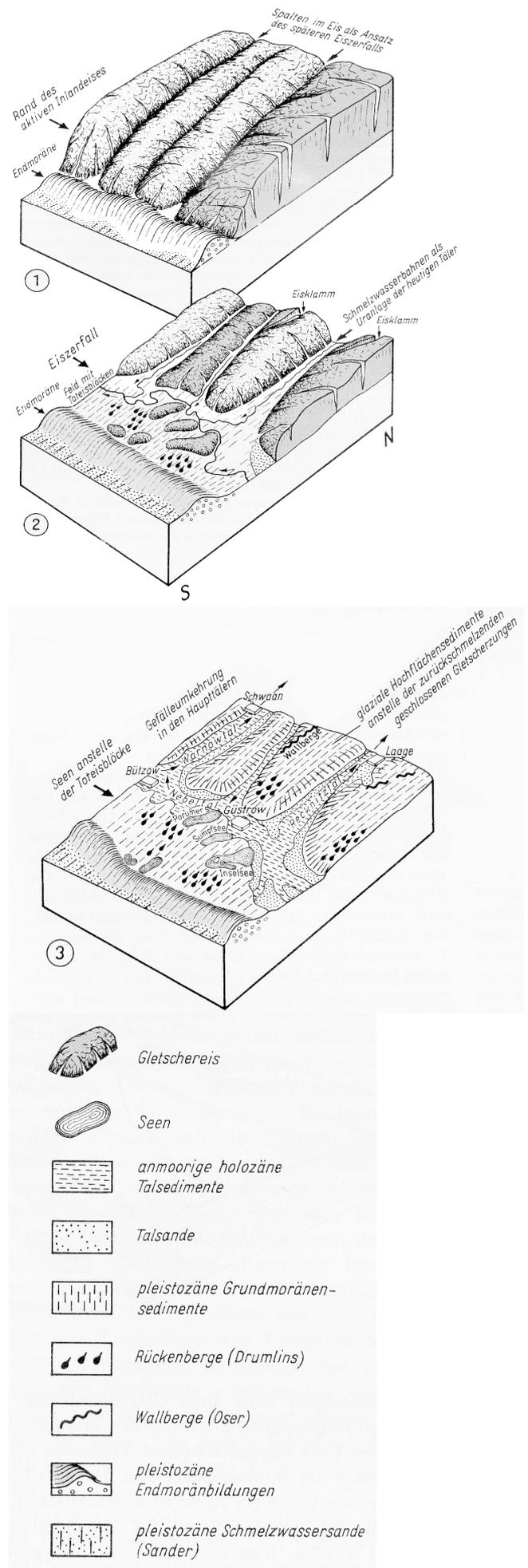
Das Relief der Umgebung von Güstrow wurde durch eine Stillstandsphase des Eisrandes südlich der Stadt während des Pommerschen Stadiums gebildet. Die Landschaft ist von Drumlins und Seen, entstanden nach Abschmelzen von Toeisblöcken, geprägt. Auf den Grundmoränenhochflächen zeichnen Wallberge als bahndammähnliche Kieswälle die Lage einstiger Eisstunnel oder Eisspalten nach (Wagenbreth & Steiner 1989).

Böden

Die Heterogenität der bodenbildenden Faktoren und ihre Wechselwirkungen haben zu einer starken Variation der Bodenentwicklung und folglich zu vielfältigen Bodengesellschaften geführt. Im Bereich der lehmigen Grundmoränenplatten sind Verbraunung, Tonverlagerung und Stauernäsung die prägenden bodengenetischen Prozesse. In Abhängigkeit von sandigen Anteilen (Geschiebedecksand, Sandauflagen und Sanddurchtragungen) bilden sich Muster aus tiefgründigen Braunerden, Fahlerden und flachgründigen Parabraunerden sowie Pseudogleyen bei Stauwassereinflüssen. Auf Kuppen und an Oberhängen können auch Pararendzinen und Braunerden und in Tälern Gleye und örtlich Niedermoore vorkommen (Geologisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern 1995).

In den Oberböden dominieren häufig lehmige Sande. Die Unterböden sind zumeist tonreicher, hier kommen verbreitet sandige Lehme und Lehme vor. Im Exkursionsraum variieren die mittleren Ackerzahlen zwischen 35 bis 55. Die sandig-lehmigen Böden weisen eine hohe Verdichtungsgefährdung auf. Die Luftkapazitäten sind niedrig bis mittel, die Feldkapazitäten mittel und die Durchlässigkeiten für Wasser und Luft niedrig.

Abb. 1: Jungpleistozäne Bildungen im Bereich Bützow-Güstrow. 1. Aktiver Eisrand, 2. Eiszerfall am Ende der Kaltzeit und Talbildungen, 3. Relief nach Abschmelzen des Eises bis in Ostseeraum (nach Wagenbreth & Steiner, 1989)



Exkursionsroute und -standorte

Die Exkursion führt in den Bereich der 40 km südlich von Rostock gelegenen Kleinstadt Güstrow. Ca. 5 km nördlich von Güstrow verlassen wir die Bundesstraße 103 und besuchen den NAWARO Bio Energie Park Güstrow.

Standort S1

Die Biogasanlage am Standort Güstrow (12°19'03''E, 53°82'41''N) ist mit 20 Fermentern ausgestattet und gilt mit einer Jahresproduktion von 43 Mio. m³ Biogas als weltweit größte Anlage. Die Energiemenge reicht zur Deckung des Energiebedarfs von über 50.000 Haushalten aus (NAWARO 2010).

Als Inputstoffe dienen 400 000 t Biomasse pro Jahr, wie Getreide, Mais und Gras, die durch mikrobiologische Fermentation vergoren werden. Das Biogas besteht zu 53 % aus Methan, 44 % aus Kohlendioxid, 2 % aus Stickstoff und 1 % aus Sauerstoff, Schwefelwasserstoff und Ammoniak. Es wird mittels Druckwasserwäsche-Technologie auf Erdgasqualität veredelt und in das anliegende Erdgasnetz eingespeist. Bei der Herstellung des Biogases fallen jährlich ca. 460.000 t Gärreste an. Der Presssaft wird in einer Filteranlage zu Flüssigdünger aufkonzentriert. Presskuchen und Flüssigdünger kommen in den umliegenden Landwirtschaftsbetrieben im Ackerbau zum Einsatz.

Die Weiterfahrt setzt sich fort nach Gülzow (12°04'05''E, 53°49'20''N), dem Sitz der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) und der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV (LFA MV). Abb. 2 gibt eine Übersicht über die Lage und die Bodenarten der Exkursionsstandorte auf dem Versuchsfeld in Gülzow.

Standort S2

Die Kurzumtriebsplantage (KUP) wurde im Jahr 1993 begründet. Angebaut wurden 28 Klone von Pappeln und Weiden im 3- und 6 jährigen Umtrieb (seit 2011 auch 9 jähriger Umtrieb). Die Bodenuntersuchung zu Versuchsbeginn lieferte schwach saure bis saure, schwach humose, schwach lehmige Oberböden mit geringer Kationenaustauschkapazität und mittlerer bis hoher Trockenrohichte (Bodenkundliche Kartieranleitung 1994). Bodentypologisch handelt es sich

um Braunerden bzw. Parabraunerden, womit typischen terrestrischen Bodentypen des nordostdeutschen Tieflandes entsprochen wird (Kahle & Boelcke 2004). Der Versuch zum Anbau von Pappeln und Weiden im Kurzumtrieb wird in enger Zusammenarbeit zwischen der LFA MV und der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock betrieben. Der Versuch befasst sich in erster Linie mit dem oberirdischen Biomasseaufwuchsvermögen der schnell wachsenden Bäume sowie den bodenökologischen Auswirkungen dieser Bewirtschaftungsform. Die Trockenmasseerträge variierten in den zurückliegenden Jahren in Abhängigkeit von Baumart, Umtriebszeit und Klon erheblich.

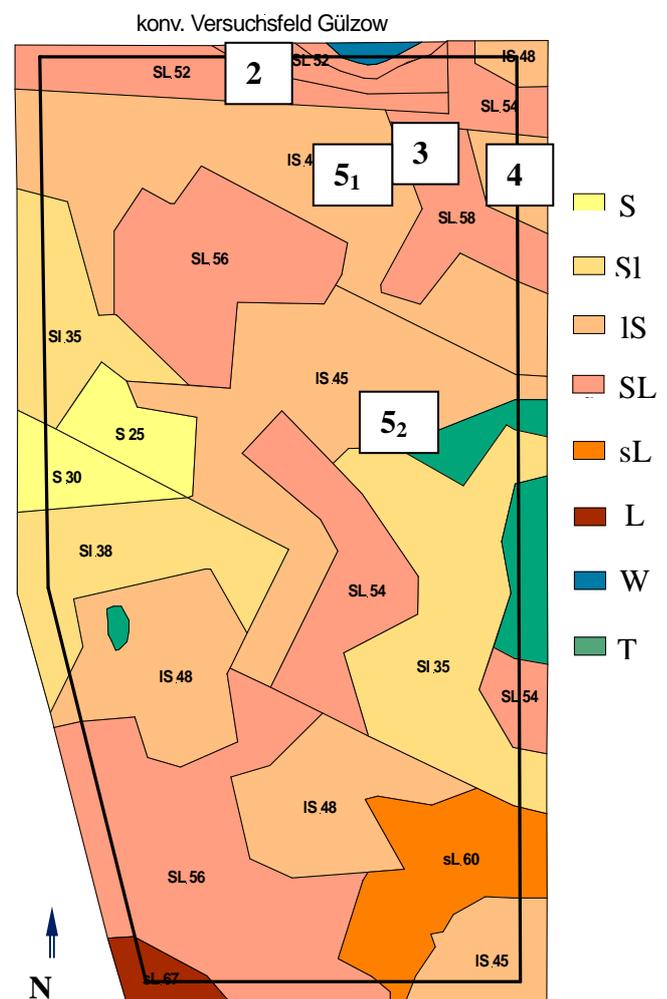


Abb. 2: Verteilung der Bodenarten nach Bodenschätzung und Lage der Exkursionsstandorte auf dem konventionellen Versuchsfeld Gülzow. 2 = KUP, 3 = .Energiepflanzen/-fruchtfolgen, 4 = Bodenbearbeitung/Fruchtfolge, 5₁ = Treibhausgase „Kleiner Gärresterversuch“, 5₂ = Treibhausgase „Großer Gärresterversuch“

Ziel der bodenkundlichen Begleituntersuchungen ist es, die bei Umstellung der Landnutzung

von einjähriger Ackerkultur zu mehrjähriger Kurzumtriebswirtschaft eintretenden bodenökologischen Veränderungen zu erfassen. Als Prüfparameter dienten ausgewählte chemische, physikalische und biologische Bodeneigenschaften. Im Prüfzeitraum 1993 bis 2011 zeigten sich spezifische Managementeffekte und Tiefendifferenzierungen. Hervorzuheben sind die erhöhten C_{org} - und N_t -Gehalte und die verringerten Nährstoffvorräte an Phosphor und Magnesium der Oberböden, ohne dass bislang gravierende negative Beeinflussungen des Ertragsniveaus der Bäume eintraten. Aktuelle Untersuchungen sind darauf gerichtet, die Auswirkungen bei Rückführung von Kurzumtriebsplantagen in Ackerland mit annualen Kulturen zu prüfen sowie die Managementvarianten Kurzumtriebsplantage, Umbruch und Ackernutzung zu vergleichen.

Standort S3

Im Rahmen des von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe geförderten Projektes geht es um die Entwicklung und Optimierung von standortangepassten Anbausystemen für Energiepflanzen im Fruchtfolgeregime. Dieses unter Federführung der TLL stehende Projekt beinhaltet die Durchführung eines Fruchtfolgegrundversuches an 7 Standorten in Deutschland, darunter auch in Gülzow. Das Projekt verfolgt vorrangig das Ziel, hohen Anbaukonzentrationen von Mais entgegenzuwirken. Dieser liefert zwar hohe und wirtschaftliche Erträge, hat aber bei hoher Anbaukonzentration bekanntermaßen auch negative Auswirkungen auf Boden und Umwelt. Der Fruchtfolgeversuch wurde 1995 in Gülzow auf stark lehmigem Sand mit einer Ackerzahl von 50 angelegt. Beim Bodentyp handelt es sich um eine für Mecklenburg-Vorpommern typische Pseudogley-Braunerde. Es wurden acht Fruchtfolgen mit unterschiedlichem Energiepflanzenanteil etabliert. Zentrale Elemente dabei sind der Anbau des ertragsstarken Maises in Kombination mit anderen Energiepflanzen wie Sorghumhirsen, Getreideganzpflanzen und mehrjährigem Ackerfutter, aber auch Marktfrüchten. Verschiedene Fruchtarten werden im Hauptfruchtanbau wie auch in Zweit- und Zwischenfruchtstellung untersucht.

Der Versuch wurde als dreijährige Fruchtfolgerotation konzipiert, in einem vierten Fruchtfolgejahr wird einheitlich über alle acht Fruchtfolgen Winterweizen angebaut, um die Effekte der dreijäh-

rig unterschiedlichen Bewirtschaftung sichtbar zu machen. Bisher wurden zwei komplette Rotationen durchlaufen, die Erträge und Qualitätsparameter ermittelt und in Kooperation mit zahlreichen Partnern die Auswirkungen auf Ökonomie und Ökologie untersucht.

Es wurde nachgewiesen, dass mittels einer Kombination verschiedener Energiepflanzenarten ein dem Mais ebenbürtiger Ertrag erzielt werden kann, wobei in den Energiepflanzenfruchtfolgen die Maisanbaukonzentration auf ein Drittel beschränkt war. Mehrfach wurden auch gegenläufige Tendenzen von Ertrag und ökologischen Folgewirkungen festgestellt. Gegenüber der Maisselbstfolge ist die Humuszehrung auch der ertragsstarken Fruchtfolgen geringer. Durch angepassten Gärreinstatz kann ein ausgeglichener Humushaushalt weitgehend abgesichert werden. Hierbei müssen jedoch insgesamt die Nährstofffrachten aus dem organischen Dünger beachtet werden. Die Methoden zur Beurteilung der Humusbilanz müssen nach heutigem Erfordernis allerdings als unzureichend eingeschätzt werden. In Energiepflanzenfruchtfolgen sind agrotechnische Termine meist zu Gunsten der Hauptfrüchte zu optimieren. In Zweitfruchtssystemen kann durch differenzierte Fruchtwechselzeitpunkte eine gewisse Variabilität und Entzerrung von Arbeitsspitzen erreicht werden. Unter den Getreidearten zur Ganzpflanzennutzung sind auf Grund des höheren Ertragspotenzials und auch wegen der positiven Wirkung der Winterbegrünung die Winterformen zu bevorzugen.

Hinsichtlich der Energieeffizienzen im Sinne der Nachhaltigkeitsbetrachtungen ist festzustellen, dass der Energieertrag pro Flächeneinheit den kumulierten Energieaufwand um ein Vielfaches übersteigt. Die Methoden und vor allem die Systemabgrenzung variieren allerdings sehr stark, so dass verschiedene Arbeiten kaum miteinander vergleichbar sind. Im Rahmen des EVA-Projektes wurde ein EROI-Faktor (energy return on investment) von 8 bis teilweise über 10 ermittelt, der Faktor der Maisselbstfolge liegt bei etwa 12. Das unterstreicht die hohe Energieeffizienz des Maisanbaus. Wichtig ist also, den Mais pflanzenbaulich korrekt und ökologisch verträglich in die Fruchtfolgen zu integrieren, um wirtschaftlich arbeiten zu können und die Belange der Nachhaltigkeit abzusichern.

Standort S4

Mit dem Thema „Nachhaltige Bodenbearbeitungsverfahren unter den Bedingungen Mecklenburg-Vorpommerns“ wurde 1995 ein kombinierter Bodenbearbeitungs-/Fruchtfolgeversuch begonnen. Geprüft werden seit Versuchsbeginn 4 Bearbeitungsvarianten: Pflug, flache und tiefe pfluglose Bearbeitung mit einem Grubber sowie wechselnde Bearbeitung (2 mal grubbern / 1 mal pflügen). Eine ursprünglich hackfruchtbetonte Fruchtfolge wurde 1999 auf die Marktfruchtfolge Raps/Weizen/Weizen und eine Zuckerrübenfolge 2001 auf Silomais/Weizen/Wintergerste umgestellt. Ab 2011 wird zusätzlich die organische Düngung (Stroh und Gärrest) variiert.

Der Boden besteht aus lehmigem Sand bis stark sandigen Lehm der ebenen bis welligen Grundmoräne und ist damit typisch für die Böden des mecklenburgisch-vorpommerschen Grundmoränengebietes. Vom Bodentyp wurde der Versuch als Parabraunerde-Pseudogley eingestuft. Die mittlere Ackerzahl beträgt 48.

Im Mittel aller Ertragsauswertungen wurde nach pflugloser Bodenbearbeitung Ertragsgleichheit zum konventionellen Pflügen erzielt. Die Fruchtarten reagierten jedoch differenziert. Der Anbau von Raps, Weizen nach Raps aber auch Weizen nach Mais und Wintergerste nach Weizen kann erfolgreich praktiziert werden. Stoppelweizen fiel nach pflugloser Bestellung deutlich im Ertrag gegenüber der Pflugvariante ab. Auch der Silomais reagierte mit leichten Mindererträgen.

Nach dauerhaft nichtwendender Bearbeitung wurde eine Schichtung der Nährstoffe Kalium und Magnesium, des pH-Wertes und der organischen Substanz nachgewiesen.

Die aktuellen Untersuchungen sind darauf gerichtet, die Wirkung einer Düngung mit Gärresten auf den Humusgehalt des Bodens zu erfassen um die Entnahme von Biomasse zur Energieerzeugung zu kompensieren.

Standort S5

Die Gärrestversuche sind Bestandteil des seit 2010 laufenden Verbundvorhabens „Potenziale zur Minderung der Freisetzung von klimarelevanten Spurengasen beim Anbau von Energiepflanzen zur Gewinnung von Biogas - Teilprojekt 3: Messung des Spurengasaustausches und der

Klimawirkung am Standort Gülzow“. In diesem von der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) geförderten Verbundprojekt werden die Treibhausgasemissionen (CO_2 , CH_4 , N_2O) aus Ackerkulturen untersucht, die mit Gärresten aus Biogasanlagen gedüngt werden.

Hintergrund ist, dass intensive Stickstoffdüngung einerseits die Emission von Lachgas erhöht und andererseits die Methanaufnahmefähigkeit der Böden senken könnte. Außerdem können Gärreste durch ihren hohen Gehalt an leicht umsetzbaren Stickstoffverbindungen direkt zu einer erhöhten Freisetzung von Lachgas führen. Diese Faktoren machen möglicherweise die angestrebte positive Treibhausgaswirkung beim Anbau von Energiepflanzen zunichte. Die Klärung dieser Frage ist eines der Ziele der Untersuchungen. Weiterhin soll die Abschätzung von Emissionsfaktoren für N_2O - Stickstoff gemäß IPCC (2006) präzisiert werden.

Die Versuchsvarianten umfassen eine Nullvariante und 7 Düngungsstufen (angegeben in % der standortgerechten Düngung von 160 kg N ha^{-1}): 50 %, 75 %, 100 %, 125 %, 200 % Gärrest-N-Gabe (abgekürzt „Gär“), 50 % Gärrest + 50 % mineralische N Gabe, 100 % mineralische N-Gabe, von denen hier exemplarisch die Varianten 75 % Gär, 100 % Gär, 125 % Gär und 200 % Gär dargestellt werden.

Die Fruchtfolgen umfassen Mais, Hirse, Triticale, Weidelgras und Weizen. Die Messungen der Spurengas-Emissionen (CO_2 , CH_4 , N_2O) erfolgen mit Großhauben (rechteckig, Grundfläche $0,64 \text{ m}^2$) unter Einbeziehung von mehreren Pflanzen (mittels der Closed-Chamber-Methode nach Livingston & Hutchinson 1995).

Die hier dargestellten N_2O Emissionen während der Vegetationsperiode des Jahres 2011 im Mais (Fiedler et al. 2012) zeigen, dass sich die untersuchten Düngungsstufen deutlich in den Lachgasemissionen unterscheiden (Abb. 3). Aus dem zeitlichen Verlauf der Emissionen geht eine deutliche Abhängigkeit vom Düngungstermin (27. April) hervor. Die Maximalwerte der Emissionen wurden etwa 4 Wochen nach der Düngung ermittelt. Die erhöhten N_2O Emissionen waren 7

– 9 Wochen nach der Düngung vollständig abgeklungen.

Die kumulierten N₂O Emissionen (Tab. 1) belegen sowohl deutliche Unterschiede zwischen den Düngungsstufen als auch eine große Schwankungsbreite zwischen den Min- und Max-Werten innerhalb einer Düngungsstufe.

Die Emissionsfaktoren (Tab. 2) steigen mit zunehmender Düngungsstufe tendenziell an. (mögliche Erklärungen dafür sind eine geringere anteilmäßige Pflanzenaufnahme und eher reduzierende Bedingungen bei höheren Düngungsstufen).

Tab. 1: Kumulierte N₂O Emissionen (kg N₂O ha⁻¹)

Variante	Minimum	Median	Maximum
75 % Gär	2,7	6,5	10,1
100 % Gär	7,9	16,3	20,4
125 % Gär	13,9	16,6	21,0
200 % Gär	20,9	27,0	50,2

deutlich höher als der vom IPCC (2006) ange-setzte Wert von 1,0 % (für landwirtschaftliche Nutzflächen allgemein).

Da das hier betrachtete Jahr 2011 außerordentlich niederschlagsreich war, sollten diese Ergebnisse unbedingt mit Messergebnissen der Folgejahre abgeglichen werden. Bei der Interpretation der Ergebnisse sollte zudem berücksichtigt werden, dass die Gärreste in diesem Versuch in 10 – 15 cm Bodentiefe injiziert wurden, was vermutlich eine Erhöhung der Denitrifikation bewirkt hat; zugleich wurde eine Verringerung der Ammoniakemissionen festgestellt.

Tab. 2: Emissionsfaktoren für N₂O-N (%)

Variante	Minimum	Median	Maximum
75 % Gär	1,0	2,5	4,0
100 % Gär	2,2	4,5	5,6
125 % Gär	3,0	3,5	4,5
200 % Gär	2,6	3,4	6,3

Die Mehrzahl der Werte und der Mittelwert von 3,5 % liegen im Bereich der von Crutzen et al. (2008) angegebenen Werte von 3 – 5 %, jedoch

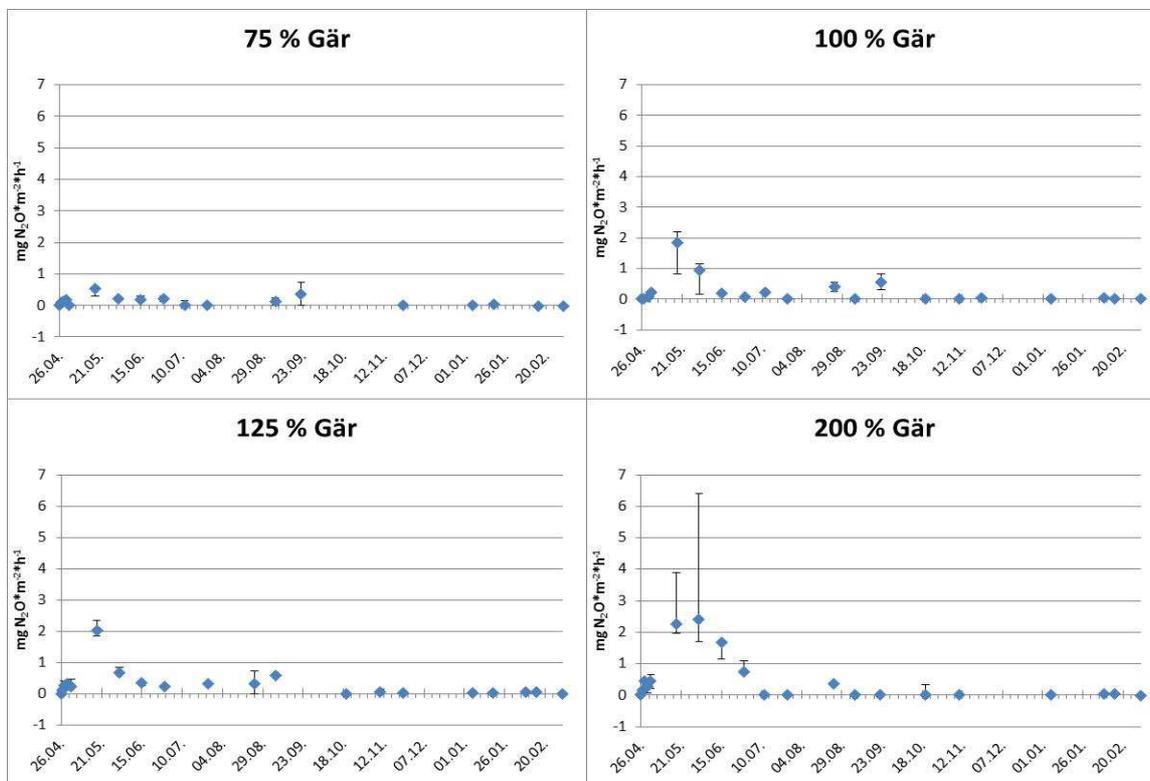


Abb. 3: Zeitlicher Verlauf der Lachgasemissionen für vier Versuchsvarianten des Gärrestversuchs

Literatur

- AG BODEN, Bodenkundliche Kartieranleitung, (1994) 4. Aufl., Hannover, 392 S.
- Crutzen, P.J., Mosier, A.R., Smith, K.A., Winiwarter, W. (2008) N₂O release from agrobiofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels.- Atmospheric Chemistry and Physics, 8: 389-395.
- Fiedler, S., Buczko, U., Glatzel, S. (2012) Lachgasemissionen im Energiemaisanbau unter Einsatz von Gärrestsubstrat.- Schriftenreihe Umweltingenieurwesen Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Bd. 32: 363-370.
- Geologisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern. Karte der quartären Bildungen – Oberfläche bis fünf Meter Tiefe. 1:200.000, Blatt Güstrow.
- Geologisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (1995) Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern, Übersichtskarte 1:500.000. Böden.
- IPCC (2006) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, edited by: Eggleston, H.S, Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K., Volume 4, Chapter 11, N₂O emissions from managed soils, and CO₂ emissions from lime and urea application, IGES, Hayama, Japan, 2006.
- Livingston, G., Hutchinson, G. (1995) Enclosure-based measurement of trace gas exchange: Applications and sources of error. S. 14-51. In: Matson, P.; Harriss, R. (Hrsg.): Methods in ecology - Biogenic trace gases: Measuring emissions from soil and water. Blackwell Science, Oxford, GB
- Kahle, P., Boelcke, B. (2004) Auswirkungen des Anbaus schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb auf ausgewählte Bodeneigenschaften. In: Bornimer Agartechnische Berichte 35, 99-108.
- Kopp, D. (1965) Die periglaziale Deckzone (Geschiebedecksand) im nordostdeutschen Tiefland und ihre bodenkundliche Bedeutung. Ber. Dt. Geol. Ges. DDR, 10, 739-771.
- NAWARO (2010) Der NAWARO® BioEnergie Park „Güstrow“ GmbH. Energiegewinnung aus Biomasse in industrieller Dimension. Informationsbroschüre.
- Schütte, A. (2010) Projektförderung im Bereich Energiepflanzenanbau, ein Überblick. 2. Symposium Energiepflanzen 2009. 17./18. November 2009, Gülzower Fachgespräche, Band 34, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), 25-36.
- Wagenbreth, O., Steiner, W. (1989) Geologische Streifzüge. Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig.

Exkursionspunkt G7/P1: Gülzow

Bearbeiter: Kahle, Buczko **TK25:** 2238 Prützen **Datum:** 28.02.2012

Lage: RW: 3307222 HW: 5966624 15 m ü. NN

Kreis: Landkreis Rostock

Jahresmitteltemperatur: 8,2°C **Niederschlag:** 559 mm

Relief: schwach geneigt (N1) **Nutzung:** Acker

Profilbeschreibung

Probe	Horizont		Horizontbeschreibung
		Tiefe (cm)	
1	Ap1	0-15	dunkelgrau (7,5 YR 4/1), mittel humos, sehr feucht, Krümelgefüge, carbonatfrei
2	Ap2	15-25	braun (7,5 YR 4/3) bis blaugrau, schwach humos mit blaugrauen Verfärbungen (Gley 5 B 4/1), nass, Bröckelgefüge, carbonatfrei
3	AISw	25-40	braun (7,5 YR 5/2 bis 7,5 YR 5/6), sehr schwach humos, marmoriert, Mn-Konkretionen, nass, Polyedergefüge, carbonatfrei
4	BtSd	40-60	schwach braun (10 YR 6/3), humusfrei, marmoriert, dicht, Mn-Konkretionen, nass, Prismengefüge, carbonatfrei
5	Sd1	60-110	gelblichbraun (10 YR 5/4), humusfrei, marmoriert, Stauhori-zont, nass, Kohärentgefüge, carbonatfrei
6	Sd2	> 110	Bläulich-grau (Gley 5 B 5/1) mit stark braunen Anteilen (7,5 YR 5/6), humusfrei, gefleckt, dichter Stauhori-zont, nass, Kohärentgefüge, stark durchwurzelt, carbonathaltig

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	Pseudogley-Parabraunerde (SS-LL) aus Moränensand über Moränenlehm (g-s/g-l)
WRB	Stagnic Luvisol
Anmerkungen	Aufgrund hoher Wassersättigung war der Abbau der organischen Substanz nach Umbruch eines Blocks der Kurzumtriebsplantage eingeschränkt und es bildeten sich insbesondere im Ap2 Reduktionsfarben aus.

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Kömgrößenteile in %			Bodenart	rho g/cm ³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
1	11	12	77	SI3	1,56	41,1	32,2	7,5	24,7
2	11	11	78	SI3	1,73	34,7	24,2	7,3	16,9
3	8,7	21	71	SI3	1,70	35,8	23,4	5,4	18,0
4	14	13	73	SI4	1,62	38,9	28,0	8,1	19,9
5	14	11	75	SI4	1,77	33,2	31,4	9,7	21,7
6	22	24	54	Ls4	1,75	34,0	34,3	15,1	19,2

Probe	pH CaCl ₂	Carbonat g kg ⁻¹	C _{org} g kg ⁻¹	kg m ⁻²	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹
1	6,03	-	11	2,6	1,1	10	0,20
2	5,75	-	6,1	1,1	0,73	8,2	0,15
3	5,58	-	3,6	0,9	0,55	6,5	0,13
4	5,70	-	2,3	0,7	0,44	5,1	0,11
5	5,80	-	1,2	1,1	0,33	3,7	0,10
6	6,55	2	0,98		0,35	2,8	0,10

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	Na _t mg kg ⁻¹
1	5,8	9,1	1243	1650	1463	360	541	62
2	5,8	9,0	864	1472	1414	336	533	44
3	4,9	7,4	519	1039	1089	316	454	47
4	7,0	11	1057	1615	1675	269	509	93
5	7,7	12	937	1547	1601	231	319	46
6	12	20	2661	2777	3396	298	494	119

Probe	Oxalateextrakt				DL-Extrakt		
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
1	0,34	1,4	223	332	240	72	140
2	0,40	1,6	274	379	173	42	131
3	0,34	1,4	249	323	n. b.	n. b.	n. b.
4	0,36	1,9	188	291	n. b.	n. b.	n. b.
5	0,36	0,95	166	144	n. b.	n. b.	n. b.
6	0,44	1,8	204	230	n. b.	n. b.	n. b.

G8: Graben auf! Graben zu!

Was bringt die Bodengeologische Landesaufnahme am Leitungsgraben?

Frank Idler¹, Jens-Peter Schmidt², Gerta Anders¹

¹ Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Goldberger Str. 12, 18273 Güstrow

² Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern, Domhof 4/5, 19055 Schwerin

Einleitung

Seit 2011 wird russisches Erdgas durch die neu verlegte Ostseepipeline (Nord Stream) für den europäischen Markt geliefert. Die doppelsträngige Pipeline landet in Lubmin bei Greifswald an. Sie verläuft landseitig zum einen als Ostsee-Pipeline-Anbindungs-Leitung (OPAL) nach Süden bis Olbernhau in Sachsen und führt als Nordeuropäische Erdgasleitung (NEL) nach Südwesten - bis nach Rehden bei Vechta in Niedersachsen.

In den vergangenen zwei Jahren erfolgte baubegleitend durch den Geologischen Dienst Mecklenburg-Vorpommern, die Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald und das Landesamt für Kultur und Denkmalpflege die geowissenschaftliche und archäologische Aufnahme dieser beiden Trassen in Mecklenburg-Vorpommern.

Das Hauptanliegen der Exkursion besteht in der Darstellung der genutzten Methodik von der Aufnahme eines Leitungsgrabens bis zur Ergebnisdarstellung und den damit verbundenen organisatorischen, sicherheitstechnischen, terminlichen, personellen bzw. finanziellen Erfordernissen. Die Genese des weichselzeitlichen bis holozänen Formenschatzes wird unter Berücksichtigung der neuen Erkenntnisse aus dem Leitungsgraben und der vorgestellten Bodenprofile diskutiert. Bodensystematische, pedogenetische und bodengeografische „Stolpersteine“ werden benannt. Weiterhin wird ein Überblick zu den archäologischen und weiterführenden geowissenschaftlichen Arbeiten gegeben.

Exkursionsroute

Die Exkursion führt ca. 50 km südlich von Rostock in das Rückland der Mecklenburgischen Seenplatte - den Raum Teterow – Güstrow.

Beginnend mit einem Ausstellungsbesuch im Güstrower Schloss zur Pipeline-Archäologie an den beiden großen Erdgastrassen in Mecklenburg-Vorpommern, folgt die Route einem Teilabschnitt des nun bereits verfüllten Leitungsgrabens der NEL (s. Abb. 1). Für die vier im Jahr 2012 im Leitungsgraben aufgenommenen und nun nicht mehr zugänglichen Profile, wurden adäquate Profilgruben trassennah angelegt. Die Route verläuft vom nordwestlichen Rand des Teterower Beckens (G8/1 Thürkow), über die Teterower Heidberge (G8/2 Appelhagen), das Schlieffenberger Os bei Groß Roge, die Beckenbildungen südlich der Ortslage Raden (G8/3) bis zum Lehmborg bei Bansow (G8/4).

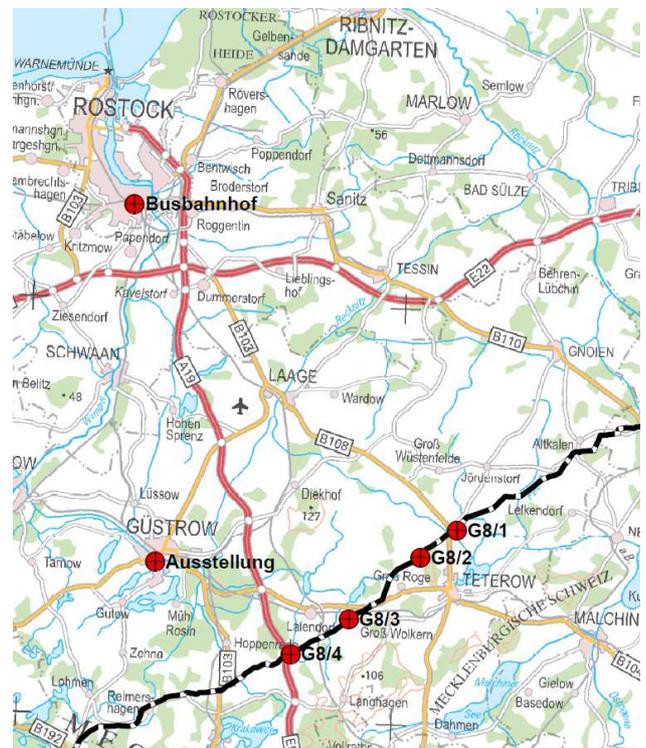


Abb. 1: Exkursionsroute im Raum Güstrow-Teterow

Klima

Das Exkursionsgebiet liegt im Süden des mäßig maritimen Schweriner Großklimabereichs (LFG M-V 1999). Die durchschnittlichen Jahresniederschlagssummen liegen zwischen 600 und 680 mm. Niederschlagsreichste Monate sind Juli und

August. Die klimatische Wasserbilanz beläuft sich auf -70 bis 0 mm/a. Die Spanne der Jahresmitteltemperaturen des Großklimabereiches beträgt 7,7 bis 9,0°C.

Geologie

Weichseleiszeitliche Gletscher und Schmelzwässer haben primär das Gesicht dieser Jungmoränenlandschaft geprägt. Das Exkursionsgebiet erstreckt sich in einem ca. 25 km breiten Grundmoränenstreifen (W2) zwischen dem Außenrand des Mecklenburger Vorstoßes (W3) im Nordosten und der Pommerschen Haupteisrandlage (W2) im Süden. Im Südosten teilt die markante Langhäger Endmoränengabel die girlan-

denartig verlaufende Pommersche Endmoräne in den Krakower (Exkursionsgebiet) und den Malchiner Lobus. Ihre nordöstliche Fortsetzung findet die Gabel, zwischen den ehemaligen Eisloben verlaufend, in einem glazigenen Stauungskomplex, welcher bis an den imposantesten Höhenzug der Mecklenburgischen Schweiz (> 120 m ü. NN), die Retzow-Gülitzer Höhen (W3), heranreicht.

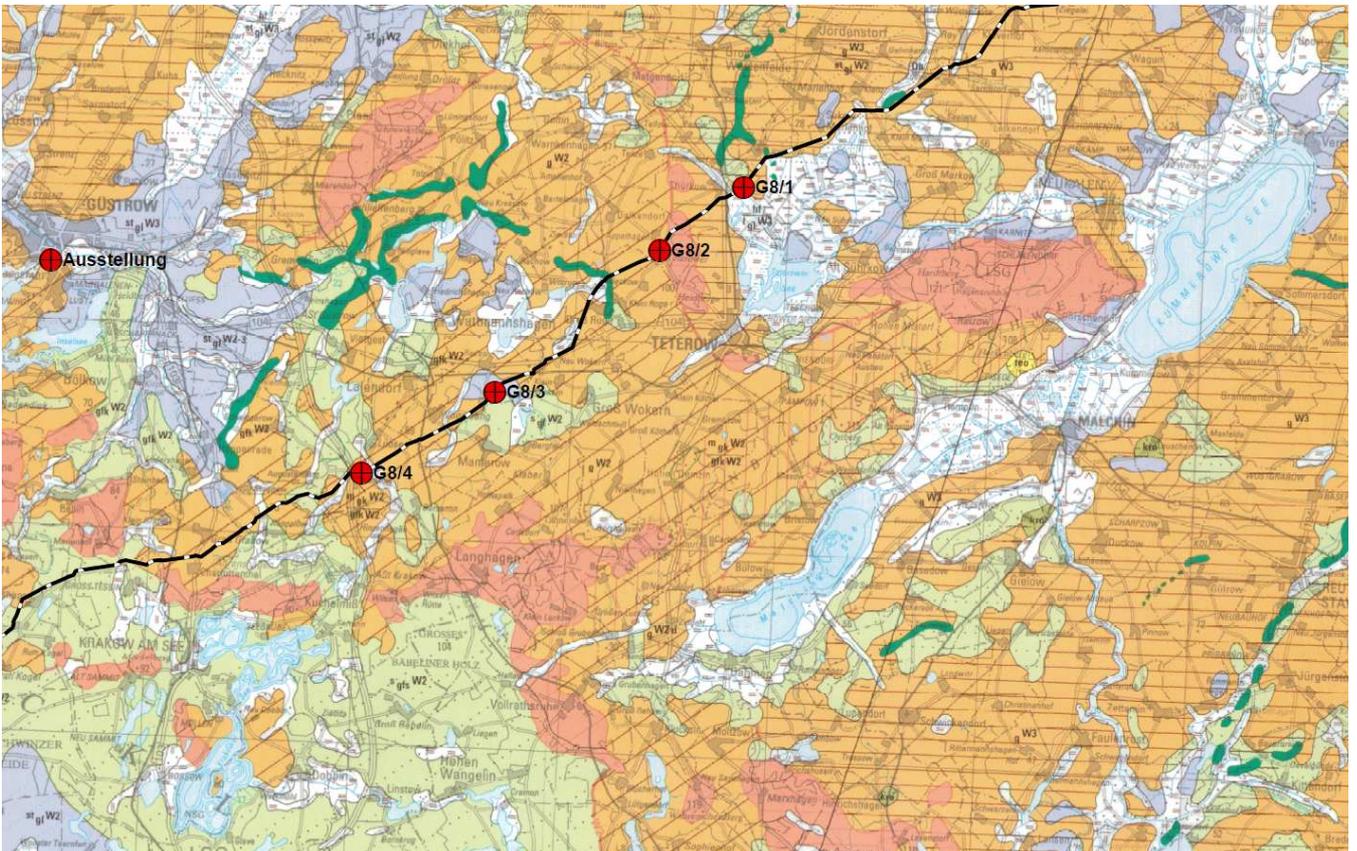


Abb. 2: Geologische Übersichtskarte von Mecklenburg-Vorpommern 1: 200 000, Blatt Güstrow (Karte der quartären Bildungen – Oberfläche bis fünf Meter Tiefe) (GLA M-V 1990)

Von dort nach Westen anschließend erstreckt sich der W3-Außenrand im engen Lobenbogen, die Teterower Heidberge (G8/2) einschließend, um das Teterower (Gletscherzungen-) Becken (Nagel & Rühberg 2003). Der Außenrand ist in diesem Abschnitt morphostratigraphisch lücken-

haft, doch für den W3-Außenrand typisch, ohne zugehörigen Sander ausgebildet. Im Westen begrenzt die Schlieffenberger Endmoräne (Schmooksberg 127 m ü. NN) das Exkursionsgebiet. In die W2-Grundmoräne zwischen Güstrow, Teterow und Langhagen eingeschaltete

glazigene Schmelzwasser- und Beckensedimente belegen das supra- und subglaziale Gewässernetz und die Phase des Eiszerfalls im Rückland der Pommerschen Eisrandlage. So zeichnen z.B. die Schlieffenberger Oszüge radiale und marginale Eisspalten bzw. -tunnel (nun als Vollform in Reliefumkehr) nach. Kleinstäumig verbreitete sandige bis tonige Beckensedimente bei Wattmannshagen und südlich Raden (G8/3), dokumentieren eiszerfallsbedingt abflußbehinderte Areale, welche, z.T. im Spätglazial beginnend, im Holozän partiell vermoort. Die glazilimnischen Sedimente des Güstrow-Bützower Beckens und der SW-NE verlaufenden Hauptentwässerungsbahnen Aufragen/Recknitz und

Böden

Die Eisrandlagen (W2 und W3) pausen sich auch in der Bodenkarte (Abb. 3) durch und gliedern das erweiterte Exkursionsgebiet. In der stark welligen bis kuppigen Pommerschen Endmoräne haben sich auf tief entkalkten Geschiebemergeln Parabraunerde- und nachge-

ordnet Pseudogleygesellschaften ausgebildet. Den staunassen Bereichen sind dort in z.T. abflußlosen Senkenpositionen und Tälchen Niedermoore und Gleye angegliedert. Auf dem sich im Südwesten anschließenden Pommerschen Sander dominieren Braunerden.

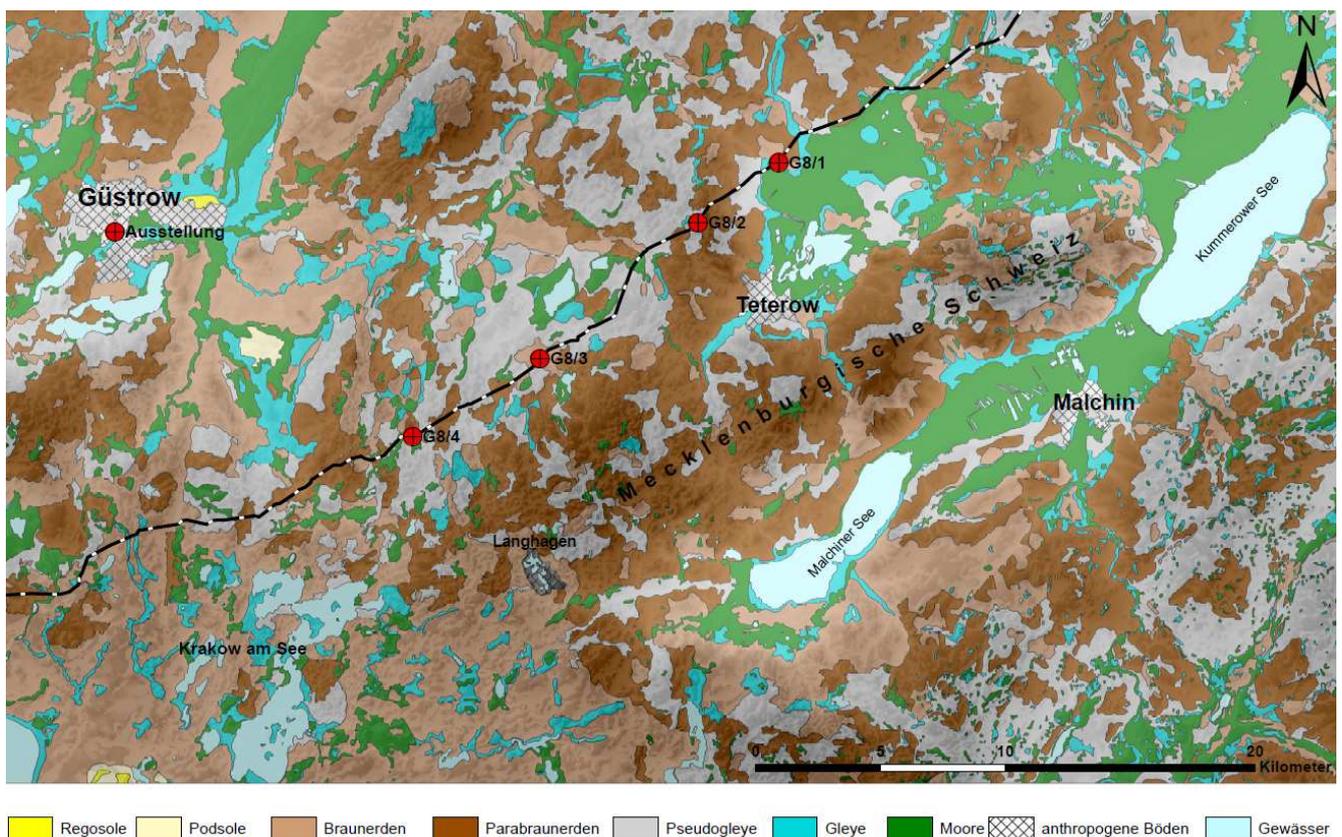


Abb. 3: Konzeptbodenkarte 1: 25 000 - stark nach dominant auftretenden bodensystematischen Einheiten generalisiert (LUNG M-V 2012, unveröff.)

Eingeschaltete Gleye, Moore und das rezente Gewässernetz zeichnen Schmelzwasserbahnen, z.T. bis an die ehemaligen Gletschertore der W2-Endmoräne reichend, und Seengeneese aus Toteis nach. Die im Norden durch die Mecklenburgische Schweiz begrenzte Malchiner Rinne (Nagel & Rühberg 2003) mit dem Kummerower und Malchiner See, wird großflächig durch vollhydromorphe Bodengesellschaften mit tiefgründigen Niedermooren und zu den Moränen vermittelnden Gleyen bestimmt. Das hydrologisch mit der Malchiner Rinne in Verbindung stehende Teterower Becken ist überwiegend flachgründig über glazilimnischen Feinsanden bis Tonen vermoort. Wo die Beckensedimente oberflächenah anstehen, sind Gleye und Pseudogleye ausgebildet. Die W2-Grundmoräne zwischen Teterow und Güstrow ist nicht nur geologisch, sondern auch bodenkundlich sehr heterogen. Pseudogleye sind auf Beckentonen oder Geschiebelehmen ausgebildet. Gering verbreitet finden sich auch Parabraunerden auf Geschiebelehm. Braunerden sind sowohl auf glazilimnischen Sanden, als auch auf den Schmelzwassersedimenten anzutreffen. Eine vage landschaftsgenetische Interpretation kann über die noch nicht vollständig erodierten Sedimente der Eiszerfallsphase erfolgen. Das in der geologischen Karte durch Oser, Spaltenfüllungen und vermoorte Rinnenstrukturen abgebildete Gewässernetz tritt bei Miteinbeziehung der Gleyböden aus der Bodenkarte noch deutlicher hervor.

Kolluviale Bildungen ergänzen reliefbedingt das Bodenformeninventar. Auch das Auftreten mehrphasiger Kolluvien wurde am Trassengraben festgestellt. Auf den Kuppen der bis auf den Geschiebemergel erodierten Moränenstandorte sind Pararendzinen ausgebildet, die aber wegen ihres geringen Flächenanteils in den Bodenformengesellschaften mittelmassstäbiger Karten nur nachrangig geführt werden.

Generell gilt es anzumerken, dass die periglaziale Überprägung des Jungmoränengebietes nicht immer diagnostisch im Feld

nachweisbar ist! Dieses gilt insbesondere für den Geschiebelehm und weniger für sandige Substrate.

Archäologie und Leitungsbau

Der Bau einer Erdgasleitung wie der NEL – sie ist in Mecklenburg-Vorpommern 237 km lang und hat einen Flächenbedarf von etwa fast 700 ha - stellt nicht nur Planer und Baubetriebe vor Herausforderungen und birgt große Chancen für die geologische Landesaufnahme, sondern besitzt auch eine nicht unbedeutende denkmalpflegerische Komponente, denn schon vor Beginn der Erdarbeiten steht fest, dass durch ein solches Vorhaben zahlreiche Bodendenkmale tangiert werden. Dies ergibt sich nicht allein aus dem beträchtlichen Flächenumfang, sondern vornehmlich aus der Art des Erdeingriffes. Es handelt sich nämlich um ein „lineares Bauprojekt“, bei dem aufgrund der „gestreckten Fläche“ deutlich mehr archäologische Denkmale betroffen sind als bei Flächenbauvorhaben gleicher Größe. Zwar werden diese meist „nur“ partiell in Mitleidenschaft gezogen, doch ist das betroffene Segment des Fundplatzes nach Abschluss des Bauvorhabens unwiederbringlich verloren.

Während alle obertägig sichtbaren Bodendenkmale wie Grabhügel oder Burgwälle bei der Trassenplanung berücksichtigt und weiträumig umgangen wurden, war dies für die vielen obertägig nicht mehr sichtbaren Fundplätze, von denen zudem nur ein Teil vorab bekannt war, nicht möglich. Diese müssen deshalb vor der Verlegung im Trassenverlauf ausgegraben werden, wobei dafür eine Vorgehensweise gesucht werden musste, die einerseits dem öffentlichen Interesse am Pipelinebau, andererseits aber auch den Belangen des Denkmalschutzes Rechnung trägt. Im Fall der NEL ist dies mit dem „Dreiphasensystem“ hervorragend gelungen, denn es gab keine Baustillstände infolge archäologischer Untersuchungen im Verlauf der NEL.

Das „Dreiphasensystem“

Die denkmalpflegerischen Arbeiten im Trassenverlauf begannen mit der archäologischen Voruntersuchung in ausgewählten Teilbereichen (Phase 1). Dadurch wurden zum einen Erkenntnisse zum Erhaltungszustand und zur wissenschaftlichen Bedeutung der bereits bekannten Bodendenkmale gewonnen, zum anderen erlaubten sie aber auch die denkmalpflegerische Bewertung von Bereichen, für die aufgrund benachbarter Fundplätze oder der topographischen Situation mit dem Vorhandensein von Siedlungsresten oder Grabanlagen gerechnet werden musste. Die Untersuchung dieser Abschnitte erfolgte durch zwei Meter breite, unterschiedlich lange Suchschnitte, die bis auf den mineralischen Untergrund abgetieft wurden und dadurch Aussagen zum Vorhandensein und Zustand von Bodendenkmalen ermöglichten (Abb. 4).



Abb. 4: Die Sondageschnitte der Voruntersuchung sind zwar nur 2 m breit, erlauben aber weitreichende Aussagen.

Auf Grundlage der Voruntersuchungsergebnisse wurde entschieden, ob der betreffende Trassenabschnitt bauvorgreifend bearbeitet werden musste oder eine baubegleitende Ausgrabung möglich war.

Machten Erhaltungszustand und wissenschaftliche Bedeutung eine bauvorgreifende Untersuchung notwendig, so schloss sich möglichst zeitnah an die Voruntersuchung eine Hauptuntersuchung (Phase 2) an (Abb. 5). Dabei kam es zu einer flächigen Freilegung der betroffenen Fundplätze, die den gesamten, fast 30 m breiten Trassenbereich umfasste. Dafür trugen Bagger zunächst den vom Pflug gestörten Oberboden ab, bevor anschließend manuell weitergearbeitet wurde und „feinere“ Gerätschaften zum Einsatz kamen.



Abb. 5: Eine Hauptuntersuchungsfläche bei Gammelmin, Lkr. Ludwigslust-Parchim, aus der Luft (Links sind deutlich einige bereits untersuchte Befunde erkennbar).

Bei der archäologischen Baubegleitung, der 3. Phase, wurden dann all jene Bodendenkmale geborgen und dokumentiert, die nicht im Zuge einer Hauptuntersuchung ausgegraben worden waren. Um dies sicherzustellen, überwachten Mitarbeiter des Landesamtes durchgängig den bauvorbereitenden Mutterbodenabtrag im Trassenverlauf. Jeder der Bauköpfe wurde durch mindestens einen Mitarbeiter betreut. Dieser markierte umgehend alle aufgedeckten Befunde, die ein nachrückendes Grabungsteam abarbeitete, bevor in dem betreffenden Abschnitt der Leitungsbau einsetzte (Abb. 6).



Abb. 6: Während der Hauptuntersuchungen wurden die Fundplätze großflächig freigelegt und dokumentiert.

Da für die Untersuchung dieser Denkmale nur ein enges Zeitfenster zur Verfügung stand, musste während dieser Grabungsphase mit einem erweiterten Personalstamm gearbeitet und flexibel auf die sich ständig ändernden Anforderungen reagiert werden.



Abb. 7: Die Zeitfenster zwischen Mutterbodenabtrag und Verlegung waren eng, so dass auch für die Ausgrabung häufig nur wenig Zeit blieb.

Beeindruckende Ergebnisse

Insgesamt waren für den Trassenverlauf der NEL vor Beginn der Untersuchungen 131 Bodendenkmale bekannt, 60 weitere Fundplätze lagen im unmittelbaren Nahbereich. Diese Abschnitte wurden bei der Voruntersuchungsplanung vorrangig berücksichtigt und in zwei Dritteln der Fälle konnten die Denkmale dort auch bestätigt werden. Im Interesse der Planungssicherheit wurden auf der NEL aber auch topographische Gunstlagen in die Untersu-

chungen einbezogen, so dass insgesamt 238 Trassenabschnitte mit Längen zwischen 50 m und 1000 m, also etwa 40% des Streckenverlaufes, untersucht werden sollten.

Begonnen wurde mit den Voruntersuchungen im Juni 2010. Bis zum Baubeginn im April 2011 konnten 184 der eingeplanten Voruntersuchungsabschnitte, also fast 80 %, bearbeitet werden, während dies für die übrigen Bereiche aufgrund lokaler Gegebenheiten nicht möglich war. Die Bilanz der Voruntersuchungen belegt eindrucksvoll den Erkenntnisgewinn, denn die Arbeiten bestätigten nicht nur 89 zuvor bekannte Bodendenkmale, sondern führten auch zur Entdeckung von 179 neuen, bislang unbekanntem Fundplätzen.



Abb. 8: Solch gut erhaltene Holzstrukturen aus der Völkerwanderungszeit (um 400 n. Chr.) gehören zu den herausragenden Befunden auf der NEL.

Angesichts des engen Zeitfensters für die Durchführung der Ausgrabungen wurde bereits vor Abschluss aller Voruntersuchungen im Oktober 2010 mit den Hauptuntersuchungen begonnen. Letztlich sollten insgesamt 79 Denkmale bauvorgreifend freigelegt werden. Da die Bearbeitung dieser Flächen bei weitem noch nicht abgeschlossen worden war, als im April 2011 die Verlegearbeiten begannen, erforderte die weitere Organisation der archäologischen Arbeiten im Trassenverlauf ein sehr hohes Maß an Flexibilität, da in die Planungen nun auch die Belange der Baufirmen einbezogen werden mussten. Während dieser Zeit waren phasenweise

14 Grabungsteams mit über 130 Mitarbeitern des Landesamtes auf der NEL im Einsatz, denn es standen nicht nur weitere 287 neu entdeckte Bodendenkmale zur Untersuchung an, sondern auch all jene Bereiche, die zuvor aus unterschiedlichen Gründen nicht bearbeitet werden konnten. Demnach war das abzuleistende Arbeitspensum enorm, denn insgesamt wurden 442 Fundplätze – teilweise mit vielen hundert Befunden – baubegleitend untersucht. Dies war - insbesondere zum Ende hin – nur durch die enge Abstimmung und Kooperation mit den lokalen Bauleitern möglich, die dadurch einen nicht unerheblichen Anteil am erfolgreichen Abschluss des Projektes haben.



Abb. 9: Aus dem Römischen Reich gelangte dieser Bronzeknopf, der bei Kadow, Lkr. Rostock, gefunden wurde, nach Mecklenburg-Vorpommern, wo man ihn mit einer Silberplattierung versehen hat.

Die Ausgrabungen auf der Trasse endeten am April 2012, doch kam es in der Folgezeit noch zu einigen punktuellen Untersuchungen, wenn bei der abschließenden Kontrolle des ausgehobenen Rohrgrabens Befunde entdeckt wurden. Diesbezüglich erhielten wir tatkräftige Unterstützung durch Mitarbeiter des LUNG und der Universität Greifswald, die nicht nur bei der Bewertung von Bodenprofilen halfen, sondern auch wertvolle Hinweise zu bislang unentdeckten Strukturen gaben. Am Ende aller Arbeiten stand fest, dass insgesamt 590 Bodendenkmale durch die Verlegung der NEL tangiert und zumindest partiell dokumentiert worden waren und ungezähl-

te teilweise herausragende Fundstücke geborgen wurden.

Exkursionspunkte

G8/1 Thürkow

Das Profil befindet sich auf einem Ackerstandort am Unterhang eines in das Teterower Becken reichenden Sporns der W3-Grundmoräne. Die in diesem Bereich angrenzenden sandigen Beckensedimente werden von Niedermoortorfen überlagert. Der W3-Außenrand mit den Teterower Heidbergen liegt ca. 3 km südwestlich. Im Norden wird der Grundmoränensporn durch die Thürkower Osgabel gefasst.

Das Profil weist eine ca. 1 m mächtige kolluviale, ab 60 cm unter GOK nach unten zunehmend, pseudovergleyte Überdeckung auf. Im Liegenden wurde ein Gley mit einem 25 cm mächtigen fAh-Horizont aus Schmelzwassersand angetroffen. Die Schmelzwassersande wurden im obersten Meter periglazial überprägt. Die auffällig dunkle Färbung (10YR 2/1) und Mächtigkeit des fAh-Horizontes deutet auf einen ehemals oberflächennahen Grundwasserstand hin. Dieser lässt sich mit der rezenten Mooroberfläche im Teterower Becken, wegen des Moorschwundes aufgrund von Entwässerungen, nur bedingt korrelieren. Das hangaufwärts gerichtete, im Leitungsgraben gut sichtbare, Auskeilen dieses Horizontes markiert den historischen Wasserstand im Becken und begrenzt den Beckenrand. Die Schmelzwassersande in diesem Bereich könnten mit dem radialen Abflusssystem des Thürkower Osers in Verbindung gestanden haben.

Der Exkursionspunkt erbrachte keine archäologischen Befunde, doch ist darauf hinzuweisen, dass nur 750 m westlich von dort, zwischen Eisenbahnstrecke und der B 108 im Sommer 2003 beim Bau einer anderen Erdgasleitung ein reich mit Bronzeobjekten ausgestattetes bronzezeitliches Frauengrab aus der Zeit um 1200 v. Chr. entdeckt wurde. Am Halskragen der Dame hatten sich in einer Korrosionsschicht Textilreste erhalten, bei denen es

sich um den ältesten Nachweis von Seide in Europa handelt. Es dürfte sich dabei um Wildseide aus dem östlichen Mittelmeerraum handeln – nicht um Kulturseide aus China – die von dort in den Norden verhandelt wurde (Schmidt 2007, Scherping & Schmidt 2007).

G8/2 Appelhagen

Am Fuße der Teterower Heidberge in der W2-Grundmoräne, ca. 600 m südlich des Ortes Appelhagen, liegt das Profil G8/2. Es ist ein Beleg für das Auftreten kleinflächiger, glazilimnischer Sedimentationsräume in größeren Einheiten anderer Genese (z.B. Grundmoränen oder Sander). Das Profil weist bis > 3,30 m Tiefe feingeschichtete Sande und Schluffe auf. Die Schichtmächtigkeiten liegen zwischen 1 bis 5 cm. Der oberste Meter ist periglazial entschichtet. Offensichtlich ist das Profil hydromorph überprägt. So bewirkt der unregelmäßige Wechsel von schluffigen und sandigen horizontalen Schichten der Tiefe nach, auch unterschiedliche Durchlässigkeiten für das Sickerwasser. Dem entsprechend geht mit dem jeweiligen Sprung in der Bodenart auch ein Wechsel von dominant reduktiven zu oxidativen Merkmalen einher. Wie ist ein solches Profil zu beschreiben, zu beproben und wie aussagekräftig sind dann die Analyseergebnisse?

In diesem Bereich waren Siedlungsbefunde erwartet worden, die bei der Baubegleitung auch ermittelt wurden. Es handelte sich überwiegend um Feuerstellen sowie einige Gruben, die jedoch nicht sicher zu datieren waren. Vermutlich markieren sie den Randbereich einer größeren Siedlung.

G8/3 Raden

Im Übergangsbereich zwischen auf der W2-Moräne abgesetzten Schmelzwasser- und Beckensedimenten, ca. 1 km südlich des Dorfes Raden, befindet sich das Profil G8/3. Das als Normpseudogley ausgehal-

tene Profil setzt sich aus einem 90 cm mächtigen Schmelzwassersand über Beckenton zusammen. Beide Ausgangsgesteine weisen periglaziäre Überprägungen auf. Die Basis des Tones sowie die Untergrenze der periglaziären Beeinflussung, werden bei 2 m u. GOK noch nicht erreicht. Die Entkalkungstiefe liegt tonobergrenzgleich bei 90 cm u. GOK. Das Profil liegt im Rückland der Pommerschen Eisrandlage und der W3-Gletscher sollte dieses Gebiet nicht mehr erreicht haben. Die Tone und Schmelzwassersande sind demnach als ein Produkt des hydrologischen Regimes während des Eiszerfalls (W2) zu deuten. Die auffallend tiefgründige Entschichtung des Profils wirft Fragen, unter anderem nach dem Habitus periglaziär überprägter Tone, auf. Setzt am Profil in einer Tiefe > 2 m die tontypische Feinschichtung ein? Ist eine (nahezu) ungeschichtete Tonsedimentation möglich?

Der Exkursionspunkt war angesichts der siedlungsgünstigen Lage in Sollnähe auch von denkmalpflegerischem Interesse, so dass auch hier ein Voruntersuchungsschnitt angelegt wurde. Dabei wurden – genau wie später in der Baubegleitung – einzelne Gruben freigelegt, die einen lediglich sporadisch durch den Menschen genutzten Bereich erkennen lassen.

Nur 400 m südwestlich kam ein jedoch ein Fund zutage, der im wahrsten Sinne „Sprengstoff barg“ und die große Spannweite der archäologischen Untersuchungen verdeutlicht: Dort wurde im Trassenbereich die Absturzstelle eines deutschen Flugzeugs ermittelt, das im April 1945 auf einem Acker zerschellt war. Es handelte sich um ein Doppelflugzeugsystem vom Typ Mistel-Schlepp, bei dem eine Trägermaschine eine unbemannte, mit Sprengstoff gefüllte Untermaschine – in diesem Fall eine JU 88 – ins Zielgebiet transportieren und abwerfen sollte. Die mit Sprengstoff gefüllte Untermaschine wurde durch den Kampfmittelräumdienst geborgen, zahlreiche Wrackteile wurden an das Deutsche Luftwaffenmuseum in Berlin-Gatow übergeben.

G8/4 Bansow

Das Profil G8/4 befindet sich nördlich der Ortslage Bansow am Unterhang des Lehmberges (67 m ü. NN), einer Kuppe der W2-Grundmoräne. Ein kolluvialer Auftrag wurde nicht festgestellt. Profilprägend sind Verbraunung, Lessivierung und Sekundärkarbonatanreicherung. Die Horizontabfolge Acp/Bcv/Bvt/Bbt und eine nach unten abnehmende CaCO₃-Konzentration lassen zunächst eine Aufkalkung des Ackerschlaßes vermuten. Diese erfolgte jedoch letztmalig 2010. Kalkzwischenlagerung vor Ausbringung kann für den Standort ebenfalls ausgeschlossen werden. Andererseits konnten am Leitungsgraben Sekundärkarbonatbildungen, größtenteils in Sanden – vereinzelt sogar in Kuppenpositionen, nachgewiesen werden. Die laterale Anströmung kalkhaltigen Wassers aus der geschiebemergelreichen Grundmoräne und die Kalkausfällung werden dann i.d.R. als Erklärung herangezogen. Doch wie groß muß das Einzugsgebiet sein und welche Niederschlagsmengen und Zeiträume sind notwendig, damit dieses Phänomen in entsprechender Reliefposition auftritt? Warum tritt es lokal sehr begrenzt auf?

Angesichts der topographischen Gegebenheiten waren auch für diesen Exkursionsspunkt Siedlungsreste vermutet worden, was sich jedoch nicht bestätigte. Stattdessen wurden 150 m östlich Teile einer Siedlung der vorrömischen Eisenzeit (550 v. Chr. – Chr. Geb.) erfasst und einige Pfostengruben sowie elf Siedlungsgruben untersucht.

Literatur

- Ad-Hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Aufl., Hannover
- Geologisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.)(1990): Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern, Karte der Quartären Bildungen – Oberfläche bis fünf Meter Tiefe 1: 200 000, Blatt Güstrow. – 1. Auflage, Schwerin
- Nagel, D. & Rühberg, N. (2003): Naturpark „Mecklenburgische Schweiz und Kummerower See“ – quartärgeologische Entstehung einer Landschaft. In: Neubrandenburger Geologische Beiträge, Band 3, S. 49 – 62, Hrsg.: Geowissenschaftlicher Verein Neubrandenburg e.V.
- Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.)(1999): Erläuterungen zu den forstlichen Standortskarten des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Teil B. Standortformen und Standortformengruppen, Malchin
- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Stand 2012): Konzeptbodenkarte 1: 25 000. unveröffentlicht.
- Scherping, R. & Schmidt, J.-P. (2007): Seide im Norden - Die Textilreste am älterbronzezeitlichen Halskragen aus Thürkow, Lkr. Güstrow (Mecklenburg-Vorpommern). In: Archäologisches Korrespondenzblatt 37, S. 207-220
- Schmidt, J.-P. (2007): Die älterbronzezeitlichen Gräber von Thürkow, Lkr. Güstrow. In: Bodendenkmalpflege in Mecklenburg-Vorpommern, Jahrbuch 55, S. 67-118.

Profil G8/1 (Thürkow)

Bearbeiter: Idler/ Reinhardt **TK25:** 2141(Jördenstorf) **Datum:** 09.05.2012
Lage: RW: 33340645 HW: 5966756 **Höhe:** 7 m ü. NN
Kreis: Landkreis Rostock **Nutzung:** Acker
Jahresmitteltemperatur: 8,1°C **Jahresniederschlag:** 630 mm
Relief: Unterhang, vertikal konkav **Vegetation:** OE (Oelsaaten, Raps)

Profilbeschreibung

Horiz.-Nr.	Ober-/Untergrenze [cm]	Horizont-symbol	Substratart	Beschreibung
1	30	Ap	uk-l	Pflughorizont aus kolluvialem Lehm
2	60	M	uk-s	humoser Kolluvialhorizont
3	105	Sdw-M	uk-s	schwach humoser Kolluvial-horizont mit Staunässemerkmalen
4	130	IIfAh°Sdw	p-s	schwach stauender, stauwasser-leitender Horizont aus begrabene-m humosen Oberbodenhorizont
5	190	Go	p-s	Grundwasserschwankungshorizont aus periglaziärem Schmelzwassersand
6	230	IIIgor	fg-s	Grundwasserhorizont mit wenigen oxidativen Merkmalen aus Schmelzwassersand

Profilkennzeichnung

Bodenformensymbol	SS-YK//GG: uk-s(Suk)//p-s(Sgf)//fg-s(Sgf)
Bodenformenbezeichnung	Pseudogley-Kolluvisol über tiefem Gley aus kolluvialem Sand über tiefem periglaziärem Sand (Schmelzwassersand) über sehr tiefem Schmelzwassersand
Bodenschätzung	IS3D 48/48

Physikalische und chemische Analysen

Horiz.-Nr.	Masse-% des humusfreien Feinbodens								Bodenart	Grobbodenanteilsklassen (Feldansprache)	
	gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Σ U			Σ S
1	2,6	13,1	39,2	19,7	9,4	3,4	12,7	74,5	39,2	SI4	fG1
2	2,7	16,4	40,6	17,5	9,0	4,0	9,7	77,3	40,6	SI3	fG1
3	3,0	24,3	47,5	9,3	6,4	2,9	6,7	84,1	47,5	SI2	fG1, mG1
4	9,7	42,3	29,6	6,9	3,5	1,9	6,1	88,5	29,6	SI2	fG1, mG1, gG1
5	11,7	48,9	32,4	1,0	1,2	0,5	4,2	94,0	32,4	Ss(mSfs)	fG1, mG1
6	5,9	49,5	42,0	0,0	0,4	0,4	1,8	97,4	42,0	Ss(mSfs)	fG2, mG2, gG2

Horiz.-Nr.	pH (CaCl ₂)	CaCO ₃ [M.-%]	C _{org} [M.-%]	Humus C _{org} *1,72 [M.-%]	C _t [M.-%]	N _t [M.-%]	C _{org} /N _t	S [M.-%]
1	6,42	-	2,0	3,41	2,0	0,207	9,61	0,038
2	6,84	-	0,74	1,28	0,74	0,094	7,88	0,019
3	7,05	-	0,28	0,47	0,28	0,040	6,95	0,013
4	6,84	-	0,46	0,80	0,46	0,039	11,76	0,015
5	7,15	-	0,07	0,12	0,07	0,019	3,75	0,013
6	7,21	-	0,04	0,06	0,04	0,015	2,40	0,017

Horiz.-Nr.	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	Na [g/kg]
1	6,45	2,82	10,77	1,57	1,97	0,34	1,08	0,10
2	6,82	2,31	9,69	0,84	1,38	0,44	0,43	0,10
3	5,54	0,93	6,24	0,47	0,90	0,18	0,17	0,06
4	5,56	1,91	7,74	0,39	1,01	0,08	0,17	0,08
5	3,56	0,94	6,24	0,52	1,10	0,03	0,22	0,06
6	1,90	0,65	4,05	0,36	0,72	0,03	0,27	0,05

Profil G8/2 (Appelhagen)

Bearbeiter: Idler/ Reinhardt **TK25:** 2141 (Jördenstorf) **Datum:** 18.04.2012

Lage: RW: 33337413 HW: 5964318

Kreis: Landkreis Rostock

Jahresmitteltemperatur: 8,1°C

Relief: Unterhang, vertikal konkav

Höhe: 63 m ü. NN

Nutzung: Acker

Jahresniederschlag: 630 mm

Vegetation: GE

Profilbeschreibung

Horiz.-Nr.	Ober-/Untergrenze [cm]	Horizontsymbol	Substratart	Beschreibung
1	30	Ap	p-s	Pflughorizont
2	65	Sw	p-l	stauwasserleitender, gebänderter Horizont aus periglaziären Beckensanden bis –tonen
3	100	Sd+Sw	p-l	dominant stauwasserleitender, z.T. stauender, gebänderter Horizont aus periglaziär überprägten Beckensanden bis –tonen
4	180	lISd+Sw	fgl-s	dominant stauwasserleitender, z.T. stauender, gebänderter Horizont aus Beckensanden bis – schluffen
5	330+	eGo-Sdw	fgl-es	karbonathaltiger, gebänderter, zeitweise grundwasser- bzw. stauwasserführender Horizont aus Beckensanden bis – schluffen

Profilkennzeichnung

Bodenformensymbol	SSn: p-s(Sb)/p-l(Lb)//fgl-es(Sb)
Bodenformenbezeichnung	Normpseudogley aus periglaziärem Sand (Beckensand) über periglaziärem Lehm (Beckenlehm) über tiefem karbonathaltigem Beckensand
Bodenschätzung	SI4D 32/30

Physikalische und chemische Analysen

Horiz.-Nr.	Masse-% des humusfreien Feinbodens									Bodenart	Grobbodenanteilsklassen (Feldansprache)
	gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Σ U	Σ S		
1	3,3	20,2	49,4	14,7	3,2	3,7	5,4	87,6	49,4	SI2	fG1, mG1
2	0,1	2,9	63,4	18,0	0,4	1,8	13,3	84,5	63,4	SI4	-
3	0,1	2,5	48,4	31,8	6,1	2,2	8,8	82,9	48,4	Slu	-
4	0,1	1,7	54,1	27,9	4,6	2,4	9,2	83,8	54,1	SI3	-
5	0,2	4,1	63,3	21,7	3,7	0,9	6,1	89,3	63,3	Su3	-

Horiz.-Nr.	pH (CaCl ₂)	CaCO ₃ [M.-%]	C _{org} [M.-%]	Humus C _{org} *1,72 [M.-%]	C _t [M.-%]	N _t [M.-%]	C _{org} /N _t	S [M.-%]
1	6,52	-	0,75	1,29	0,75	0,087	8,64	0,015
2	6,87	-	0,09	0,16	0,09	0,026	3,45	0,012
3	7,11	-	0,066	0,11	0,07	0,024	2,77	0,011
4	7,43	0,56	0,063	0,11	0,13	0,029	2,18	0,011
5	7,78	6,9	-	-	0,82	0,022	-	0,013

Horiz.-Nr.	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	Na [g/kg]
1	3,89	1,23	5,35	0,68	0,82	0,19	0,38	0,20
2	7,43	1,22	11,32	1,24	1,51	0,29	0,18	0,10
3	5,45	1,45	9,10	1,15	1,40	0,21	0,19	0,17
4	4,76	3,15	7,96	0,94	1,28	0,19	0,24	0,13
5	4,85	32,86	7,60	1,20	1,50	0,21	0,32	0,09

Profil G8/3 (Raden)

Bearbeiter: Idler **TK25:** 2240 (Lalendorf)

Lage: RW: 33331088 HW: 5958815

Kreis: Landkreis Rostock

Jahresmitteltemperatur: 8,1°C

Relief: Verebnung

Datum: 21.03.2012

Höhe: 40 m ü. NN

Nutzung: Acker

Jahresniederschlag: 650 mm

Vegetation: GE

Profilbeschreibung

Horiz.-Nr.	Ober-/Untergrenze [cm]	Horizontsymbol	Substrat-art	Beschreibung
1	30	Ap	p-s	Pflughorizont
2	60	Ah+Sw	p-s	selten stauwasserleitender, mit nesterartigen, humosen Einschaltungen versehener Horizont aus
3	90	Sw	p-s	stauwasserleitender Horizont (10 YR 4/6) aus periglaziär überprägtem Schmelzwassersand
4	200+	IleSd	fgl-et	karbonathaltiger, Stauhorizont aus Beckenton

Profilkennzeichnung

Bodenformensymbol	SSn: p-s(Sgf)//fgl-et(Tb)
Bodenformenbezeichnung	Normpseudogley aus periglaziärem Sand (Schmelzwassersand) über tiefem karbonathaltigem Beckenton
Bodenschätzung	S4D 22/22

Physikalische und chemische Analysen

Horiz.-Nr.	Masse-% des humusfreien Feinbodens									Bodenart	Grobbodenanteilsklassen (Feldansprache)
	gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Σ U	Σ S		
1	18,3	42,1	27,4	4,0	2,1	1,5	4,7	91,7	27,4	Ss(mSgs)	fG2, mG1, gG1
2	0,7	44,6	48,4	2,7	0,8	0,0	2,8	96,4	48,4	Ss(fSms)	fG1
3	4,7	65,8	23,0	0,0	0,7	1,0	4,7	93,5	23,0	Ss(mSfs)	fG1
4	0,01	0,1	0,9	11,9	23,2	22,6	41,4	12,9	0,9	Tu3	-

Horiz.-Nr.	pH (CaCl ₂)	CaCO ₃ [M.-%]	C _{org} [M.-%]	Humus C _{org} *1,72 [M.-%]	C _t [M.-%]	N _t [M.-%]	C _{org} /N _t	S [M.-%]
1	5,92	-	1,1	1,90	1,1	0,12	9,30	0,017
2	5,80	-	0,05	0,08	0,05	0,014	3,49	0,0086
3	6,90	-	0,07	0,12	0,07	0,018	3,69	0,0087
4	7,59	38	-	-	4,0	0,046	-	0,015

Horiz.-Nr.	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	Na [g/kg]
1	4,78	1,31	7,11	0,57	0,95	0,22	0,66	0,09
2	1,63	0,48	3,33	0,29	0,43	0,11	0,11	0,14
3	3,98	1,45	7,66	0,71	0,97	0,12	0,35	0,16
4	19,41	107,71	23,70	4,74	7,74	0,47	0,52	0,23

Profil G8/4 (Bansow)

Bearbeiter: Idler **TK25:** 2240 (Lalendorf) **Datum:** 09.03.2012
Lage: RW: 33325977 HW: 5955690 **Höhe:** 50 m ü. NN
Kreis: Landkreis Rostock **Nutzung:** Acker
Jahresmitteltemperatur: 8,1°C **Jahresniederschlag:** 670 mm
Relief: Mittelhang, vertikal konvex **Vegetation:** GE

Profilbeschreibung

Horiz.-Nr.	Ober-/Untergrenze [cm]	Horizontsymbol	Substratart	Beschreibung
1	25	Acp	p-el	sekundärkarbonathaltiger Pflughorizont
2	45	Bcv	p-el	sekundärkarbonathaltiger, verbraunter Horizont aus periglaziärem Lehm
3	90	Bcvt	p-el	sekundärkarbonathaltiger, verbraunter, Toneinwaschungs-horizont aus periglaziärem Lehm
4	130+	Bcbt	p-el	sekundärkarbonathaltiger, gebänderter Toneinwaschungs-horizont aus periglaziärem Lehm

Profilkennzeichnung

Bodenformensymbol	LLc-BBc: p-el(Lg)
Bodenformenbezeichnung	Kalkparabraunerde-Kalkbraunerde aus periglaziärem sekundärkarbonathaltigem Lehm (Geschiebelehm)
Bodenschätzung	SL4D 48/42

Physikalische und chemische Analysen

Horiz.-Nr.	Masse-% des humusfreien Feinbodens									Bodenart	Grobbodenanteilsklassen (Feldansprache)
	gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Σ U	Σ S		
1	3,1	14,8	43,5	14,1	6,7	5,1	12,7	75,5	43,5	Sl4	fG1, mG1
2	2,8	17,0	43,4	10,8	7,0	3,4	15,7	74,0	43,4	Sl4	fG1, mG2
3	2,3	16,1	46,7	11,8	5,2	2,3	15,5	77,0	46,7	Sl4	fG1, mG1
4	2,0	15,2	46,2	13,8	7,0	2,2	13,7	77,1	46,2	Sl4	fG1, mG1

Horiz.-Nr.	pH (CaCl ₂)	CaCO ₃ [M.-%]	C _{org} [M.-%]	Humus C _{org} *1,72 [M.-%]	C _t [M.-%]	N _t [M.-%]	C _{org} /N _t	S [M.-%]
1	6,91	3,6	1,1	1,85	1,5	0,12	8,76	0,043
2	7,05	2,7	0,37	0,64	0,70	0,053	7,03	0,071
3	6,95	0,43	0,14	0,25	0,20	0,034	4,23	0,23
4	6,95	-	0,09	0,15	0,09	0,024	3,55	0,54

Horiz.-Nr.	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	Na [g/kg]
1	7,67	18,56	12,51	1,85	2,57	0,28	0,40	0,24
2	9,06	13,13	12,85	1,81	2,53	0,24	0,29	0,19
3	8,28	3,39	12,12	1,27	1,68	0,16	0,17	0,05
4	7,59	1,60	12,04	1,13	1,76	0,10	0,13	0,06

G9: Bodenschätzung in Mecklenburg-Vorpommern am Beispiel von Musterstücken

Andreas Thüm

Finanzamt Ribnitz-Damgarten, Sandhufe 3, 18311 Ribnitz-Damgarten

Einleitung

Die Bodenschätzung, als flächendeckend vorliegendes Bewertungsverfahren der natürlichen Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich nutzbarer Böden, besitzt in der Praxis eine hohe Akzeptanz. Sie ist zugleich eine nach einheitlichen Grundsätzen durchgeführte bodenkundlich fundierte Bestandsaufnahme der Agrarflächen. Die Bodenschätzung dient natürlich in erster Linie der „gerechten Verteilung“ der Steuern (§ 1 BodSchätzG 1934) und findet über die Ertragsmesszahlen Eingang in die Einheits- und Bedarfsbewertung (Bewertung des landwirtschaftlichen Grundbesitzes für Zwecke der Grund-, Erbschaft- und Grunderwerbsteuer). Darüber hinaus gibt es hierzu eine Vielzahl anderer steuerlicher und außersteuerlicher Anwendungsbereiche wie z.B. für die Ertragsbesteuerung (Grundlage für Einkommensbesteuerung der Landwirte), die Wertermittlung innerhalb der Flurbereinigung, Maßnahmen des Bodenschutzes, agrarpolitische Maßnahmen, die Sammlung und Bewertung von Kaufpreisen, Veräußerung und Verpachtung von landwirtschaftlichen Nutzflächen, die Wertermittlung landwirtschaftlicher Flächen, die Erarbeitung bodenkundlicher Karten usw.. Die Bodenschätzung mit ihrer bodenkundlich orientierten Datenerhebung hat sich zu einem wichtigen Bestandteil in Bodeninformationssystemen (BIS) entwickelt. Sie kann auch für künftige Gesetzesvorhaben insbesondere im Rahmen des EU-Rechts (z.B. für die Agrarförderung, die Lenkung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe, Ausweisung von Ausgleichsflächen usw.) von grundlegender Bedeutung sein. Ein Schwerpunkt wird die Darstellung von neu

geschaffenen und in Realisierung befindlichen Möglichkeiten der Nutzung von Ergebnissen der Bodenschätzung allgemein in Mecklenburg-Vorpommern (MV) und damit verbundenen Problemen sein. Dabei wird auf Anforderungen und Rahmenbedingungen der INSPIRE-Richtlinie der Europäischen Union und deren Umsetzung im Land eingegangen.

Auf Bundesebene werden ausgewählte Bodenflächen durch den Schätzungsbeirat als Musterstücke geschätzt. Dabei soll die Gesamtheit der Musterstücke einen Querschnitt über die im Bundesgebiet hauptsächlich vorhandenen Böden hinsichtlich ihrer natürlichen Ertragsfähigkeit ergeben. Davon existieren im Bundesgebiet mehr als 4.000, davon

2.830 für Acker (in MV 115) und

1.191 für Grünland (in MV 166).

Aus diesem Fundus sollen im Rahmen der Exkursion Beispiele vorgestellt und Möglichkeiten und Wege zur Erlangung von Daten für außersteuerliche Zwecke erläutert werden.

Exkursionsraum

Die Exkursion wird Standorte im Raum Satow/Kröpelin umfassen. Dabei handelt es sich im Besonderen um die Gemarkungen Ravensburg, mit insgesamt 3 und Satow mit 2 Musterstücken.

Klima, Geologie und Geomorphologie

Klimatisch ist das Exkursionsgebiet durch die relativ geringe Entfernung zur Ostsee geprägt. Für die Bodenschätzung werden die dem Ackerschätzungsrahmen unterstellten Bedingungen angenommen. D.h.

es besteht die Unterstellung „mittlerer Verhältnisse, wie sie in vielen Teilen von Deutschland z. B. beiderseits der Elbe zwischen Wittenberge und Dömitz vorkommen, nämlich 8 °C Jahreswärme und 600 mm Jahresniederschläge“ (Rothkegel, 1951). Diese Angaben basieren allerdings auf Ergebnissen des Reichsamtes für Wetterdienst auf der Grundlage von mittleren Temperatur- und Niederschlagswerten, erhoben von 1881-1930 bzw. 1891-1930 und für die einzelnen Bereiche noch wesentlich detaillierter untersetzt. Um die Kontinuität und Nachvollziehbarkeit der Bodenschätzung weiterhin zu gewährleisten, wurden diese Daten auch bei der letzten Reform des Bodenschätzungsgesetzes (BodSchätzG) nicht der inzwischen feststellbaren allgemeinen Klimaentwicklung angepasst.

Das Exkursionsgebiet ist durch das Pommersche Stadium der Weichselvereisung gestaltet worden. Im Raum Ravensberg handelt es sich um eine Endmoränengabel zwischen ehemaligen Loben (Gletscherzungen). Benachbart ist ein Übergangsbereich mit glazifluvialen Sanden der Hochfläche. Die Bodentypen und -subtypen (speziell an den Musterstücksstandorten neben Niedermoor hier Kolluviole und Braunerde-Bänderparabraunerde, erodierte Parabraunerde) sollen an den Standorten jeweils mit aktuellen Einschätzungen des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Umweltinformation (LUNG) untersetzt und in Verbindung zu den Ergebnissen der Bodenschätzung gestellt werden.

Exkursionsroute und -standorte

Die Exkursion wird von Rostock Hauptbahnhof zuerst über die Autobahn A20 bis Ausfahrt Anschlussstelle Kröpelin nach Ravensberg, gehörig zur Gemeinde Carinerland in südwestlicher Richtung führen. Dort werden 3 Musterstücke (die Exkursionspunkte G9/P1, G9/P2, G9/P3) aufgesucht, welche nur 250 bzw. 150 m voneinander entfernt sind.

Bei G9/P1 handelt es sich, wie auch bei den anderen Exkursionspunkten, um ein ehemaliges Musterstück der Reichsbodenschätzung, welches schon am 04.09.1936 vom damaligen Reichsschätzungsbeirat eingestuft wurde. Wie andere in den Neuen Bundesländern belegene und in der natürlichen Ertragsfähigkeit als unverändert betrachtete, erhalten gebliebene Musterstücke wurde es in der Verordnung des Bundesfinanzministeriums vom 11.05.1994 (Bundessteuerblatt I S. 334) aufgeführt und, nach Novellierung des Bodenschätzungsgesetzes auf den 01.01.2008, in der Verordnung zur Durchführung des § 6 Absatz 3 des Bodenschätzungsgesetzes (Bodenschätzungsdurchführungsverordnung - BodSchätzDV) erneuert. Genauere Informationen zu den Exkursionsstandorten und den Profilen sind der beiliegenden Anlage zu entnehmen.

Die Verfahrensweise an den Exkursionsstandorten wird regelmäßig einheitlich sein: die im Gesetzblatt ausgewiesene Lage und Schätzung, bei Punkt **G9/P1**

Musterstück 4079.06 (Ravensberg) mit der Schätzung SI 3 D 36 / 36

wird am aufgegrabenen Profil von Seiten der Finanzverwaltung dargestellt und kritisch hinterfragt. Dazu wird eine aktuelle Ansprache des LUNG gegenübergestellt. Am Profil wird erläutert, welche weiteren Informationen aus dem Bestand der Bodenschätzung für externe Nutzer digital verfügbar sind bzw. in absehbarer Zeit verfügbar sein werden. Dies betrifft, neben den Daten zu den Musterstücken direkt, auch Informationen zu:

- Flächendaten der Bodenschätzung (ausgewiesen in der Automatisierten Liegenschaftskarte, ggf. im Amtlichem Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) voraussichtlich ab Mitte 2013)
- Punktdaten der Bodenschätzung (Lage und Identifikationsmerkmal der Grablö-

cher, Vergleichsstücke, Musterstücke in vorgenannten Systemen)

- Sachdaten der Bodenschätzung (Verknüpfung der Punkt- und Flächendaten mit dazu vorhandenen Informationen wie Profildaten und Flächeninformationen)

Zu den ersten beiden Datenarten wird vor Ort die vorhandene Darstellung visualisiert und auf Nutzungs- und Zugriffsmöglichkeiten für externe Anwender hingewiesen. Zu dem Punkt „Sachdaten“ wird eine Darstellung des Standes einer Vereinbarung mit dem Landesamt für innere Verwaltung über deren Ausweisung erfolgen. Grundlage hierfür ist die Umsetzung der Richtlinie 2007/2/EG vom 14.03.2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft. Des Weiteren wird der Stand der digitalen Verfügbarkeit der Daten bzw. der Datenumfang bei den ausweisenden Stellen genannt.

Für die Exkursionspunkte **G9/P2**

Musterstück 4079.05 (Ravensberg)

mit der Schätzung **IS 4 D 40 / 37**

und **G9/P3**

Musterstück 4079.53 (Ravensberg)

mit der Schätzung **Mo I a 2 48 / 48**

, dem einzigen Niedermoor- und Grünlandstandort der Exkursion, welche in unmittelbarer Nachbarschaft belegen sind, erfolgen die Erläuterungen und ergänzenden Bemerkungen ebenso nach vorgenanntem Schema.

Danach erfolgt die Weiterfahrt nach Satow (ca. 30 km Fahrtstrecke) wo Exkursionspunkt **G9/P4**

Musterstück 4079.08 (Satow)

mit der Schätzung **L 5 D 52 / 43**

und **G9/P5**

Musterstück 4079.07 (Satow)

mit der Schätzung **SL 3 D 57 / 52**

vorgelegt werden. Enden wird die Exkursion wieder am Ausgangspunkt in Rostock, nach ca. 25 km Fahrtstrecke.

Literatur

AD-HOC-AG Boden, Bodenkundliche Kartieranleitung, (2005) 5. Aufl., Hannover, 438 S.

Bodenschätzungsgesetz vom 20. Dezember 2007 (BGBl. I S. 3150, 3176)

Bülow, K. v., Abriss der Geologie von Mecklenburg, 1. Auflage 1952, Verlag Volk und Wissen Berlin

Bodenschätzungs-Durchführungsverordnung vom 23. Februar 2012 (BGBl. I S. 311)

Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern Übersichtskarte 1:500.000, 1. Auflage 1994, Oberfläche, Hrsg. Geolog. Landesamt Mecklenburg-Vorpommern

Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern Übersichtskarte 1:500.000, Böden, 2. Auflage 2005, Hrsg. Geolog. Landesamt Mecklenburg-Vorpommern

Richtlinie 2007/2/EG vom 14. März 2007 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE)

Rösch, A., Kurandt, F. (3. Aufl. 1991) Bodenschätzung: Gesetze mit amtlicher Begründung, Durchführungsbestimmungen und Verwaltungsvorschriften, C. Heymanns Verlags AG

Rothkegel, W., Geschichtliche Entwicklung der Bodenbonitierungen und Wesen und Bedeutung der deutschen Bodenschätzung, 1950, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart ,

Exkursionspunkt G9/P1: Ravensberg Musterstück für Ackerland Nr. 4079.06

Besichtigt am: 04.09.1936

Gemeinde: Cariner Land **Gemarkung:** Ravensberg

Flur: 1 **Flurstück:** 62

Höhe über NN: 70 m **Jahreswärme:** 8 °C **Ø Jahresniederschlag:** 600 mm

Größe: 1000 m² **Messtischblatt:** 2036

Geologische Entstehung: Pleistozän (ex Diluvium)

Bodenart: SI **Zustandsstufe:** 3 **Entstehung:** D

Bodenzahl: 36 **Besonderheiten/Abrechnungen:** 0 **Klima %:** 0

Ackerzahl 36

Tiefe (dm)	Korngrößenanteile in %							Horizont	Bodenart nach Köhn	
	Ton	fU	mU	gU	fs	mS	gS			Stein
0,0 – 3,0	5,4		3,0	14,9	46,8	25,3	4,9		Ap	SI2
3,0 – 8,0	5,5		4,6	16,3	39,6	28,7	5,3		M	SI2
8,0 - 12,0				4,8	65,2	29,6	0,4		II Bv	Ss (fSms)

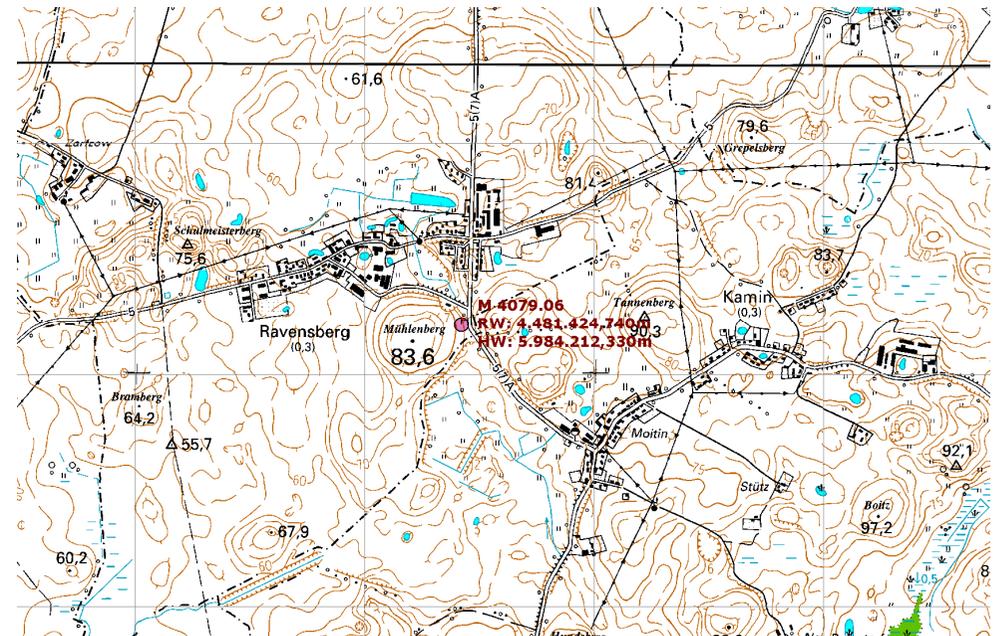
Tiefe (dm)	pH	Carb. %	C-org. %	Humus %	Nt %	C/N
0,0 – 3,0	6,1	0,4	1,10	1,89	0,12	9,00
3,0 – 8,0	6,6	0,4	0,50	0,86	0,06	9,00
8,0 - 12,0	6,5	0,4	0,10	0,00	0,01	

Bodenbeschreibung der Bodenschätzung:

		Schichtstärke in dm
1	h2 fS,I1	2,5
2	h2 fS,I1	5,0 - 6,0
3	fr S	
4		

Physikalische und chemische Analysen

Tiefe (dm)	Korngrößenanteile in %						Bodenart nach Kopecky
	Abschlammbar A	Abschlammbar B	Stausand	Feinsand	Grobsand	Steine	
0,0 – 3,0		5,8	15,3	17,8	58,8	4,2	S
3,0 – 8,0		6,8	15,6	15,9	58,4	3,4	S
8,0 - 12,0			3,8	22,7	73,3	0,2	S



Exkursionspunkt G9/P2: Ravensberg Musterstück für Ackerland Nr. 4079.05

Besichtigt am: 04.09.1936
Gemeinde: Cariner Land **Gemarkung:** Ravensberg
Flur: 1 **Flurstück:** 61
Höhe über NN: 75 m **Jahreswärme:** 8 °C **ØJahresniederschlag:** 600 mm
Größe: 900 m² **Messtischblatt:** 2036
Geologische Entstehung: Pleistozän (ex Diluvium)
Bodenart: IS **Zustandsstufe:** 4 **Entstehung:** D
Bodenzahl: 40 **Besonderheiten/Abrechnungen:** Gel N -6 **Klima %:** -2
Ackerzahl: 37

Tiefe (dm)	Korngrößenanteile in %							Horizont	Bodenart nach Köhn	
	Ton	fU	mU	gU	fs	mS	gS			Stein
0,0 – 3,0	9,4	2,8	7,3	32,2	35,0	11,9	1,3		Ap	SI4
3,0 – 6,0	15,9	2,0	10,9	45,1	25,4	0,8			Bv-AI	Uls
6,0 – 10,0	17,9	3,3	13,7	46,0	18,8	0,3			Bv+Bbt	Lu

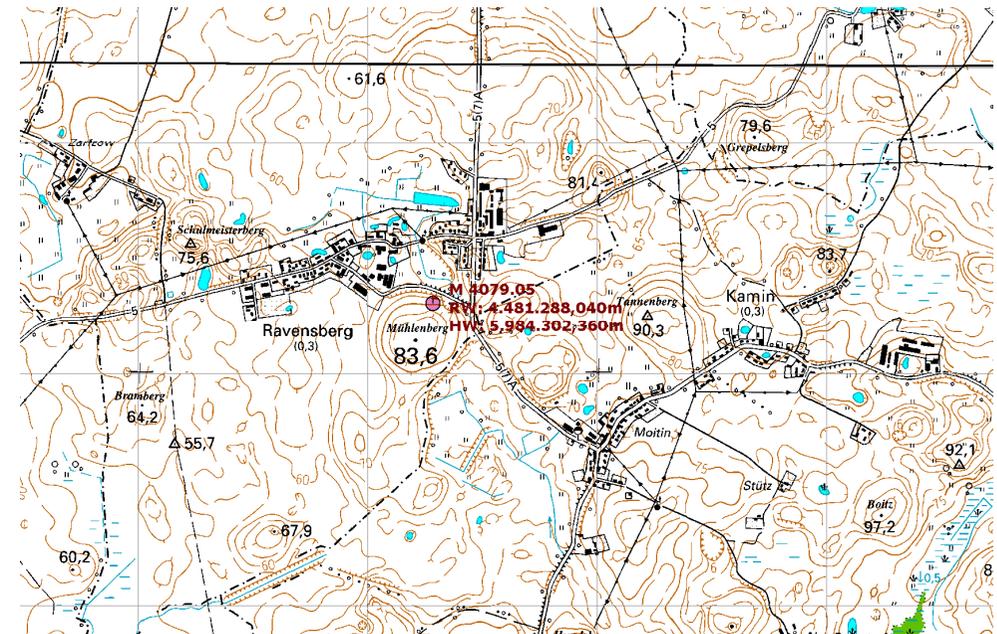
Probenahmetiefe (dm)	pH	Carb. %	C-org. %	Humus %	Nt %	C/N
0,0 – 3,0	5,4		0,73	1,26	0,08	9,00
3,0 – 6,0	5,7	0,4	0,10	0,00	0,02	
6,0 – 10,0	5,7	0,4	0,10	0,00	0,02	

Bodenbeschreibung der Bodenschätzung:

		Schichtstärke in dm
1	h2 fS,l3	2,5
2	fr fS,l1	1,0-3,0
3	r2 S,t2	1,0-2,0
4	S+bä(S,t2)	

Physikalische und chemische Analysen

Tiefe (dm)	Korngrößenanteile in %						Bodenart nach Kopecky
	Abschlämmbar A	Abschlämmbar B	Staubsand	Feinsand	Grobsand	Steine	
0,0 – 3,0		14,4	3,2	17,9	36,0	1,4	IS
3,0 – 6,0		21,5	43,4	17,5	17,7		SL
6,0 – 10,0		25,8	45,9	15,5	12,8		sL



Exkursionspunkt G9/P3: Ravensberg Musterstück für Grünland Nr. 4079.53

Besichtigt am: 04.09.1936

Gemeinde: Cariner Land Gemarkung: Ravensberg
 Flur: 1 Flurstück: 66
 Höhe über NN: 5 m Jahreswärme: 8 °C Ø Jahresniederschlag: 600 mm
 Größe: 1296 m² Messtischblatt: 2036
 Geologische Entstehung: Holozän
 Bodenart: Mo Bodenstufe: I Klimastufe: a
 Grünlandgrundzahl: 48 Besonderheiten/Abrechnungen: 0 Grünlandzahl: 48

Tiefe (dm)	Korngrößenanteile in %								Horizont	Bodenart nach Köhn
	Ton	fU	mU	gU	fS	mS	gS	Stein		

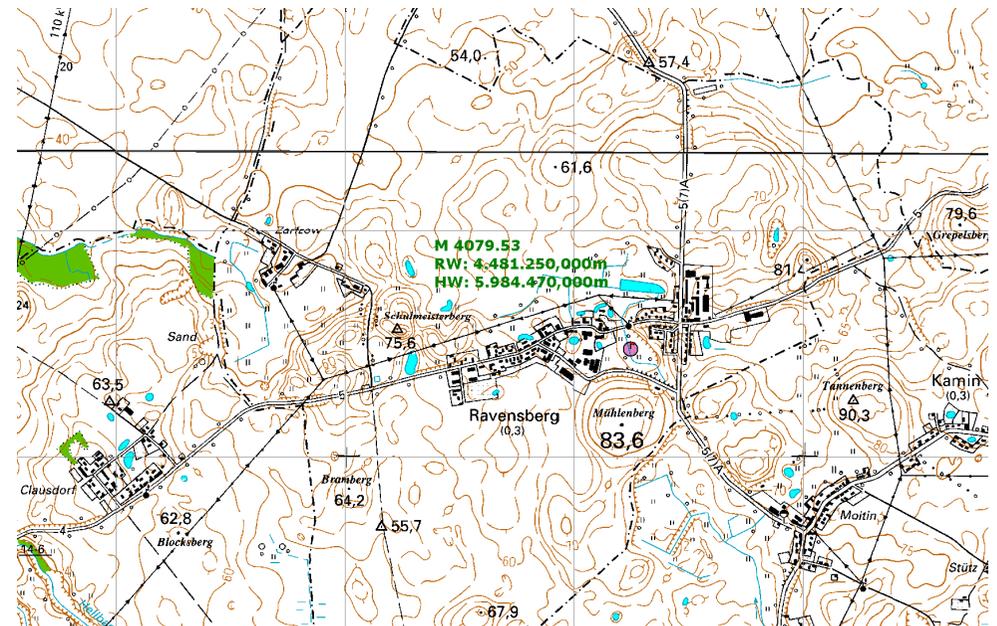
Probenahmetiefe (dm)	pH	Carb. %	C-org. %	Humus %	Nt %	C/N

Bodenbeschreibung der Bodenschätzung:

		Schichtstärke in dm
1	Mo,s3,l3	2,0-3,0
2	erd3 Mo,l3	4,0
3	to3 Mo,schli2	
4		

Physikalische und chemische Analysen

Tiefe (dm)	Korngrößenanteile in %						Bodenart nach Kopecky
	Abschlämmbar A	Abschlämmbar B	Staubsand	Feinsand	Grobsand	Steine	



Exkursionspunkt G9/P4: Ravensberg Musterstück für Ackerland Nr. 4079.08

Besichtigt am: 04.09.1936
 Gemeinde: Satow Gemarkung: Satow
 Flur: 1 Flurstück: 55
 Höhe über NN: 65 m Jahreswärme: 7,6 °C Ø Jahresniederschlag: 620 mm
 Größe: 2400 m² Messtischblatt: 1937
 Geologische Entstehung: Pleistozän (ex Diluvium)
 Bodenart: L Zustandsstufe: 5 Entstehung: D
 Bodenzahl: 52 Besonderheiten/Abrechnung: Gel O u. W Klima %: -6
 Ackerzahl: 43

Bodenbeschreibung der Bodenschätzung:

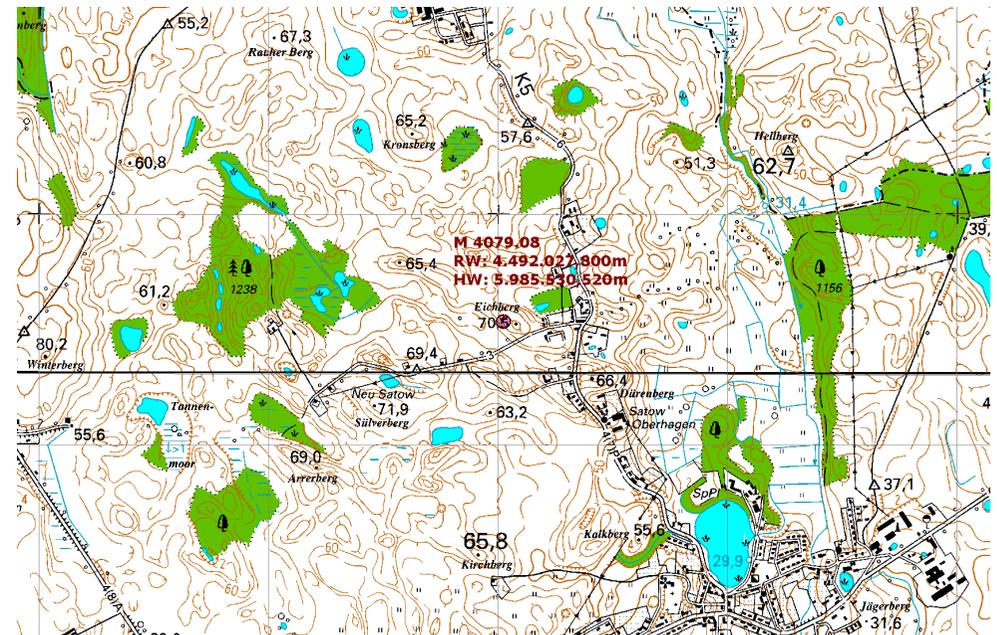
		Schichtstärke in dm
1	h2 L,s2-kr=	1,5-1,0
2	ka2 r2-3L, kr-s2	5,0-6,0
3	L,s3,Me	
4		

Physikalische und chemische Analysen

Tiefe (dm)	Korngrößenanteile in %						Bodenart nach Kopecky
	Abschlammbar A	Abschlammbar B	Staubsand	Feinsand	Grobsand	Steine	
0,0 – 2,0		28,8	16,2	11,5	42,6	0,9	sL
2,0 – 5,0		30,3	16,0	11,5	40,1	2,0	L
5,0 – 15,0		27,0	18,0	11,6	40,7	2,5	sL

Tiefe (dm)	Korngrößenanteile in %								Horizont	Bodenart nach Köhn
	Ton	fU	mU	gU	fS	mS	gS	Stein		
0,0 – 2,0	22,1	3,9	9,2	12,8	27,1	19,0	5,9		Ap	Ls4
2,0 – 5,0	25,2	2,9	8,5	13,3	27,2	17,6	5,2		Bt	Lts
5,0 – 15,0	18,9	5,6	9,7	15,1	26,6	19,8	4,2		Bt+ICv	Ls3

Probenahmetiefe (dm)	pH	Carb. %	C-org. %	Humus %	Nt %	C/N
0,0 – 2,0	5,6		1,29	2,23	0,14	9,00
2,0 – 5,0	5,7	0,40	0,21	0,37	0,04	5,00
5,0 – 15,0	6,8	0,40	0,10		0,03	



Exkursionspunkt G9/P5: Ravensberg Musterstück für Ackerland Nr. 4079.07

Besichtigt am: 04.09.1936
Gemeinde: Satow **Gemarkung:** Satow
Flur: 1 **Flurstück:** 157
Höhe über NN: 45 **Jahreswärme:** 7,6 °C **Ø Jahresniederschlag:** 620
Größe: 1500 m² **Messtischblatt:** 2037
Geologische Entstehung: Pleistozän (ex Diluvium)
Bodenart: SL **Zustandsstufe:** 3 **Entstehung:** D
Bodenzahl: 57 **Besonderheiten/Abrechnungen:** Gel O -6 **Klima %:** -2
Ackerzahl: 52

Bodenbeschreibung der Bodenschätzung:

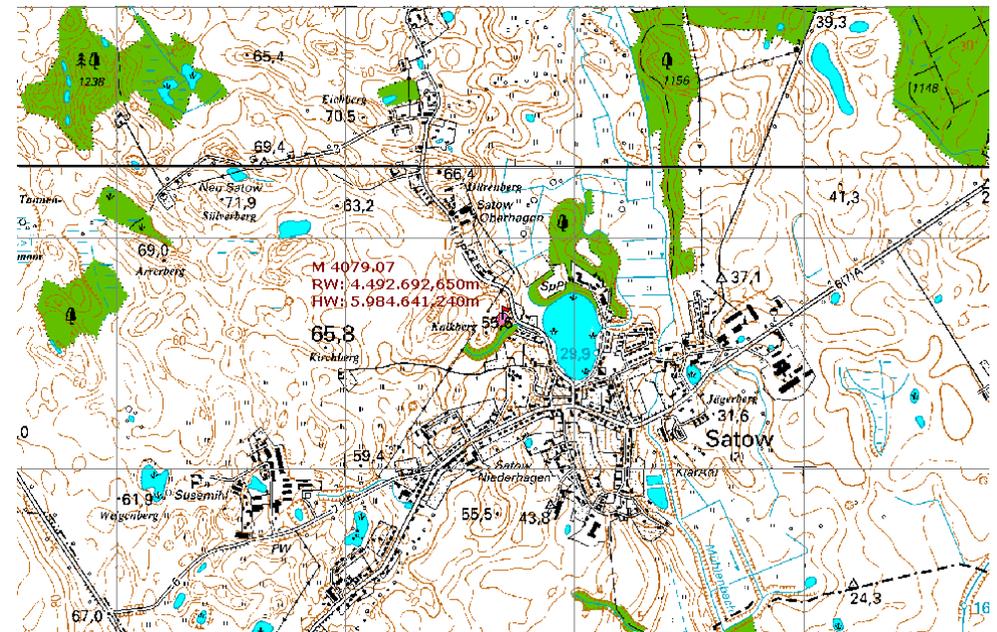
		Schichtstärke in dm
1	h2 S,I4	2,0-2,5
2	h2-1 S,I4	4,0-5,0
3	ka3 S,I4-L,s4	1,0-2,0
4		

Physikalische und chemische Analysen

Tiefe (dm)	Korngrößenanteile in %						Bodenart nach Kopecky
	Abschlämmbar A	Abschlämmbar B	Staubsand	Feinsand	Grobsand	Steine	
0,0 – 2,5		21,1	17,1	13,5	45,5	2,8	SL
2,5 – 3,5		22,5	16,8	14,2	44,5	2,0	SL
3,5 – 8,0		25,5	12,7	12,8	45,1	4,0	sL
8,0 – 20,0		26,3	17,3	13,5	40,6	2,4	sL

Tiefe (dm)	Korngrößenanteile in %								Horizont	Bodenart nach Köhn
	Ton	fU	mU	gU	fS	mS	gS	Stein		
0,0 – 2,5	13,0	5,8	8,6	14,8	32,9	20,1	4,8		Ap	SI4
2,5 – 3,5	16,7	3,4	8,7	14,2	34,8	17,7	4,5		M	SI4
3,5 – 8,0	17,6	6,9	6,1	11,4	33,1	20,9	4,0		IIbT	Ls4
8,0 – 20,0	14,6	8,9	10,2	13,7	33,3	14,8	4,6		eICv	SI4

Probenahmetiefe (dm)	pH	Carb. %	C-org. %	Humus %	Nt %	C/N
0,0 – 2,5	5,5		0,83	1,43	0,09	9,00
2,5 – 3,5	5,4		0,66	1,14	0,08	9,00
3,5 – 8,0	5,8	0,40	0,10	0,00	0,03	
8,0 – 20,0	7,7	13,17	0,10	0,00	0,02	



H1: Böden der Rostocker Heide

Gerald Jurasinski¹, Barbara Mahnke¹, Theresa Lorke¹, Stefan Köhler¹, Jörg Harmuth²,
Stephan Glatzel¹

¹ Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059
Rostock

² Stadtforstamt, Wiethagen 9b, 18182 Rostock

Einleitung

Eine Urkunde im Stadtarchiv zeugt bis heute von Weitsicht, Tatkraft und Verantwortung der Rostocker Bürger für ihre Stadt. Datiert auf den 25. März 1252, wird der Kauf der Rostocker Heide besiegelt und in Verbindung mit anderen Rechten auch das Stadtrechtsprivileg von 1218 bestätigt – ein wesentlicher Schritt in der Entwicklung Rostocks zur städtischen Autonomie. Seit über 750 Jahren gehört die Rostocker Heide allen Bürgern der Hansestadt und sie haben ihren Wald immer vielfältig genutzt, aber auch sorgfältig gehegt, geschützt und als besonderen Reichtum betrachtet.

Tausende von Menschen finden jedes Jahr Erholung und Ruhe in der Rostocker Heide. Ein ausgebautes Netz von Rad- und Wanderwegen führt den Besucher durch das Waldgebiet, entlang knorriger Eichen und hoher Kiefern. Tourismus in dieser Region setzt selbstverständlich auf die Attraktivität der Rostocker Heide mit ihrer einmaligen Kombination aus Strand und Wald. Die angrenzenden Seebäder, wie Warnemünde und Graal-Müritz wussten schon im vorigen Jahrhundert das gesundheitsfördernde Klima der Rostocker Heide in Verbindung mit der Ostsee zu nutzen.

Trotz intensiver Erholungsnutzung gewährt die Rostocker Heide Schutz und Lebensraum für eine reichhaltige Tier- und Pflanzenwelt nicht nur in drei ausgewiesenen Naturschutzgebieten. Die hohe Bedeutung des Kommunalwaldes für Natur- und Artenschutz zeigt sich auch in der flächendeckenden Ausweisung als Land-

schaftsschutzgebiet und im Rahmen der Festlegung von ca. 60 % der Forstamtsfläche als FFH-Gebiet. Wesentliche Faktoren für den hervorragenden bzw. guten Erhaltungszustand des FFH-Gebietes sind eine funktionierende Abwägung verschiedenster Nutzungsinteressen im Gebiet durch den Eigentümer Hansestadt Rostock (u. a. FSC- Zertifizierung, Tourismuskonzept) und die fachgerechte Bewirtschaftung (Kombination von Forstwirtschaft und Naturschutz). Die Rostocker Heide spielt eine große Rolle in der CO₂-Bilanzierung der Stadt (Koziolk mündl.).

Im Rahmen der Exkursion werden wir einen landwirtschaftlich extensiv genutzten Niedermoorgley und einen natürlich aufgeschlossenen Podsol an einem Abbruchufer der Ostseeküste besichtigen. Wir werden zu Fuß durch die Rostocker Heide wandern und dabei auch die naturräumlichen Grundlagen, die Entstehung des Gebietes sowie dessen Nutzungsgeschichte, aktuelle Bewirtschaftung und Vegetation in den Blick nehmen.

Die Rostocker Heide

Die Rostocker Heide ist ein Wald- und Heidegebiet nordöstlich von Rostock (Abb. 1). Sie reicht östlich bis zum Stromgraben und von der Grenzschnelse bei Meyershausstelle bis an die Ostsee und westlich bis an den Breitling. Der Stromgraben entwässert den größten Teil der Rostocker Heide und mündet bei Torfbrücke in die Ostsee.

Geschichte

Im Jahre 1252 kauften die Bürger Rostocks dem damaligen mecklenburgischen



Abb.1: Karte der Rostocker Heide. Diese liegt im Norden Rostock östlich des Breitlings/Hafenausgangs.

Landesfürsten Borwin III. den Wald ab. Die in der Urkunde festgelegten Grenzen bestehen bis heute fast unverändert. Der Umfang des Waldes betrug nach dem Volksmund "säben Milen rundrüm", so dass Rostock zu seinen sieben Rathaustürmen, sieben Stadttoren und sonstigen Siebenzahlen eine weitere dazu bekam. Die Rostocker hatten für einen vergleichsweise niedrigen Preis, welcher im Jahr 1907 einem Wert von ca. 48.000 RM entsprach, eines ihrer besten Geschäfte getätigt. Dazu kam, dass neben dem Wald gleichzeitig diverse Hafen- und Fischereigerechtigkeiten enthalten waren.

Die Rostocker Heide ist seitdem fast durchgängig Stadtbesitz Rostocks. Mit 6065 ha Waldbesitz in der Rostocker Heide und auf weiteren Flächen ist Rostock bis heute größter kommunaler Waldbesitzer in MV und zählt zu den fünf waldreichsten Kommunen in Deutschland. Fälschlicherweise bezeichnet die Rostocker Bevölkerung oft die gesamte Nordöstliche Heide Mecklenburgs als Rostocker Heide. Die Nordöstliche Heide Mecklen-

burgs umfasst die Rostocker Heide, den Gelbensander Forst, die Alte Heide und einen Teil der Ribnitzer Stadtförste.

Der Wald der Rostocker Heide reichte damals bis an die Stadttore, schwand dann aber zunehmend durch das Anlegen von Äckern. Das Holz der Rostocker Heide wurde zum Bau von Schiffen und Häusern sowie als Brennholz genutzt. Des Weiteren wurde die Rostocker Heide schon schnell ein immer beliebteres Ausflugsziel für die Einwohner Rostocks. Ebenso wie die Holzbewirtschaftung war auch die Jagd lange Zeit trotz Bemühungen seit Mitte des 16. Jahrhunderts in dieser Hinsicht nicht geregelt. 1777 ließ Herzog Karl Leopold die heute noch existierenden kilometerlangen Schneisen für eine Verbesserung der Jagdbedingungen durch den Wald schlagen. Seit 1791 gibt es für die Rostocker Heide eine planmäßige Waldwirtschaft (Landschaftspflegeverband „Nordöstliche Heide Mecklenburgs“ e.V. 2003).

1952 wurden alle kommunalen Waldflächen in staatliche Bewirtschaftung überführt. Zehn Jahre später ging rund die Hälfte der Rostocker Heide in die Bewirtschaftung der Nationalen Volksarmee der DDR über und war militärisches Sperrgebiet (Dietz 2004). 1993 wurde die Rostocker Heide wieder an die Stadt Rostock übertragen. Durch EU-Förderungsmaßnahmen (KONVER-Programme) wurden die ehemaligen militärischen Flächen renaturiert. Seit 2000 wird die hansestädtische Waldbewirtschaftung nach den Standards und Kriterien des FSC (Forest Stewardship Council) zertifiziert (Landschaftspflegeverband „Nordöstliche Heide Mecklenburgs“ e.V. 2003).

Geomorphologie, Böden und Klima

Der geologische Untergrund im Gebiet der Rostocker Heide besteht hauptsächlich aus Geschiebemergel, welcher von spätpleistozänen Schmelzwassersanden überdeckt ist. Diese wiederum sind von wenigen „Dezimeter mächtigen Flugsanden überdeckt“ (Amt für Umweltschutz Rostock 2007). Die Heidesandplatte der Rostocker Heide ist gegen Ende der Eiszeit des Pommernstadiums (18000 v. Chr.) entstanden. In einer großen Senke bildete sich ein Schmelzwassersee. Der feinkörnige Heidesand wurde vermutlich durch spätglaziale Schmelzwasserflüsse transportiert und dort abgelagert. Steinvorkommen sind in der Rostocker Heide selten. Für eine intensivere Beschäftigung mit diesem Thema ist die Darstellung vorhandener Theorien über die Entstehung der Heidesandplatte von Kolp (1957) zu empfehlen.

Die Rostocker Heide liegt im Bereich des Küstenklimas mit einem mittleren Jahresniederschlag von etwa 616 mm (Rostock-Warnemünde). Die durchschnittliche Lufttemperatur beträgt 9,4 °C (DWD, Bezugszeitraum 1981-2010, siehe Abbildung 2). Vor allem der Wind und eine hohe Luftfeuchtigkeit von über 80 % stellen wichtige

Einflussgrößen für die Ökosysteme der Rostocker Heide dar (Dietz 2004). Die Böden sind hauptsächlich durch hohe Grundwasserstände (1,0 bis 1,5 m unter Flur, auf terrestrischen Standorten bei 2,0 bis 3,0 m unter Flur) und eine starke Rohhumusbildung geprägt.

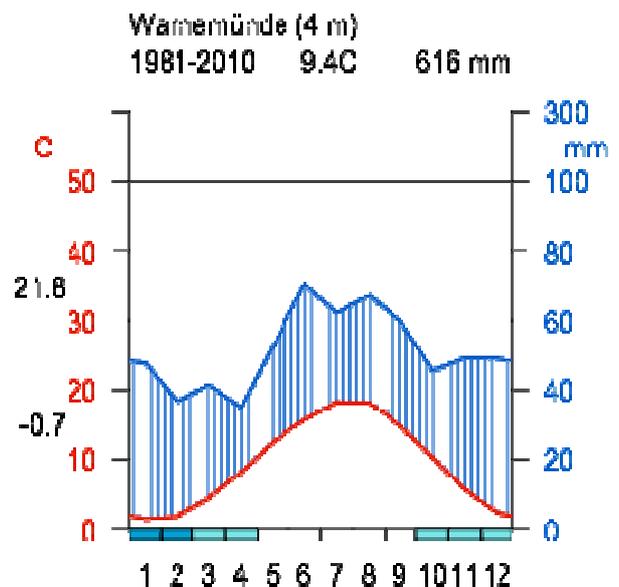


Abb.2: Klimadiagramm Rostock-Warnemünde basierend auf Daten des DWD. Die Zahlen links der y-Achse zeigen oben die mittlere Juli- und unten die mittlere Januar-temperatur.

Letztere ergibt sich aus der Kombination der hohen Grundwasserstände und der hohen Luftfeuchte in Verbindung mit großer Bodenfrische sowie geringer Bodentemperatur. Die Neigung zur Podsolierung ist durch die Rohhumusbildung sehr ausgeprägt und führt zu starker Verfestigung des Anreicherungshorizontes im Boden.

Ein großer Teil des Gebietes (ca. 70 %) ist von nährstoffarmen Sanden geprägt. In wassergefüllten Niederungen und Rinnen kam es oftmals zur Bildung weitreichender flachgründiger Niedermoore (ca. 20 %; Amt für Umweltschutz Rostock 2007). Größere Moorkomplexe befinden sich im Bereich des NSG „Heiligensee und Hütelmoor“, im NSG „Radelsee“ sowie nördlich von Hinrichshagen. Im Süden steht Geschiebelehm (ca. 10 %) der jüngsten Grundmoräne der Weichsel-Kaltzeit an.

Wasserflächen machen weniger als 1 % der Fläche aus.

Folgende Böden sind im Untersuchungsraum verbreitet:

- Gleye und Podsole im Bereich der grundwasserbestimmten Sande (weiträumig im Gebiet der Rostocker Heide),
- Staugleye, Fahlerden und Parabraunerden im Bereich der grundwasserbestimmten und/oder staunassen Lehme und Tieflehme (im Südwesten der Heide),
- Tiefgründige, sandunterlagerte Moorböden und Anmoore im Bereich der Niederungsflächen (NSG Heiligensee und Hütelmoor, südlich Radelsee, nördlich Hinrichshagen).

Vegetation, Flora, Fauna

Aufgrund der oft kleinflächig wechselnden Boden- und Wasserverhältnisse ist die Ausprägung des Waldes der Rostocker Heide unterschiedlich. Die Waldfläche setzt sich heute etwa aus gleichen Anteilen an Nadel- und Laubbäumen zusammen. Die dominierenden Baumarten sind Kiefer (*Pinus spec*) mit 32 % und Weichlaubholz (*Betula pendula* L., *Alnus spec* u. a.) mit 22 % Flächenanteil. Buche (*Fagus spec*), Fichte (*Picea spec*) und Eiche (*Quercus spec*) folgen mit jeweils etwas über 10 %. Junge Bestände im Alter bis zu 60 Jahren überwiegen; v. a. aus Nachkriegs- und Windwurfaufforstungen sind junge Nadelholzbestände entstanden (Landschaftspflegeverband „Nordöstliche Heide Mecklenburgs“ e.V. 2003).

Bis zum 18. Jahrhundert waren *Pinus sylvestris*, *Juniperis communis* und *Betula pendula* die dominierenden Arten. Im 16. Jahrhundert wurde mit *Picea abies* die erste fremde Baumart eingeführt. Ab 1781 wurden die Baumarten infolge der Landschaftskultivierung immer vielfältiger: Douglasie (*Pseudotsuga menziésii*); Lärchen (*Larix europaea*, *Larix japonica*); Lebensbaum (*Thuja occidentalis*); Weymouthskiefer (*Pinus stróbus*); amerikani-

sche Roteichen (*Quercus rubra*); Roskastanie (*Aesculus hippocastanum*) und andere. Die Stechpalme (*Ilex aquifolium*) ist eine flächendeckende Charakterart der Landschaft und erreicht hier ihre östliche Verbreitungsgrenze. Auch kommen einige Exemplare der in Norddeutschland seltenen Elsbeere (*Sorbus torminalis*) hier vor (Landschaftspflegeverband „Nordöstliche Heide Mecklenburgs“ e.V. 2003).

Die Artenvielfalt der vorkommenden Farne ist groß: Der Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) ist als dominante Art vorzufinden. Wurmfarne (*Dryopteris filix-mas*), Eichenfarne (*Gymnocarpium dryopteris*), Rippenfarne (*Blechnum spicant*), Tüpfelfarne (*Polypodium vulgare*) und selten auch der Königsfarn (*Osmunda regalis*) kommen außerdem vor. In der Feldschicht sind beispielsweise der Kleine Siebenstern (*Trientalis euopaea*), das Schattenblümchen (*Maianthemum bifolium*), der Sauerklee (*Oxalis acetosella*) und das seltene Moosglöckchen (*Linnaea borealis*) zu nennen. (Landschaftspflegeverband „Nordöstliche Heide Mecklenburgs“ e.V. 2003).

Die Vielfalt der Tierwelt ist ebenfalls groß. Rothirsch, Wildschwein und Damwild finden ausreichend ungestörte Rückzugsorte. Auch seltene Vögel sind zu beobachten. Der Eisvogel mit einer der größten Bestandesdichten im Norden Deutschlands, die Wasseramsel im Winter, Schwarzspecht, Kranich und Seeadler. Neben Zauneidechse, Waldeidechse, Blindschleiche, Ringelnatter und Kreuzotter ist in der Rostocker Heide die seltene Glatt- oder Schlingnatter (*Coronella austriaca austriaca*) heimisch (Landschaftspflegeverband „Nordöstliche Heide Mecklenburgs“ e.V. 2003).

Exkursionsroute und Standorte

Die Exkursionsroute beginnt am Bahnhof Torfbrücke (Abb. 3), nach Überqueren der L22 von Rostock nach Graal-Müritz wird der erste Exkursionspunkt S1 schon nach wenigen Metern auf einer extensiv genutz-

teilweise von einem Krötenschutzzaun begrenzt.

Nach der Wirtschaftskarte des Forstamts Rostock handelt es sich um einen organisch-kräftigen Nassstandort mit Grundwasserständen 0,3 m bis 0,6 m im Winter 1,1 m bis 1,9 m im Sommer (alle Angaben relativ zur Oberfläche). Im anschließenden Erlenbestand ist wiederum ein höherer Wasserstand zu verzeichnen (Revierförster Schlüter mündl.).

Während der Profilaufnahme und Beprobung lag der Wasserstand bei 67 cm unter GOK. Ständig nachströmendes Wasser und labile Profilwände erschwerten die Ansprache (Abb. 4).



Abb. 4: Abbrechen der Bodenprofilwand aufgrund schnell nachströmenden Wassers [Foto von Barbara Mahnke]

Boden P1

Die bei der aktuellen Aufnahme festgestellte Horizontabfolge (nH 0-31 cm, Go 31-85 cm, Gr >85 cm) führt zur Ansprache als Niedermoorgley. Niedermoorgley ist ein hydromorpher Boden, der zur Klasse der Gleye gehört. Bodenausgangsgesteine sind hauptsächlich Sander. Moorgley ist ein Übergangstyp zwischen Moor und Gley, der sich besonders durch einen hohen Grundwasserstand und eine geringmächtige Torfschicht (10-30 cm) auszeichnet (Scheffer 2002). Moorgleye sind vorwiegend in Niederungen und Urstromtälern zu finden. Durch Entwässerung und Torfmineralisierung hat die Torfmächtigkeit

der einst weitverbreiteten flachgründigen Niedermoore abgenommen (MLUV Brandenburg 2003).

Das Profil beginnt mit einem 31 cm mächtigen, schwarzen, durchwurzelt und stark humifizierten nH-Horizont, welcher „vorwiegend aus Resten von Niedermoor-torf bildenden Pflanzen“ entstand (AG Boden, 2005). Die ersten 13 cm des Horizontes sind einem Krümelgefüge, die darunter liegenden 11 cm einem kohärenten, polyedrischen Gefüge zuzuordnen. Daran schließt sich ein 7 cm mächtiger Übergangshorizont an.

Der darunter liegende 54 cm mächtige gelblich-braune Oxidationshorizont (Go) steht unter dem Einfluss des schwankenden Grundwasserstandes. Durch das Aufeinandertreffen von Luftsauerstoff und Eisen- und Manganverbindungen kommt es zur Oxidation der Verbindungen (Scheffer 2002), was anhand der braunschwarzen, dunkelrostfarbenen, ockerfarbenen Flecken und teilweise schwarzen Konkretionen erkennbar ist. Der Horizont ist schwach durchwurzelt, humusfrei und weist Wurzelreste der Erle auf.

Dem Oxidationshorizont schließt sich ein grünlich-grauer Reduktionshorizont (Gr) an. Der Gr-Horizont ist wassergesättigt und erfährt „permanent reduzierte oder reduzierende Verhältnisse“ (Scheffer 2002).

Anders als bei Reuter (1962), war im Bodenprofil 2010 kein Og-Horizont (Sandmudde) zu finden. Dies könnte auf eine starke kleinräumige Variabilität in der Ausbildung der Sandmudde zurückzuführen sein. Das Vorhandensein von Sandmudde kann als Nachweis der Littorina-Transgression gesehen werden (Kahle mündl.). Die etwa 7000 v. u. Z. einsetzende Littorina-Transgression führte zu einem starken Anstieg des Meeresspiegels und damit zu Überschwemmungen des Festlandes und zur Ausbildung der heutigen Formen der

Ostsee und weiter Bereiche der Küsten (Kaiser et al. 2012).

Vegetation

Zur Bestimmung des Vegetationstyps wurden im Sommer 2011 Pflanzensoziologische Aufnahmen in fünf 2x2 m großen Aufnahmeflächen auf der das Profil umgebenden Wiese gemacht (Abb.5). Die Gesamtdeckung der Feldschicht wurde aufgenommen und das Vorkommen aller Gefäßpflanzenarten wurde notiert. Zu jeder Art ist die Deckung in % sowie die Artmächtigkeit nach der Braun-Blanquet-Skala geschätzt worden. Die Nomenklatur folgt Wisskirchen (1998).



Abb. 5: Lage der Vegetationsaufnahmen bei Torfbrücke (orange = Profil, grün = Aufnahmen)

Insgesamt wurden 44 Arten auf den Aufnahmeflächen gefunden (Tabelle im Anhang). *Ranunculus acris*, *Mentha aquatica*, *Ranunculus repens*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex acutiformis*, *Deschampsia cespitosa* und *Filipendula ulmaria* kommen in allen fünf Aufnahmeflächen häufig vor, weisen also eine hohe Stetigkeit auf. *Festuca arundinacea*, *Lotus pedunculatus* und *Phalaris arundinacea* treten in vier Aufnahmen häufig auf. Ein Vergleich mit den Aufnahmen von Kaben (1957) zeigt, dass viele Arten auch heute noch vorhanden sind (siehe Tabelle im Anhang).

Die Pflanzengesellschaft lässt sich dem *Deschampsia cespitosae* – *Heracleetum sibirici* zuordnen. Diese wird als Zentralassoziation des Verbandes *Deschampsion cespitosae* (Feuchtwiesen) benannt und

zeichnet sich durch "wechselfeuchte Bodenverhältnisse bevorzugende Arten wie z.B. *Ranunculus repens* oder *Poa trivialis* spp. *trivialis*" (Berg et al. 2004) aus und ist eine "ein- bis zweischürige Mähwiese".

Die Feuchtezahl nach Ellenberg liegt bei ~7 und deutet somit auf einen „gut durchfeuchteten, aber nicht nassen“ (Ellenberg und Leuschner 2010) Boden hin. Einige der aufgenommenen Pflanzen sind Anzeiger für einen wechselfeuchten (*Ranunculus repens*, *Carex acutiformis*, *Deschampsia cespitosa*, *Hydrocotyle vulgaris*, etc.) bis zeitweise überschwemmten (*Mentha aquatica*, *Galium palustre*, *Scutellaria galericulata*, etc.) Standort (Details in der Artentabelle im Anhang).

Synthese

Vegetation und Boden spiegeln nicht nur die heutigen Standortbedingungen sondern auch die Geschichte, zurück bis hin zur geologischen Entstehung des Gebietes, wider. Der Niedermoorgley, sowie die Pflanzengesellschaft *Deschampsia cespitosae* – *Heracleetum sibirici* zeugen von einem grundwasserbeeinflussten, wechselfeuchten Standort.

Der starke Einfluss des Bodenwassers lässt sich geomorphologisch begründen. Der aktuelle Status hingegen ist durch die Landnutzung bedingt. Um das Gebiet zu entwässern, wurden im 19. Jhdt. Grabensysteme in der Rostocker Heide angelegt (Kolp 1957). Auch der Speckingsgraben ist vermutlich in dieser Zeit entstanden was letztlich zur Mineralisierung und Sackung des geringmächtigen Torfkörpers führte.

Nach Angaben des amtierenden Revierförsterees (Schlüter mündl.) wurde der Speckingsgraben das letzte Mal zu DDR-Zeiten vollständig ausgegraben. Seitdem wird, wenn nötig, nur der Teil des Speckingsgrabens, welcher zwischen den ersten Torfbrücker Häusern und der Wiese verläuft, von organischem Material befreit,

um die Anwohner_innen vor einer Überflutung der Keller zu schützen.

Die im Boden nicht zersetzten Wurzelreste von Erlen deuten darauf hin, dass sich zu einem früheren Zeitpunkt an dieser Stelle ein Erlenbruch befand. Reuter (1962) bestätigt diese Annahme und gibt an, dass die Erlen etwa 1930 gerodet wurden. Einer Karte vom Stadtgenieur J. Bühring und Forstinspektor M. Garthe (1906-1911, im Archiv des Stadtförstamtes) zufolge hat sich jedoch die Wiese und der angrenzende Erlenbruch zu diesem Zeitpunkt schon an dieser Stelle befunden, so dass davon auszugehen ist, dass der Erlenwald schon vor 1930 gerodet wurde. Heute wird die Wiese extensiv genutzt, einmal im Jahr gemäht und nicht gedüngt.

Standort S2 Podsol Stolper Ort

Auf den Sandern der Rostocker Heide haben sich zum Teil mächtige Podsole gebildet, die am Abbruchufer am Ostseestrand zwischen Stolper Ort östlich von Markgrafenheide und Torfbrücke natürlich aufgeschlossen sind. Der Exkursionspunkt Stolper Ort befindet sich an der hier nordwestlich ausgerichteten Küstenlinie bei 316365, 6013166 (UTM Zone 33N; Rechts, Hoch) auf 2 m über NN (Abb.3). Von Torfbrücke aus ist er am Strand entlang oder aber über die Waldwege Wiedertschneise, Blockebrückenweg und Vierbirkenschneise erreichbar (ebenda).

Der Exkursionspunkt stellt einen typischen Ausschnitt des sich über mehrere 100 m erstreckenden Abbruchufers dar, welches die Podsole P2 auf natürliche Weise frei legt. Die Abbruchkante ist etwa 10 bis 15 m von der Wasserlinie entfernt und 2 bis 2,5 m mächtig. Der entlang des gesamten Küstenverlaufs der Rostocker Heide zu verzeichnende Landrückgang erreicht aufgrund natürlicher Dynamik der Ausgleichsküste zwischen Rosenort und Stolper Ort etwa vor der Vierbirkenschneise ein Maximum (Kolp 1957). Er beträgt im Jahr etwa 2 m und wird durch die seit

einigen Jahren eingestellte Bühnenpflege zwischen Markgrafenheide und Höhe Graal-Müritz verstärkt (Schlüter mündl.).

Der Aufschluss liegt im Übergangsbereich zweier Forstabteilungen, die zum einen als geschlossen-lockerer reiner Buchenwald (Abt. 4021b) und zum anderen als gedrängter Fichtenwald mit Laubbaumarten (Abt. 4021c1) erfasst sind (Forsteinrichtungskarte). Als Hauptbestandsbildner sind *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies* und für die Abteilung 4021c1 vor allem auch *Picea sitchensis* angegeben.

Boden P2

Die bei der Aufnahme festgestellte Horizontabfolge (L/Of/Oh 0-5 cm, Ah 5-25 cm, Ae 25-35 cm, Bh 35-38 cm, Bms 38-115 cm, ICy >115 cm) zeigt einen Podsol in typischer Ausprägung. Die 5 cm mächtige Auflage des Bodens ist einem Graswurzelfilzmoder (L/Of/uh) zuzuordnen, welcher sich häufig auf mäßig trockenen bis frischen basenarmen Standorten unter lichten Birken-, Eichen- und Kieferwäldern als Folge starker Vergrasung entwickelt. Dabei wird mehr als die Hälfte der Humusaufgabe von lebenden Wurzeln gebildet. Schwach zersetztes organisches Material und Feinhumus sind im Wurzelfilz verteilt. Pflanzenreste sind deutlich erkennbar.

Unter der Graswurzelfilzmoder-Auflage folgt ein humusreicher, stark durchwurzelter, relativ mächtiger Ah-Horizont, an den sich der 10 cm mächtige aschgraue Ae-Horizont wellig anschließt (Abb. 6). Dieser Eluvialhorizont ist sauergebleicht und durch Auswaschung und dem damit verbundenen Transport in tiefer liegende Horizonte verarmt an Huminstoffen und komplexierten Eisen- und Manganoxiden. Dennoch sind im Ae-Horizont Humusbänder und -einlagerungen zu sehen, die durch die Podsolierung entstanden sind.



Abb.6: Typisches Podsol-Profil am Stolper Ort. Die Ortsteintöpfe sind sehr gut zu erkennen (oben), ebenso der bandartige und klar abgegrenzte Bh (oben und Mitte). Im Bs (unten) sind die typischen Rost und Bleichflecken sowie verlagerte Eisenoxide an alten Wurzelröhren gut zu erkennen.

Unter dem Eluvialhorizont beginnt der bandartige dunkelgraue Illuvialhorizont Bh. Der Übergang ist dabei scharf und teilwei-

se in Keilen bzw. Zapfen, die mehrere Dezimeter nach unten ausbuchten, sogenannten Ortsteintöpfen, welche in Zonen bevorzugter Sickerwasserbewegungen entstehen (Scheffer 2002). Der Bh ist durch Einwaschung mit Humusstoffen angereichert, so dass die organische Substanz gegenüber dem Ae-Horizont zunimmt. Im Bh-Horizont kommt es oft zu sekundären Verdichtungen, die den Wassertransport ab dort hemmen.

Darunter schließt sich ein stark marmorierter Bms-Horizont mit den für Podsol typischen Rost- und Bleichflecken an. An alten Wurzelröhren, welche Oxidationsgrenzen in einer reduzierenden Matrix darstellen, sind als rezentes Podsol-Zeichen die verlagerten Eisenoxide als rostrote Bereiche wiederzufinden. Zum darunter liegenden ICy-Horizont ist ein Dichtesprung zu verzeichnen.

Vegetation

Zur Bestimmung des Vegetationstyps wurden im Sommer 2011 Pflanzensoziologische Aufnahmen in vier 10x10 m großen Flächen in den das Profil umgebenden Beständen gemacht (Abb.7). Die Gefäßpflanzenarten wurden getrennt nach Baum-, Strauch- und Feldschicht aufgenommen, wobei bei der Strauchschicht die Pflanzen mit einer Höhe zwischen 0,4 m und 2 m erfasst wurden. Zu jeder Art wurde die Deckung in % sowie die Artmächtigkeit nach der Braun-Blanquet-Skala geschätzt (Nomenklatur nach Wisskirchen 1998).



Abb.7: Lage der Aufnahmeflächen am Stolper Ort.

In allen 4 Aufnahme­flächen wurden *Deschampsia flexuosa*, *Hieracium murorum*, *Picea sitchensis* und *Rubus fruticosus* agg. gefunden. Mit einer Stetigkeit von 3 kamen *Calamagrostis epigejos*, *Dactylis glomerata*, *Pinus sylvestris*, *Pteridium aquilinum*, *Stellaria media* und *Taraxacum officinalis* vor. Nahe der Aufnahme­flächen 8 und 9 wurden einige Exemplare der Breitblättrigen Stendelwurz (*Epipactis helborine*) gefunden.

Wegen der Lage auf der Grenze zwischen zwei Forst­abteilungen ist auf Grundlage der vorgenommenen Vegetationsaufnahmen keine eindeutige Zuordnung zu einer Pflanzengesellschaft möglich. Wahrscheinlich gehören die Aufnahmen zur Klasse der bodensauren Eichen- und Buchenmischwälder (*Quercetea roboretanae*). Dafür spricht, dass die Gesellschaften der Klasse einen hohen Anteil autochthoner und allochthoner Nadelholz­arten enthalten und vielerorts vollständig durch Forst­gesellschaften mit Kiefern, Fichten und Lärchen ersetzt sind (LUNG M-V 2004). Als Assoziation kommt infolgedessen am wahrscheinlichsten das *Lonicero periclymeni* – *Fagetum sylvaticae* (Pfeifengras-Eichen-Buchenwald) in Frage. Als Kennart in MV wird *Ilex aquifolium* angegeben, welcher auch in der Rostocker Heide häufig zu finden ist und der hier seine östliche Verbreitungsgrenze erreicht. Die eindeutige Bestimmung der Pflanzengesellschaft wird außerdem durch die Störung dieses Waldabschnittes infolge des starken Küstenrückgangs mit einhergehendem häufigen Uferabbruch erschwert. Eine sehr starke Störung verursachte vermutlich die Sturmflut im Winter 1967/1968 mit anschließender Wiederauf­forstung mit der standortuntypischen Sitka-Fichte (*Picea sitchensis*).

Synthese

Die klimatischen Bedingungen am Stolper Ort bieten gute Voraussetzungen für die Bildung eines Podsoles. Es ist kalt gemä-

ßigt und durch die Lage am Meer herrscht ständig eine hohe Luftfeuchtigkeit. Die Sande sind stark durchlässig und sauer. Die Entwicklung von Podsoles wurde auf den sandigen Böden des norddeutschen Tieflandes durch den Menschen gefördert, indem die natürlichen Eichen-Birken-Wälder gerodet und durch Nadelbäume, welche den Boden versauern lassen, ersetzt wurden (Kuntze et al. 2004).

Podsole erschweren das Pflanzenwachstum. Durch den niedrigen pH-Wert sind die Nährstoffe bereits ausgewaschen, die Wasserkapazität ist gering und der Wurzelraum ist durch den verhärteten Bh-Horizont begrenzt. Daher sind Podsole für die landwirtschaftliche Nutzung ungeeignet und können nur durch Aufbrechen des Ortsteins, Bewässerung und Düngung ertragreich gemacht werden. Deshalb werden Podsole meist forstwirtschaftlich genutzt.

Pinus sylvestris ist am Exkursionspunkt zwischen 30 und 50, *Picea sitchensis* ist ca. 45 Jahre alt. *Picea sitchensis* ist in Nordamerika heimisch und wurde wegen ihres schnellen Wachstums und der vermeintlich geringen Standortansprüche nach Deutschland eingeführt (Schlüter mündlich). In der Rostocker Heide sind großflächig mittelalte und ältere Kiefernbestände den Orkanen vom 17. Oktober 1967 und 11. Januar 1968 zum Opfer gefallen. In kürzester Zeit wurden daraufhin vor allem Fichte und Sitka-Fichte ange­pflanzt, so auch am Stolper Ort.

Die geringe Artenzahl und Deckung der Strauchschicht der vier Aufnahme­flächen lässt vermuten, dass für Sträucher im Unterwuchs nur wenig Licht und Nährstoffe bleiben. Gleiches gilt für die Pflanzen der Feldschicht. Die starke Versauerung des Podsoles, welche mit geringen Nährstoffgehalten einhergeht, so dass Pflanzen mit geringen Nährstoffansprüchen begünstigt werden, wird interessanterweise nicht in den mittleren Ellenberg-Zeigerwerten deutlich (siehe Tabelle im Anhang). Je-

doch fördert die Rohhumus bildende Vegetation mit geringen Nährstoffansprüchen die Podsolierung und Versauerung des Bodens. Durch das Aufforsten mit *Pinus sylvestris* und *Picea sitchensis* wurde die Podsolierung des Bodens vermutlich unterstützt.

Literatur

- AG Boden (2005) Bodenkundliche Kartieranleitung. E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). Stuttgart
- Berg C, Dengler J, Abdank A (2004) Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern. Weissdorn-Verlag. Jena
- Amt für Umweltschutz Rostock (2007) Bodenschutzkonzept der Hansestadt Rostock
- Dietz H (2004) Die Rostocker Heide. Ein Kleinod Mecklenburgs, Verlag Steffen. Friedland
- Ellenberg H, Leuschner C (2010) Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Ulmer, Stuttgart
- Kaiser K, Lorenz S, Germer S, Juschus O, Küster M, Libra J, Bens O, Hüttl RF (2012) Late Quaternary evolution of rivers, lakes and peatlands in northeast Germany reflecting past climatic and human impact - an overview. Quaternary Science Journal 61: 103–132.
- Kolb O (1957) Die Nordöstliche Heide Mecklenburgs. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin
- Kuntze H, Roeschmann G, Schwerdtfeger G (1994) Bodenkunde, 5. Neubearb. und erw. Auflage. Ulmer, Stuttgart
- Landschaftspflegeverband „Nordöstliche Heide Mecklenburgs“ e.V. (2003): Mecklenburger Landschaften. Die Rostocker Heide. Stadtdruckerei Weidner
- LUNG M-V (2004). Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern: Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung-Textband. Weissdorn-Verlag Jena
- MLUV (2003). Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg: Moorgley. Steckbriefe Brandenburger Böden. Presse/ Öffentlichkeitsarbeit und Stiftung NaturSchutzFonds Brandenburg
- Munsell Soil Color Charts (2000)
- Passarge H (1999) Pflanzengesellschaften Norddeutschlands 2. Cramer in der Gebrüder Borntraeger-Verlags-Buchhandlung. Berlin-Stuttgart
- Reuter G (1962) Tendenzen der Bodenentwicklung im Küstenbezirk Mecklenburgs. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Akademie Verlag-Berlin
- Scheffer F (2002): Lehrbuch der Bodenkunde – Scheffer/Schachtschabel. 15. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg-Berlin
- Wisskirchen R, Haeupler H (1998) Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Stuttgart, Ulmer

Exkursionspunkt H1/S1/P1: Torfbrücke

Bearbeiter: Mahnke, Lorke, Köhler **TK25:** 1739 **Datum:** 24.06.2011
Lage (UTM 33N): 319037, 6013607, 2 m NN **Kreis:** Rostock
Jahresmitteltemperatur: 9,4°C **Niederschlag:** 616 mm (1981-2010)
Relief: eben **Nutzung:** Grünland **Humusform:** Niedermoortorf
Vegetation: Feuchtwiese (*Deschampsia cespitosae*)

Profilbeschreibung

Aktuelle Aufnahme			Reuter 1962	
Probe	Horizont	Beschreibung	Horizont	Beschreibung
1	nHv1 (0-13)	Niedermoortorf: Bodenfarbe schwarz, stark humifiziert, durchwurzelt, mit Krümelgefüge bis kohärent oder polyedrisches Gefüge, geringe Lagerungsdichte		
2	nHv2 (13-24)			
3	Ae/Ah (24-31)	Oxidationshorizont: Bodenfarbe gelblich-braun (2,5 Y 6/4), humusfrei, oxidative Merkmale ed, es, eo vorhanden, sehr nass, breiige bis zähflüssige Konsistenz, Wurzelreste, Einkorngefüge, geringer Makroporenanteil, geringe Porengröße, mittlere Lagerungsdichte, schwache Durchwurzelung von Fein- und Grobwurzeln	A2 Og (25-35)	Nasser grauer sehr humusreicher Feinsand (Sandmudde), durchwurzelt, ungleichmäßiger Übergang
4	Go (31-85)		G G (35-60)	Nasser hellgrau und rostgelb marmorierter Feinsand, Ungleichmäßiger Übergang
5	Gr (85+)	Reduktionshorizont, Farbe grünlich-grau (Gley 1 6/10Y), humusfrei, redukt. Merkm. rg vorhanden, sehr nass (wassergeättigt), zähflüssige Konsistenz, Einkorngefüge	Gr Gr (60-100)	Nasser blaugrauer kalkhaltiger Feinsand

Profilkennzeichnung

Humusform Niedermoortorf
Bodenformenbezeichnung Normerdniedermoor auf Beckensand
WRB Eutric Histosol

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Kömgrößenteile in %			Bodenart	rho g cm ⁻³	PV* Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
1					0.33	72	56	27	30
2					0.41	81	66	4	62
3					1.5	42	31	14.9	16
4	3.9	4.7	92	Ss	1.6	39	23	1.9	21
5	0.1	8.6	92	Ss	1.6	39	17	1.8	15

* unter Berücksichtigung des Glühverlustes

Probe	pH CaCl ₂	Carbonat g kg ⁻¹	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹	TOC-Heißwasserextrakt	
							mg kg ⁻¹	% von C _{org}
1	5.8	-	290	23	12	4.7	7119	2.5
2	6.3	-	136	8.4	16	2.2	1753	1.3
3	5.9	-	16	1.098	14	0.58	326	2.0
4	6.1	-	0.85	0.158	5.4	0.18	n. b.	n. b.
5	6.0	-	1.0	0.13	7.8	0.13	n. b.	n. b.

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							DL-Extrakt		
	Al _t	Fe _t	Ca _t	K _t	Mg _t	Mn _t	P _t	K	Mg	P
	G kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹							
1	3.8	15	22424	337	731	138	1033	136	482	37
2	2.6	9.7	14693	147	477	69	374	8.5	274	5.0
3	2.7	4.8	3006	277	456	33	113	-	63	4.1
4	1.4	2.1	862	293	376	16	144	8.1	22	38
5	1.3	1.7	769	247	339	14	167	7.5	20	50

Probe	Oxalateextrakt				Dithionitextrakt			Fe _d /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t
	Al _o	Fe _o	Mn _o	P _o	Al _d	Fe _d	Mn _d			
	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹							
1	1.9	14	148	509	n. b.	n. b.	n. b.			
2	0.85	6.9	52	110	n. b.	n. b.	n. b.			
3	0.22	1.1	15	35	172	2480	13.5	0.43		
4	0.075	-	3.3	54	43	232	2.3	-	0.11	0.11
5	0.19	0.008	2.3	56	23	164	1.00	0.05	0.10	0.091

Probe	KAK _{eff} mmol _c kg ⁻¹	austauschbare Kationen in mmol _c kg ⁻¹								BS %
		Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	H ⁺	
3	118	0.46	0.19	112	4.4	0.21	0.019	0.11	0	99.7
4	23	0.37	0.31	21	1.4	0.13	0.020	0.04	0	99
5	22	0.22	0.34	20	1.3	0.18	0.013	0.05	0	99

Exkursionspunkt H1/S2/P2: Stolper Ort

Bearbeiter: Mahnke, Lorke, Köhler **TK25:** 1739 **Datum:** 24.06.2011
Lage (UTM 33N): 316365, 6013166, 2mNN **Kreis:** Rostock
Jahresmitteltemperatur: 9,4°C **Niederschlag:** 616 mm (1981-2010)
Relief: Steilufer **Nutzung:** Wald **Humusform:** Graswurzelfilzmoder
Vegetation: Pfeifengras-Eichen-Buchenwald

Profilbeschreibung

Probe	Horizont	Beschreibung
	L/Of/Oh (+5-0)	Graswurzelfilzmoder; Auflage unzersetzten oder wenig zersetzten organischen Materials; Pflanzenstrukturen deutlich erkennbar; Wurzelfilz aus Feinwurzeln; Farbe: braun(10 YR 4/4); Krümelgefüge; Horizontgrenze ebenförmig; schwach feucht; Konsistenz: halbfest (bröckelig)
1	Ah (0-20)	Farbe: sehr dunkelbraun (10 YR 2/1); Krümel-Subpolyederggefüge; Horizontgrenze wellig; schwach feucht; Konsistenz: halbfest (bröckelig); sehr starker Anteil von Feinwurzeln; mittel bis starker Anteil von Grobwurzeln
2	Ae (20-30)	Eluvialhorizont; Farbe: gräulich (10 YR 7/2); Einzelgefüge; Horizontgrenze keil- bzw. zapfenförmig; reduktiv: sauer bleichig, nicht hydromorph; trocken; Konsistenz: fest; geringer Makroporenanteil; mittlerer Anteil von Feinwurzeln, schwacher Anteil von Grobwurzeln
3	Bh (30-33)	Illuvialhorizont; Farbe: dunkelgrau (2.5 Y 2.5/1); Kittgefüge; Horizontgrenze keil- bzw. zapfenförmig; trocken; Konsistenz: fest
4	Bms (33-115)	marmoriert, gefleckt, Farben: gelblichbraun (10 YR 5/8), mittelbraun (10 YR 3/3), gräuliches beige (2.5 Y 6/4); Einzelkorngefüge; Horizontgrenze ebenförmig; oxidative Merkmale; reduktives Merkmal: gebleicht; trocken; Konsistenz: fest; schwacher Anteil von Fein- und Grobwurzeln
5	ICv (115-130)	Dichtesprung von Bms zu C; Farbe: mittelbraun (10 YR 3/3); Einzelkorngefüge; trocken; Konsistenz: fest; oxidative Merkmale

Profilkennzeichnung

Humusform Graswurzelfilzmoder
Bodenformenbezeichnung Podsol aus Beckensand
WRB Podzol

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenanteile in %			Bodenart	rho g cm ⁻³	PV Vol.-%	FK Vol.-%	PWP Vol.-%	nFK Vol.-%
	T	U	S						
1	1.8	4.9	93	Ss	0.48	78	50	9.9	40
2	5.2	4.2	91	Si2	1.1	58	36	5.9	30
3	3.3	2.6	94	Ss	1.3	49	12	1.9	9.9
4	2.7	3.1	94	Ss	1.2	54	37	6.6	31
5	2.2	3.5	94	Ss	1.5	43	10	1.8	8.0
6	2	4.7	93	Ss	1.6	41	10	1.5	8.7

	pH CaCl ₂	Carbonat g kg ⁻¹	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	C _{org} /N _t	S g kg ⁻¹	TOC-Heißwasserextrakt	
							mg kg ⁻¹	% von C _{org}
1	2.9	-	181	5.9	31	1.0	5135	2.8
2	3.3	-	8	0.26	33	0.14	281	3.3
3	3.5	-	34	1.1	32	0.25	555	1.6
4	4.3	-	1.8	0.16	11	0.09	63	3.4
5	4.4	-	2.0	0.20	10	0.089	n. b.	

	Elementkonzentrationen (gesamt)							DL-Extrakt		
	Al _t g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹	Ca _t mg kg ⁻¹	K _t mg kg ⁻¹	Mg _t mg kg ⁻¹	Mn _t mg kg ⁻¹	P _t mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
1	1.3	0.67	816	191	383	-	126	59	377	29
2	0.06	0.05	175	29.9	59	7.0	3.26	-	10	0.48
3	7.8	2.7	470	217	302	12	1173	-	25	115
4	2.7	4.4	193	389	401	48	129	-	2.7	5.9
5	3.6	2.2	785	355	416	15	182	-	0.28	1.1

	Oxalateextrakt				Dithionitextrakt			Pyrophosphatextrakt					
	Al _o g kg ⁻¹	Fe _o g kg ⁻¹	Mn _o mg kg ⁻¹	P _o mg kg ⁻¹	Al _d mg kg ⁻¹	Fe _d mg kg ⁻¹	Mn _d mg kg ⁻¹	Fe _d /Fe _d	Fe _d /Fe _t	(Fe _d -Fe _o)/Fe _t	Fe mg kg ⁻¹	C mg kg ⁻¹	C _P /Fe _P
1					923	1063	3	0	1.58	1.58			
2	-	-	0.48	0.48	86	63	<2	0	1.38	1.38			
3	6.3	1.3	2.1	1050	4813	1726	<2	0.75	0.64	0.16	1706	12669	7.4
4	0.91	1.6	27	83	732	2124	26	0.76	0.48	0.11	1067	3671	3.4
5	1.8	0.32	1.8	88	1003	675	<2	0.47	0.31	0.16	921	991	1.1

	KAK _{eff} mmol _c kg ⁻¹	austauschbare Kationen in mmol _c kg ⁻¹								BS %
		Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	H ⁺	
1	223	8.8	2.0	36	31	2.1	0.02	42	101	35
2	10	0.59	0.13	0.90	0.61	0.16	0	2.4	5.5	22
3	90	2.9	0.28	3.6	2.1	1.4	0	74	5.9	10
5	11	0.55	0.18	0.80	0.26	0.12	0	9.0	0	16
6	7.6	0.43	0.13	0.40	0.08	0.15	0	6.4	0	14

H2: Bodenschutzkonzept der Hansestadt Rostock

Andreas Neupert, Hartmut Wiersch

Amt für Umweltschutz der Hansestadt Rostock, Holbeinplatz 14, 18069 Rostock

Einführung

Die Hansestadt Rostock hat sich in ihren Leitlinien zur Stadtentwicklung zu einem verantwortungsvollen Umgang mit den Naturressourcen bekannt. Die zunehmende Flächeninanspruchnahme in den letzten 20 Jahren zwang auch in Rostock zu einem Umdenken. Deshalb beschloss die Rostocker Bürgerschaft 1999 die Erarbeitung eines Bodenschutzkonzeptes. Das Konzept enthält eine Bestandsaufnahme der Stadtböden und ihrer Schadstoffbelastungen. Die im Rahmen einer Stadtbodenkartierung Mitte der 90er Jahre erhobenen Daten zum Bodeninventar werden ständig aktualisiert und bilden die Voraussetzung, um den Bodenschutz in der Landschafts- und Bauleitplanung zu berücksichtigen. In regelmäßigen Abständen wird die Flächennutzungsentwicklung mit Hilfe von Satelliten- und Luftbildern ausgewertet. Die letzte Bilanzierung weist einen durchschnittlichen jährlichen Verbrauch von 31 ha für Siedlungs- und Verkehrsflächen seit 1989 bis 2007 nach.

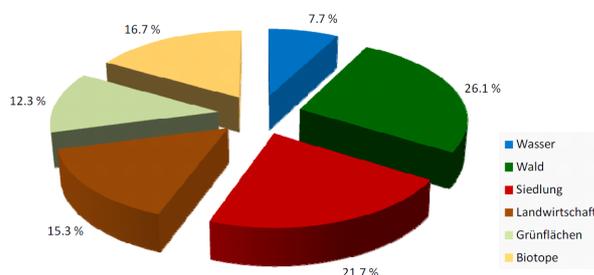


Abb. 1: Flächennutzung der Hansestadt Rostock 2007

Besondere Beachtung findet deshalb im aktuellen Bodenschutzkonzept das Brachflächenrecycling, um den steigenden Bedarf an Flächen für den Hafen, die Indust-

rie, das Gewerbe und den Wohnungsbau zu befriedigen. Dazu wurden lokale, fachlich begründete und politisch mehrheitsfähige Entwicklungsziele für die Hansestadt vereinbart, die sich an dem gültigen Flächennutzungsplan orientieren.

Ein Maßnahmenkatalog benennt die Schwerpunkte zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Ressource Boden. Es sind das Flächenrecycling durch Altlastensanierung, der Schutz von Niedermoor und Waldböden, Bodenuntersuchungen in Kleingartenanlagen und auf Kinderspielflächen, die Versiegelungsbegrenzung und eine regelmäßige Flächenbilanzierung, das Bodenmanagement, die Erweiterung des lokalen Bodeninformationssystems und die Öffentlichkeitsarbeit.

Exkursionsraum

Klima, Geologie, Geomorphologie

Das Stadtgebiet Rostocks zählt zum Klimagebiet der mecklenburgisch-nordvorpommerschen Küste und Westrügens. Das Wettergeschehen wird durch den Wechsel kontinentaler und maritimer Luftmassen geprägt. Durch die Nähe der Ostsee überwiegt der maritime Einfluss, der gegenüber dem Binnenland für einen ausgeglicheneren Gang der Luftfeuchte und Temperatur, aber auch für eine höhere Windgeschwindigkeit sorgt. Die Klimadaten der letzten 30 Jahre an der Station Warnemünde belegen eine jährliche mittlere Niederschlagsmenge von 590 mm, ein langjähriges Temperaturmittel von 8,4 °C und eine jährliche Sonnenscheindauer von durchschnittlich 1.686 Stunden. Es herrschen Winde aus südlichen bis

westlichen Richtungen vor. Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt bei 5 m/s.

Landschaft und Böden Rostocks gehen auf die Eiszeit, das Pleistozän, zurück. Prägend für die ebene bis flachwellige Grundmoränenlandschaft waren die letzten Stadien der Weichselvereisung. Die weitere Ausformung erfolgte in der nach-eiszeitlichen Epoche, dem Holozän, bevor durch den Menschen in Folge der Besiedlung massiv in die Landschaft eingegriffen wurde. Der geologische Untergrund besteht vorwiegend aus Geschiebemergel, einem kalkhaltigen Lockergestein, das von Sanden unterschiedlicher Mächtigkeit überlagert ist. Die Ausprägung des Geschiebemergels schwankt zwischen lehmigem Sand und nahezu sandfreiem Ton. In der Rostocker Heide stehen spätpleistozäne Schmelzwassersande über dem Geschiebemergel an, die in weiten Teilen von nur geringmächtigen Flugsanden überdeckt sind. Durch die Verlandung des Breitlings, des Warnowtals sowie anderer wassergefüllter Senken und Rinnen bildeten sich ausgedehnte Niedermoore. Die entstandenen Torfe und Mudden erreichen lokal Mächtigkeiten von mehr als 10 Metern. In den Siedlungskernen sind Auffüllungen aus umgelagertem Boden und Bauschutt typisch. Diese Aufschüttungen können mehrere Meter mächtig sein und enthalten oft Beimengungen aus Brandresten und Abfällen.

Böden

Kennzeichnend für die aus den pleistozänen und holozänen Ablagerungen entstandenen Böden im Stadtgebiet ist ihre große Heterogenität.

Die am weitesten verbreiteten Bodentypen Gley und Pseudogley sind unter dem Einfluss von Grund- und Stauwasser entstanden. Gleye mit ihrem Hauptverbreitungsgebiet in der Rostocker Heide sind natürliche Standorte nässeverträglicher Pflanzengesellschaften.

Podsole als typische Waldböden sind in den Sandgebieten der Rostocker Heide zu finden. Lockersyroseme und Regosole sind häufig in den Weiß- und Graudünen der Strände zu finden. Es sind Extremstandorte für stark spezialisierte Arten der Flora und Fauna.

Niedermoorböden erfüllen die Bodenfunktionen in besonderem Maße. Sie sind Lebensraum für hochspezialisierte Pflanzen- und Tierarten. Sie halten Wasser und Nährstoffe zurück und haben erheblichen Einfluss auf das lokale Klima. Gemeinsam mit den Gleyen und Pseudogleyen bilden sie den überwiegenden Anteil (52 %) der Rostocker Böden. Bodenfunktional intakte Bodentypen konnten sich auch in den Garten- und Parkanlagen entwickeln (Hortisole). Sie entstanden durch intensive Bodenbearbeitung in Verbindung mit Humus- und Nährstoffanreicherungen.

Exkursionsstandorte

Standort S1 Altablagerung

Diedrichshäger Moor, Weidenweg

Die 11,3 ha große Altablagerung befindet sich im Ortsteil Warnemünde im nordwestlichen Randbereich des Diedrichshäger Moores. Die Ablagerung wurde von 1961 bis 1976 offiziell als Hausmülldeponie bewirtschaftet. Zusätzlich wurden auch Gewerbe- und Industrieabfälle und nach 1976 illegal Bauschutt und Bodenaushub abgelagert. Die von der ehemaligen Stadtreinigung angegebenen Mengen belaufen sich auf ca. 500.000 m³ verdichtetes Material. Die durchschnittliche Mächtigkeit des abgelagerten Mülls beträgt ca. 5 m, zur Zusammensetzung der Abfälle können keine Angaben gemacht werden. Der nördliche und älteste Teilbereich wird bereits seit Jahrzehnten gewerblich genutzt (Garagen, Werkstätten und Lagerkomplex).

Seit 1992 wurden vom Umweltamt orientierende und Detailuntersuchungen auf der Altablagerung und in ihrem Umfeld vorgenommen. Die Bodenverhältnisse östlich

und westlich der ehemaligen Deponie wurden im Rahmen eines Praktikums durch Studenten der Universität Rostock kartiert. Im östlichen Untersuchungsgebiet stehen 2,4–4,2 m mächtige Niedermoor-torfe an. Als Torfarten wurden Schilftorf mit Seggentorf und Anteilen von Bruchwaldtorf identifiziert. Im westlichen Randbereich der Altablagerung wechseln flachgründige Niedermoorareale mit mineralischen, stark grundwasserbeeinflussten Bodenbildungen (Gleyen). Alle Böden werden durchgängig von Sand (Fein-Mittelsande) unterlagert. Das Diedrichshäger Moor umfasst eine Vielzahl von Gräben, die als Vorfluter für ein mehr als 10 km² großes Einzugsgebiet dienen. Das Entwässerungsniveau wird künstlich mit Hilfe eines Schöpfwerkes abgesenkt, so dass große Teile der Gewässer mit maximal -1 m HN einen Wasserspiegel unterhalb des Ostseeebene aufweisen.

Das Grundwasser, das Wasser in den angrenzenden Gräben und die oberflächennahe Bodenluft zeigten Schadstoffbelastungen. Insbesondere die Konzentrationen des Deponiegases Methan führten zu notwendigen Maßnahmen der Gefahrenabwehr auf einer Teilfläche von ca. 4 ha. Die Hansestadt Rostock wurde als Grundeigentümerin ordnungsbehördlich verpflichtet, eine Sanierung dieser Fläche vorzunehmen. Ziel der von 2004 bis 2006 durchgeführten Sicherungsmaßnahmen war die Beräumung von baulichen Anlagen, Bewuchs und wilden Ablagerungen, eine Oberflächenprofilierung, der Einbau einer gaswirksamen Ausgleichsschicht und von Gasdränagerohren. Deponiegasfenster leiten das gesammelte Gas über organisches Filtermaterial in die Atmosphäre. Eine spezielle Abdeckung aus einer Geokunststoff-Ton-Dichtung und Dränagematten sorgt für die Ableitung des Oberflächenwassers in die Randgräben und minimiert den Eintrag von Sickerwasser in den Deponiekörper.

Die Sanierungsmaßnahme verfolgte neben der Gefahrenabwehr auch das Ziel der Nachnutzung dieser Teilfläche als Depot und Werkstatt für die Tourismuszentrale, Bootsliegeplatz für den Warnemünder Anglerverein und als Caravanstellplatz. Dieses Flächenrecycling umfasste neben der Aufbringung von Oberboden deshalb auch die Herstellung von Schottertragschichten und sandgeschlämmten Deckschichten. An die Baumaßnahmen schloss sich eine jährliche Kontrolle der Gasmessstellen, Gasfenster und ausgewählter Grundwassermessstellen sowie Proben aus den angrenzenden Vorflutern an.

Ein Bebauungsplan regelt auf ca. zwei Dritteln der Altablagerung die gegenwärtige und zukünftige gewerbliche Nutzung für dieses Sondergebiet. Das restliche unsanierte Drittel soll von Bebauung frei gehalten werden und ist im Flächennutzungsplan als Grünfläche ausgewiesen. Auf dieser Fläche befindet sich das Schauprofil (P1).

Standort S2

Klostergarten

In der Innenstadt von Rostock befindet sich der Standort "Klostergarten" im Bereich des Klosters zum Heiligen Kreuz. Dieser Standort wurde unter dem Aspekt seiner langjährigen Nutzung als Gartenboden ausgewählt.

Er hat mit seiner Lage in dem denkmalgeschützten Areal eine herausgehobene Bedeutung. Die Klosteranlage ist in unterschiedliche Bereiche gegliedert. So wird der Klostergarten nördlich von den Geschäftsgebäuden der Innenstadt und östlich durch den ehemaligen Domina-Garten begrenzt, welcher heute als Parkplatz genutzt wird. Im weiteren Umfeld befindet sich auch die Klosterkirche.

Im Süden und Westen grenzt der Garten an die noch erhaltenen Teile der Klostermauer. Der Garten ist durch ein westlich

gelegenes Tor für Besucher frei zugänglich. Der historische Klostergarten ist unter den Bürgern der Stadt sowohl als idyllischer Ort der Ruhe beliebt als auch ein Besuchermagnet beim Sommertheater und zum Weihnachtsmarkt. Ein Sanierungskonzept soll die unterschiedlichen Interessenlagen für die zukünftige Nutzung in Einklang bringen.

Nutzungsgeschichte

Das Kloster zum Heiligen Kreuz wurde im 13. Jahrhundert von Zisterzienserinnen gegründet. Es ist die einzig vollständig erhaltene Klosteranlage in der Stadt. Aus den gut erhaltenen Dokumenten und Bildern des Stadt- und Museumsarchivs ist zu erkennen, dass der Klostergarten schon 1625 als Grün- und Gartenfläche genutzt wurde. 1780 ist diese dann in private und gemeinschaftliche Gartenanlagen aufgeteilt worden. Das war mit einer weiteren Humusanreicherung im Oberboden verbunden. 1814 ist eine erneute Strukturveränderung des Gartens erkennbar. So wurden neue Baumpflanzungen vorgenommen und die Verteilung der Flächen des Klostergartens verändert. Ein Plan von 1850 zeigt die erneute Umverteilung der Gartenflächen und die intensive Freiflächennutzung. Es wurde ein Garten im englischen Landschaftsgarten-Stil angelegt und ein Bereich mit einem Teich geschaffen. Dieser ist jedoch den Plänen des 19. Jahrhunderts nach zu urteilen wieder abgeschafft worden. Anfang des 20. Jahrhunderts verkaufte das Kloster Teile des nordwestlichen Grundstücks. Ein langgestrecktes Gebäude und eine Mauer bildeten die neue Grenze des Grundstücks.

Der Klostergarten blieb jedoch in seiner Gesamtheit ebenso erhalten wie die Grünfläche mit Privatbereichen. 1920 wurde das Kloster zum Heiligen Kreuz geschlossen und der Besitz durch den Freistaat Mecklenburg-Schwerin eingezogen.

1976 übernahm der Rat der Stadt Rostock den gesamten Kloster-Komplex mit Ausnahme der Klosterkirche, für die die Universität verantwortlich wurde. Das Kloster wird seit den 80er Jahren durch das kulturhistorische Museum genutzt. Im Klostergarten wurden neue Baumpflanzungen vorgenommen. Eine neue Wegführung im Klostergarten verstärkte seinen Charakter als öffentliche Parkanlage. Noch heute weist der Klostergarten einen Obstbaumbestand auf. Den größten Raum aber nimmt die Grünfläche ein, welche im Sommer als Stellfläche einer Sommerbühne und im Winter als mittelalterlicher Weihnachtsmarkt genutzt wird.

Der Teil, in dem sich das Bodenprofil (P2) befindet, ist den Aufzeichnungen nach über viele Jahrhunderte als Garten genutzt worden. Der Boden ist jedoch offensichtlich nicht nur durch Gartenarbeiten sondern auch durch bauliche Veränderungen und Freiflächennutzungen stark anthropogen geprägt worden.

Literatur

1. Bodenschutzkonzept der Hansestadt Rostock. Pressestelle der Hansestadt Rostock, überarbeitete Fassung (2007)
2. Bodenverhältnisse östlich und westlich der Deponie Diedrichshäger Moor. Bericht Universität Rostock (1992)
3. Bericht zur Stadtbodenkartierung Rostock, Universität Rostock (1995)
4. Grenzdörffer, G., Kressner, L.: Aktualisierung der Flächennutzungskartierung der Hansestadt Rostock. Steinbeistransferzentrum für Geoinformatik Rostock – Greifswald (2010)

Exkursionspunkt H2/S1/P1: Deponie Warnemünde

Bearbeiter: Neupert, Wiersch **TK25:** 1838 **Datum:**
Lage: RW: 33308552 HW: 6006757, 1 m ü. NN **Kreis:** Rostock
Jahresmitteltemperatur: 8,4 °C **Niederschlag:** 590 mm
Relief: sehr schwach geneigt, SS, nicht gewölbt **Nutzung:** Brache
Vegetation: Kräuter, Büsche

Profilbeschreibung:

Probe	Tiefe	Horizont	
	0 – 10 cm	jYAo	gelbbraun, schwach lehmiger Sand, mittel kiesig, sehr schwach humos, krümelig, stark durchwurzelt, schwach carbonathaltig, Bauschuttreste
	11 – 25 cm	Y2o	gelbbraun bis rotbraun, geringe hellrostfarbene Fleckung, schwach lehmiger Sand, kiesig, dicht, schwach durchwurzelt, schwach carbonathaltig, Bauschutt
	26 – 45 cm	Y3o	dunkelbraun, Grobsand, kiesig, dicht, carbonatarm, Siedlungsabfall: Glas, Plastik, Textilien, Steine, Bauschutt
	46 – 65 cm	yY4r	braunschwarz, Aschen, Bauschutt, Müll, dicht, carbonatarm, Geruch: reduziert
	66 – 95 cm	jY5r	grau, Farbton reduzierten Bodenmaterials, schluffiger Sand, mittlere Lagerungsdichte, sehr carbonatarm, Geruch: reduziert
	96 – 120 cm	yY6r	schwarzgrau, Asche, mittlere Lagerungsdichte, sehr carbonatarm, Geruch: reduziert, Grundwasserzutritt bei 100 cm

Profilkennzeichnung

Bodenformenbezeichnung	Bodentyp Ockerreduktosol
WRB	Spolic Linic Technosol (Reductic)
Anmerkungen	

Exkursionspunkt H2/S2/P2: Klostergarten Rostock

Bearbeiter: Wiersch, Albers **TK25:** 1938 **Datum:** September 2012

Lage: Rostock **Koordinaten:** 54° 1'N 12° 1'Ö **Kreis:** Rostock

Jahresmitteltemperatur: 8,4°C **Niederschlag:** 590 mm

Relief: nicht geneigt, eben **Nutzung:** Garten

Vegetation: Grasnarbe mit Obstbäumen

Profilbeschreibung

Probe	Tiefe	Horizont	
1	0 – 20 cm	ejAh	bräunlich-grau, schwach bis mittel lehmiger Sand, sehr stark humos, krümelig, stark durchwurzelt, carbonatfrei, Bauschuttreste
2 (40) 3 (80)	21 – 80 cm	eyCv	bräunlich-grau, schwach bis mittel lehmiger Sand, mittel humos, sehr hohe Lagerungsdichte, schwach carbonathaltig, Bauschutt

Profilkennzeichnung

Bodentyp Normpararendzina

WRB: Urbic Technosol (toxic)

Anmerkungen: Ehemaliger Klostergarten, hoher Anteil Bauschutt im Profil, umgelagertes Material durch Bautätigkeit, Hortisol nicht erkennbar

Physikalische und chemische Analysen

Probe	Körngrößenanteile in %									Bodenart	Skelett Masse-%
	T	Σ U	fU	mU	gU	Σ S	fS	mS	gS		
1	2.9	18	2.1	3.9	12	79	52	23	4.4	Su2	7.1
2	4.3	20	2.7	5.7	12	75	39	28	7.7	Su2	21
3	4.3	21	2.4	6.0	12	75	47	22	6.1	Su2	27

Probe	pH	Carbonat	C _{org}	N _t	C _{org} /N _t	S
	CaCl ₂	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹		
1	6.96	12	19	1.7	11	0.71
2	7.29	43	17	1.4	12	0.39
3	7.29	62	12	0.98	12	0.29

Probe	Elementkonzentrationen (gesamt)							
	Al _t	Fe _t	Ca _t	K _t	Mg _t	Mn _t	P _t	Na _t
	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹				
1	5.0	7.6	11	996	1202	247	59	1008
2	6.3	8.6	28	1402	1805	316	149	1497
3	6.6	9.4	31	1599	2049	309	252	1492

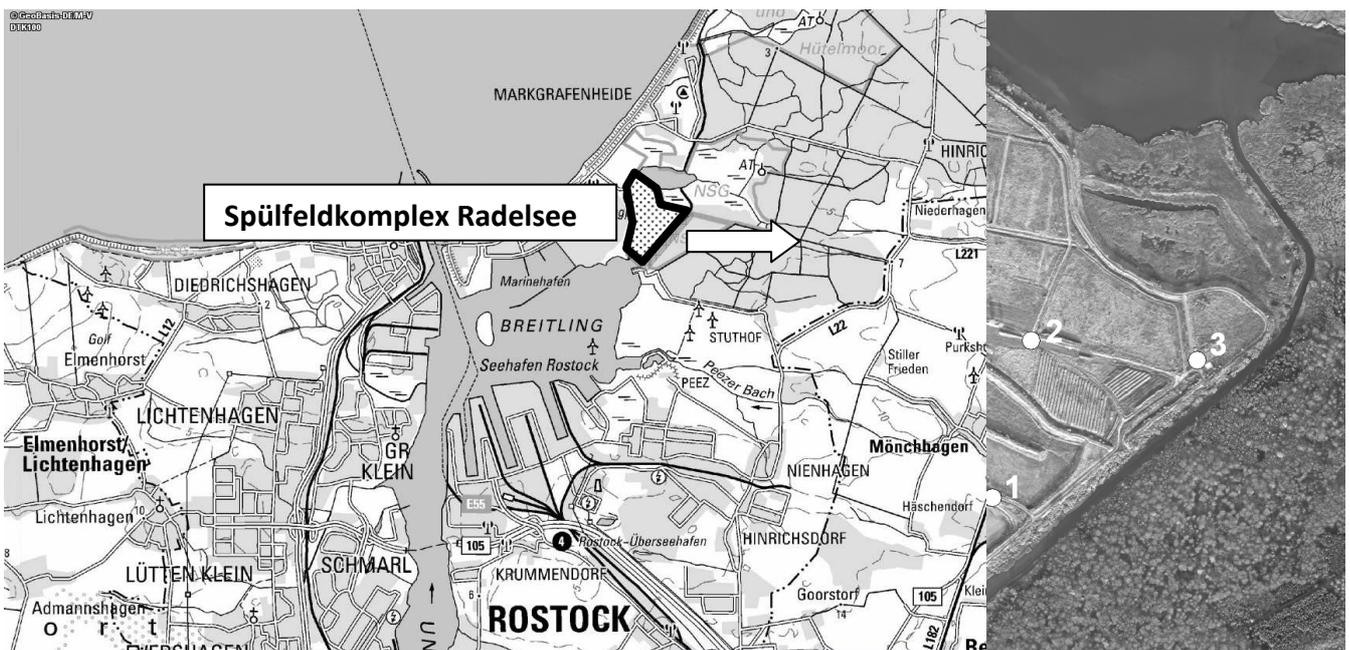
Probe	Schwermetallkonzentrationen (gesamt)					Oxalatextrakt			
	Cd _t	Cu _t	Ni _t	Pb _t	Zn _t	Al _o	Fe _o	Mn _o	P _o
	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
1	-	22	5.9	44	51	0.66	1.8	185	615
2	-	45	10	353	44	0.79	1.5	224	963
3	-	56	7	44	43	0.85	1.5	214	1058

H3: Nassbaggergutmanagement in Rostock - praxisrelevante Verwertungsoptionen im Garten- und Landschaftsbau sowie im Deichbau

Michael Henneberg¹, Ricarda Neumann¹, Fokke Saathoff²

¹ SteinbeisTransferZentrum Angewandte Landschaftsplanung c/o Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

² Universität Rostock, Lehrstuhl für Geotechnik & Küstenwasserbau, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock



Kartegrundlage: GAIA MV, Orthophoto: Grenzdörffer 2012

Einleitung

Die Unterbringung von nicht in der Ostsee verklappbarem organikhaltigen Baggergut ist nicht erst seit den Planungen zum Warnowtunnel in den 1990er Jahren in Rostock und den damit verbundenen Recherchen zum Verbleib großer Aushubmengen (knapp 700.000 m³) ein vielschichtiges Problem in MV. Baggergut fällt regelmäßig bei der Unterhaltung bzw. dem Neu- und Ausbau von Wasserstraßen und Häfen sowie bei der Sanierung von Gewässern an.

Nassbaggervorhaben bedürfen einer qualitativ anspruchsvollen Planung und Durchführung bis hin zu der endgültigen Unterbringung/Verwertung des Baggergutes. Dabei sind die technischen und ökologischen Anforderungen an die Wasserstraßen- und Hafenunterhaltung deutlich

gestiegen. Das internationale und nationale Umweltrecht ist ebenfalls zu beachten.

Seit Ende der 1970er Jahre arbeitet die Hansestadt Rostock hierbei erfolgreich mit der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock zusammen. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit wurden für die konkreten Bedingungen des Rostocker Aquatoriums ein den umweltrechtlichen Anforderungen genügendes und für Rostock effizientes Nassbaggergutmanagement etabliert. Kern dessen ist die Aufbereitung des Baggergutes über eine industrielle Absetz- und Aufbereitungsanlage (IAA), um eine nachhaltige Verwertung des Materials zu gewährleisten. Dieses seit Mitte der 1990er Jahre Schritt für Schritt auch praktisch umgesetzte Konzept hat das Unterbringungsproblem für nicht in der Ostsee verklappbares Baggergut der

Hansestadt Rostock gelöst und sie in die Lage versetzt, auch große Investitionsvorhaben erfolgreich zu verwirklichen. Seit 2000 verwertet Rostock als einzige Hafenstadt im Küstenbereich Deutschlands zu 100 % ihr nicht umlagefähiges organikhaltiges Nassbaggergut landseitig.

Die Exkursion umfasst die Vorstellung des Bewirtschaftungsregimes der IAA Rostock zur Aufbereitung von Nassbaggergut zu einem vielseitig verwertbaren Bodenmaterial und die Vorstellung von zwei praxisrelevanten Feldversuchen.

Exkursionsraum

Der Spülfeldkomplex Radelsee der IAA Rostock befindet sich im Nordosten des Stadtgebietes von Rostock zwischen den Ortsteilen Hohe Düne im Westen und Markgrafenheide im Osten. Bedeutung hinsichtlich landschaftlicher Anbindung und ökologischer Beziehungen besitzt das nordöstlich angrenzende Naturschutzgebiet Radelsee und im Südosten grenzt das FFH-Gebiet Schnatermannwald an die Rostocker Spülfelder. Die wasserseitige Anbindung der Rostocker Spülfelder ist durch den südlich bis westlich angrenzenden Breitling, einem Rest der ursprünglichen Trichteröffnung der Warnow gegeben.

Das Spülfeld Radelsee wurde Anfang der 1970er Jahre als Deponiespülfeld auf einer extensiv genutzten Salzgrünlandfläche errichtet. Zu diesem Zeitpunkt war das für den Bau des Überseehafens Rostock Anfang der 1960er Jahre gebaute Deponiespülfeld Schnatermann am Südostufer des Breitlings bereits vollständig befüllt. Bis 1989 wurden in mehreren Etappen über 5 Mio. m³ Nassbaggergut eingespült. Zwischen den Aufspülungen, die oft nur wenige Wochen dauern, lagen Setzungs- bzw. Abtrocknungsphasen von mehreren Monaten, in denen das überschüssige Einspülwasser abgeleitet wurde.

Geologie, Geomorphologie und Klima

Der Exkursionsraum liegt in der als eiszeitliche Schmelzwasserabflussbahn entstandenen Trichteröffnung der Warnow zwischen dem Geschiebemergelkern der Stoltera im Westen und dem Sandergebiet der Rostocker Heide im Osten. Durch Küstenausgleichsprozesse (Abbruch am Steilufer im Westen und Anlandung in Form

einer Nehrung von Osten her, auf der sich die heutigen Orte Hohe Düne und Markgrafenheide befinden) engte sich der Mündungsbereich immer mehr ein. Die Warnow passte ihren Flusslauf den sich verändernden Bedingungen an und mündete zeitweise auch im Bereich des Radelsees in die Ostsee, wobei sich ein Flussdelta ausbildete. Im Zuge der fortschreitenden Abriegelung von der Aussensee verlandete und vermoorte der an die Nehrung anschließende Bereich des Breitlings mit bis zu zwei Meter mächtigen Torfschichten über Muddeablagerungen mit einem bis heute erhaltenen Küstenverlandungssee. Der Radelsee und die Radelwiesen bilden heute noch ein intaktes Küstenüberflutungsmoor mit salzbeeinflussten Standorten /1//2/.

Die kleinräumige klimatische Besonderheit des Versuchsstandortes liegt darin, dass er trotz seiner Küstennähe (ca. 1 km Luftlinie) eine ausgeprägte Spät- und Frühfrostgefährdung aufweist. Ursache ist die relativ geschützte Lage im Spülfeld, das durch hohe Deiche umgeben ist. Diese „Kessellage“ bei besten Austrahlungsbedingungen lässt eine starke Auskühlung bei klaren strahlungsreichen Nächten zu. Selbst Spätfroste in Bodennähe Anfang Juni und erste Frühfroste Anfang September sind möglich. Solche Froste treten sonst im küstennahen Gebiet Mecklenburg-Vorpommerns kaum auf. Hinzu kommen durch die geschützte Lage bei intensiver Sonneneinstrahlung relativ große Unterschiede zwischen Tag- und Nachttemperaturen. Diese Phänomene spielen hauptsächlich für den Exkursionsstandort 3 eine entscheidende Rolle.

Sedimente - Nassbaggergut - Bodenmaterial

Im Gegensatz zu den Sedimenten, der großen Flüsse Elbe und Rhein, ist für die Sedimente in MV nachgewiesen, dass sie bis auf wenige eingrenzende Ausnahmen nicht mit Schadstoffen belastet sind. Industrielle Ballungsräume fehlen in den Gewässereinzugsgebieten der Region, welche hauptverantwortlich für die Belastung der Gewässer und ihrer Sedimente mit Schadstoffen sind. Deshalb müssen die bei erforderlichen Fahrwasservertiefungen oder Maßnahmen der Gewässersanierung zu baggernden Sedimente gemäß Abfall- und Kreislaufwirtschaftsgesetz

nicht zwingend als Abfall zur Beseitigung kostenaufwendig in einer Deponie entsorgt werden. Sie können nach einer zielgerichteten Aufbereitung verschiedensten Verwertungen zugeführt werden.

Nassbaggergut aus dem Rostocker Küstenraum wurde bis Ende der 1980er Jahre in Spülfeldern abgesetzt. Bis auf die teilweise Verwertung der sandig-kiesigen Fraktionen erfolgte keine weitere Verwendung. Seit Beginn der 1990er Jahre gewinnt die Verwertung der feinkörnigen, humosen Substrate an Bedeutung. Die vorhandenen Spülfelder waren nahezu ausgelastet, ihre Erweiterung wäre sehr kostenaufwendig gewesen. Zudem gab es gegen neue Anlagen viele Gründe - vom Naturschutz über Grundeigentum bis hin zu nicht zu überschreitenden Transportentfernungen für das Spülgut. So konnten nur über die Beräumung der Spülfelder wieder neue Absatzkapazitäten geschaffen werden. Aus diesem Grunde erfolgte in den 90er Jahren die über EU- und Landesfördermittel finanzierte Umstrukturierung der Rostocker Spülfeldkomplexe in eine sogenannte Industrielle Absetz- und Klassieranlage, in der speziell hergerichtete Längsstromklassierpolder regelmäßig beschickt und wieder beräumt werden. Die sandig-kiesigen Fraktionen des aufgespülten Baggergutes werden ohne weitere Aufbereitungsschritte direkt aus den Poldern nach der ersten Abtrocknungsphase in der Bauwirtschaft verwertet. Das feinkörnige humose Substrat wird anschließend in Mieten aufgesetzt und „reift“ zu einem krümeligen gut verwertbaren Bodenmaterial. Diese klare Ausrichtung der landseitigen Baggergutunterbringung in Rostock auf eine anschließende Verwertung entspricht damit den Anforderungen des Abfallrechts, das eine prinzipielle Prüfung der Verwertbarkeit von Abfällen fordert. Zudem wird sie durch das Bundesbodenschutzrecht unterstützt, das die Verwertung von Baggergut im durchwurzelbaren Oberbodenbereich auf eine rechtliche Grundlage stellt.

Bei der Verwertung der gereiften humus- und tonreichen Fraktionen sind die Stoffflüsse ins Grundwasser und gegebenenfalls in die Nahrungskette zu beachten, da das Baggergut einerseits als Brackgewässersediment salzhaltig und andererseits sehr nährstoffreich ist. Deshalb wurden und werden seit Jahren die Verwertun-

gen und die Zielwirkungen dieser Substrate in Gefäß-, Feld- und Lysimeterversuchen geprüft.

Das aufbereitete Baggergut ist ein feinkrümeliges und gut strukturiertes Bodenmaterial. Die oft sehr kalkhaltigen Substrate haben hohe Gehalte an Humus, Ton und Nährstoffen. Diese Eigenschaften kombiniert mit geringen Schadstoffgehalten sind Grundvoraussetzungen für eine Verwertung in der Landwirtschaft, im Landschaftsbau sowie in der Rekultivierung von Deponien bzw. der Sanierung devastierter Standorte. Vergleichsweise neu ist die Verwendung der Substrate im Seedeichbau, was zurzeit im EU-Projekt DredgDikes untersucht wird.



Abb. 1: Profil eingespülten Sediments, deutliche Schichtung, Ausbildung feiner Sandbänder

Exkursionsroute und -standorte

Das Exkursionsgebiet wird nach einer ca. 45-minütigen Busfahrt vom Rostocker Busbahnhof über die B 105 Richtung Stralsund und die Orte Rövershagen, Hinrichshagen und Markgrafenhede von Osten her erreicht. Auf dem Spülfeldkomplex Radelsee befinden sich 4 Exkursionsstandorte:

Standort 1: Trenndeich zwischen Klassierpolder 1 und 2 - Bespülungsregime und Phase 1 der Nassbaggergutaufbereitung,

Standort 2: Reifungsfläche Spülfeldkomplex Radelsee - Phase 2 der Nassbaggergutaufbereitung,

Standort 3: Versuchsfläche „Anwuchsversuche für garten- und landbauliche Kulturen“ - Beispiel der landbaulichen Verwertung des aufbereiteten Baggergutes,

Standort 4: Versuchsdeich DredgDikes - Beispiel der Verwertung aufbereiteten Baggergutes im Deichbau.

Standort 1

Es folgen Erläuterungen zu:

- Bespülungsregimes am Beispiel der speziell gestalteten Längsstromklassierpolder,
- Kennzeichnung der zu erreichenden Qualitätsparameter für die Beräumung des Materials,
- Aufzeigen von Maßnahmen zur Forcierung der für die Substratreifung wichtigen Abtrocknungsprozesse über die Entwässerung,
- Darstellung der Technologie zur Beräumung der Polder und der Maßnahmen für eine erneute Bespülung.



Abb. 2: Einspülung in einen Polder

Standort 2

Es werden die Rahmenbedingungen für die zweite Aufbereitungsphase des Bodenmaterials vorgestellt. Dazu werden Anmerkungen unter anderem zur Vorbereitung der Reifungsflächen, zu den Konstruktionsparametern der Reifungsmieten und der Technologie ihrer Errichtung

gemacht. Möglichkeiten einer weiteren Reifungsbeschleunigung sowie Rahmenbedingungen für ihre Praxisrelevanz werden erläutert.



Abb. 3: Entwässertes Substrat mit Schrumpfrissen



Abb. 4: Baggergut in Mieten zur weiteren Reifung

Standort 3

Seit 2000 erfolgt die Abnahme von Bodenmaterial aus Baggergut auch durch Kleinabnehmer (25 bis wenige 100 t) meist zu Zwecken des Garten- und Landschaftsbaus im nichtgewerblichen Bereich. Vor allem unter dem Gesichtspunkt, dass bei einem erfolgreichen Einsatz dieses Materials Kleinabnehmer positive Erfahrungen sammeln und damit insgesamt mehr Aufgeschlossenheit zum Thema Nassbaggergutverwertung erreicht wird, trägt dies auch zur Stärkung eines positiven Images des Nassbaggergutmanagements der Hansestadt Rostock bei. Deshalb ist es sehr wichtig, dass den i. d. R. nicht baggergutspezifisch fachkundigen Anwendern eine fachlich fundierte und mit belastbaren Erkenntnissen abgesicherte Einsatzempfehlung an die Hand gegeben wird. Am Standort werden das Versuchskonzept und seine Umsetzung erläutert und Anmerkungen zu den bisherigen Versuchsergebnissen einschließlich ihrer Praxis-

relevanz gegeben. Kleinschürfe zum Bodenaufbau der Versuchsfläche können hier besichtigt werden.



Abb. 5: Anbaufläche Gemüse auf dem Substrat Baggergut

Standort 4

Innerhalb des EU-Kooperationsprojektes **DredgDikes** wird die Verwendung von aufbereitetem, feinanteil- und organikreichem Baggergut für Küstenschutz- und Flussdeiche an verschiedenen Regelquerschnitten erprobt /3/.

Das Projekt wurde von der Universität Rostock und der Technischen Universität Danzig ins Leben gerufen. Die länderübergreifende Kooperation von Universitäten, Ämtern, Verbänden und Unternehmen aus der Wirtschaft wird durch das EU-Programm Südliche Ostsee kofinanziert.

Aufgrund von Prognosen aus verschiedenen Klimawechselszenarien sind sowohl in MV als auch entlang der polnischen Ostseeküste und Flussdeltas Höhenanpassungen vorhandener Hochwasserschutzanlagen notwendig. Dies betrifft auch eine große Anzahl an Deichen, für deren Erhöhung enorme Substratmengen als Baustoff und begrünungsfähigen Oberboden benötigt werden. Die Neubau- und Unterhaltungskos-

ten sind daher erheblich. Da gereiftes Baggergut mit bestimmten Eigenschaften zum Einsatz als Deichbaustoff geeignet scheint, werden an einem großmaßstäblichen Versuchsdeich verschiedene Untersuchungen zu Standsicherheit, Einbautechnologie, Durchsickerung, Wasserretention (Niederschlagswasser), Strukturveränderung (hauptsächlich Schrumpfrissbildung) und Begrünung vorgenommen. Es wird dabei untersucht, unter welchen Voraussetzungen die gewählten Baggergutchargen im Deichbau einsetzbar sind, um mittelfristig den in MV üblicherweise verwendeten Mergel zu ersetzen, der aufwändig und unter zum Teil großem Eingriff in die Landschaft aus entsprechenden natürlichen Lagerstätten gewonnen werden muss.

Am Exkursionsstandort werden die Rahmenbedingungen für die Auswahl der verwendeten Substrate dargelegt. Zudem werden unter anderem die Konstruktion der Deichquerschnitte aus Baggergut, die bodenhydrologischen Messungen und die Begrünungsversuche an mehreren auf dem Versuchsgelände verteilten Stationen erläutert.



Abb. 6: Begrünung (Spritzausaat) der fertiggestellten Deiche

Literatur

- /1/ Rabius, E.-W.; Holz, R. (Hrsg.), 1995: Naturschutz in Mecklenburg-Vorpommern, Demmler Verlag
- /2/ Berg, Ch.; Schmidt, J., 2000: NSG Radelsee, Flyer Hrsg. Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern
- /3/ www.dredgdikes.eu

H4: Landschaft - Boden - Kunst

Nina Siebers¹, Ken van Rees², Heiko Brunner³, Peter Leinweber¹

¹ Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

² University of Saskatchewan, Department of Soil Science, Saskatoon, Kanada

³ Kunstmuseum Schwaan, Mühlenstraße 12, 18258 Schwaan

Die Exkursion lädt ein, die **Wissenschaft des Bodens** von einer ganz neuen Seite zu betrachten, der **Kunst**. Schon seit Jahrhunderten ist Wissenschaft mit eng mit bildlichen Darstellungen verbunden. So war es früher beispielsweise Bestandteil des Studiums der Geologie, zu erlernen, präzise Skizzen von Fundstücken anzufertigen und Landschaften zu malen, da es keine andere Möglichkeit gab, Beobachtungsergebnisse festzuhalten. Die Exkursion versucht, Bildwerke der Schwaaner Künstlerkolonie in einen Zusammenhang mit Böden zu bringen, wobei die Landschaft das verbindende Element ist.

Künstlerkolonien in Europa

Im 19. Jahrhundert hatten sich in ganz Europa Künstlergruppen zu so genannten Künstlerkolonien zusammengeschlossen, dessen Merkmal eine gemeinsame geistige Gesinnung der Maler war. Die Kolonien bestanden zumeist aus jungen Künstlern, die sich an einem Ort zusammengeschlossen haben, um die Natur durch direkte Anschauung zu studieren. Damit lehnten sie sich gegen die starren Regeln der Akademie auf. Die gemalten Landschaften waren durch die genaue Beobachtung sehr realitätsnah. Der Mensch spielte nur eine ganz untergeordnete Rolle. Die Ortschaften an denen sich die Künstlerkolonien bildeten waren ländlich gelegen, um der Hektik und Anonymität der Großstadt zu entfliehen; zugleich mussten sie aber auch gut für die Käuferschaft mit öffentlichen Verkehrsmittel erreichbar sein, so dass sie sich bald zu touristischen Attraktionen entwickelten. Es entstanden enge Wechselwirkungen zwischen den zugezogenen Malern und den Einheimischen und ein geselliges Lebensgefühl wurde zelebriert. Bald fingen auch interessierte Dorfbewohner an zu malen. Das natürliche Licht wurde versucht einzufangen unter Verwendung von tonigen Lokalfarben und kräftigen Binnenfarbtönen. Dieser

neue Ansatz der Malerei führte ausgehend vom Realismus zur Freilichtmalerei und weiter zum Impressionismus. Die Freilichtmalerei ist eine Primärmalerei, denn damals wurden während der Sommermonate in der Natur lediglich Skizzen angefertigt, welche dann im Winter im Atelier zur Vollendung eines Gemäldes dienten. Dies änderte sich und die 'direkt' vor der Natur gemalte Skizze wurde eigenständiges Werk.

Schwaaner Künstlerkolonie

Um 1890 bildete sich Mecklenburgs einzige Künstlerkolonie vor den Toren Rostocks. Die bewaldeten Hügel und zahlreichen Flusslandschaften machten Schwaan zu einem idealen Ort der Freilichtmalerei. Auch Schwaan und die Umgebung der Stadt lieferten zahlreiche interessante Motive für die Künstler, z.B. die Stadtsilhouette mit ihrem kompaktem Kirchturm, dem Lindenbruch, Stegen und Brücken über die Bäche oder dem am Stadtrand befindlichen Judenfriedhof, welche alle noch in und um Schwaan zu finden sind. So ist es heute noch möglich, dort zu stehen, von wo aus 1928 Franz Bunke sein berühmtes Gemälde 'Die Stadt Schwaan' gemalt hat (Abb. 1).

Mitglieder der Künstlerkolonie waren nicht nur zugezogene Maler, sondern auch die gebürtigen Schwaaner Franz Bunke, Rudolf Bartels, und Peter Paul Draewing, was eine Besonderheit der Schwaaner Künstlerkolonie war.

Franz Bunke gilt als Initiator und personifiziertes Zentrum der Künstlerkolonie. Er hatte an der Weimarer Malerschule studiert und war dort anschließend selbst Professor für Landschaftsmalerei. Später besuchten auch Draewing und Bartels auf Anraten Bunkes die Weimarer Malerschule. Sie galt als modern mit Hinwendung zur Primärmalerei, und ihre dort gelehrteten Methoden

fanden in Schwaan praktische Umsetzung. Bunke brachte häufig Kollegen mit nach Schwaan und später folgten ihm auch regelmäßig Schüler. Er konnte schon in jungen Jahren berufliche Erfolge verbuchen, welche bis ins Alter anhielten. Er verstand es wie kein anderer, die Stimmungen in Luft und Licht in seinen Bildern wiederzugeben.



Franz Bunke, *Die Stadt Schwaan*, 1928



Entsprechende Stadtansicht von Schwaan heute

Rudolf Bartels entwickelte sich zum bedeutendsten Maler Mecklenburgs der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. In der unterrichtsfreien Zeit besuchte er zusammen mit Bunke und Draewing Schwaan und malte dortige Landschaften; seine Werke wurden erstmals 1904 in Rostock ausgestellt. In seiner frühen Phase zeichneten sich seine Werke durch tonige Farben aus, welche zunehmend durch eine am Impressionismus orientierte Handhabung der Farben abgelöst wurde. Werke um 1905 wurden von einer großzügigen, flächigen Malweise dominiert.

Peter Paul Draewing studierte auf Anraten Bunkes ebenfalls in Weimar, und siedelte nach

abgeschlossenem Studium nach Eisennach über. Er unterrichtete dort als Lehrer an der Ernst-Abbe-Zeichenschule, um seine 5-köpfige Familie zu ernähren. Draewing entwickelte ausgehend von einer realistischen Anschauung einen impressionistischen Stil, der sich durch eine lichtdurchflutete und lockere Handhabung von leuchtenden Farben auszeichnete. Ursprünglich lag sein Hauptaugenmerk auf dem Portrait, und seine Liebe zum Detail hat er auch in seinen späteren Landschaften beibehalten.

Der Erste Weltkrieg unterbrach die Entwicklung der Künstlerkolonie, da Draewing und Bartels eingezogen wurden. Bunke kam jedoch weiterhin von Weimar nach Schwaan und unterrichtete wenige Schüler.

Die Exkursion

Die Exkursion führt in die Kunstmühle in Schwaan. Dort wird die Gruppe in Persönlichkeiten und die Werke der Künstlerkolonie eingeführt; das schließt die Besichtigung der aktuellen Ausstellung auf 3 Etagen ein. Anlässlich der DBG-Jahrestagung wird zudem eine kleine Sonderausstellung mit ausgewählten Werken von Bunke, Bartels und Draewing gehängt. Zu diesen Werken werden Fotografien der jetzigen Ansichten ausgestellt, die künstlerische Verfremdungen der realen Ansichten, wie auch den Landschafts- und Siedlungswandel im Laufe der Zeit, erlebbar machen. Es soll auch ein Blick 'unter' die Landschaften geworfen werden, denn so unterschiedlich wie die Motive sind auch die Böden der dargestellten Landschaften. Dies wird anhand von aktuell aufgenommenen Bodenprofilen gezeigt. Die Bodentypen umfassen Fahlerde, Kolluvisol, Pararendzina und Anmoorglei und damit nicht nur bodentypologisch ein weites Spektrum sondern auch eine Vielfalt der Stoffbestandteile und Farben. Prof. Ken van Rees berichtet über den von ihm initiierten Kurs „Soils and Arts“ an der University of Saskatchewan, Saskatoon, in Kanada.

Literatur

Jürß, L. Künstlerkolonie Schwaan (2002) Stadt Schwaan, Verlag Atelier im Bauernhaus, Fischerhude.

H5: Massenspektrometrie in der Bodenforschung: State-of-the-art-Analytik in der organischen Bodenchemie

Gerald Jandl¹, Kai-Uwe Eckhardt¹, Thorsten Streibel², Peter Leinweber¹

¹ Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

² Universität Rostock, Lehrstuhl für Analytische Chemie, Dr.-Lorenz-Weg 1, 18059 Rostock

Einleitung

Die Untersuchung der molekularen Zusammensetzung von organischen Bodensubstanzen (OBS) ist ein Schwerpunkt der bodenchemischen Forschung. Dabei wurden in den letzten Jahrzehnten massenspektrometrische (MS-) Methoden eingesetzt, die zur Charakterisierung von Zusammensetzung, Herkunft und Umsetzungsprozessen der OBS beitragen (Schulten et al. 2002; Leinweber et al. 2008, 2009, 2010, 2013). **Ziel der Exkursion** ist es, einen Überblick über verschiedene MS-Methoden zu geben, die an der Universität Rostock und in benachbarten Instituten etabliert sind und für bodenkundliche Fragenstellungen angewendet werden. Dabei sollen methodische Grundlagen und Anwendungsbeispiele anschaulich gemacht werden.

Die Exkursion beginnt mit einem Vortrag (**Station 1**: Seminarraum Justus-von-Liebig-Weg 6), in dem die Methoden in der Theorie und an aktuellen Forschungsergebnissen erklärt werden. Ein Schwerpunkt wird dabei die Anwendung auf Böden aus dem Exkursionsprogramm (v.a. Podsole aus G3 (Darß) und H1 (Rostocker Heide) sein.

Die Methoden Pyrolyse-Feldionisation Massenspektrometrie (Py-FIMS), Pyrolyse-Felddesorption Massenspektrometrie (Py-FDMS), Py-GC/MS und Flüssigkeitschromatographie-Massenspektrometrie/Massenspektrometrie (LC-MS/MS) werden im massenspektrometrischen Labor der Professur für Bodenkunde an der Universität Rostock (**Station 2**) vorgestellt. Danach werden in den Laboren des Lehrstuhls für Analytische Chemie der Universität Rostock (**Station 3**) die ultrahochoflösende FT-ICR MS

sowie die Nano-SIMS in ihrer Funktionsweise vorgestellt und anhand von bodenrelevanten Forschungsergebnissen erläutert. Auch diese Labore sind fußläufig zu erreichen.

Massenspektrometrische Methoden

Curie-Punkt Pyrolyse-Gaschromatographie Massenspektrometrie (Cp Py-GC/MS)

Die Cp Py-GC/MS wird eingesetzt, um Bestandteile aus komplexen Matrices wie der OBS und OBS-Fractionen zu bestimmen. Bei den sog. Flash-Pyrolyse-Methoden unterscheidet man (1) Curie-Punkt Pyrolyse (Cp Py) (Schulten 1987, Leinweber & Schulten 1998, Schulten et al. 2002) und (2) "double-shot"-Pyrolyse (Quénéa et al. 2006, González-Pérez et al. 2007). Bei beiden Methoden sind die Pyrolysetemperaturen frei wählbar. Bei (1) werden abhängig vom Curie-Punkt des ferromagnetischen Probenhalters Temperaturen zwischen 300–800 °C eingesetzt (Abb. 1).



Abb. 1: Curie-Punkt Pyrolyse-Gaschromatographie-/Massenspektrometrie (Finnigan MAT 95) (Lehrstuhl für Bodenkunde, Universität Rostock)

(2) Die "double-shot"-Pyrolyse verwendet zwei Temperaturschritte zur Unterscheidung zwischen thermisch labilen und stabilen bzw. stark gebundenen Substanzen. Die pyrolysierten und verflüchtigten Verbindungen werden bei beiden Techniken mit einem *on-line* gekoppelten GC aufgetrennt. Häufig wird zur Detektion ein MS eingesetzt, wobei aus den Verbindungen des Pyrolysates durch den Einsatz der Elektronenstoßionisierung (70 eV) Molekülonen und die entsprechenden Fragmentionen mit unterschiedlichen Massen erzeugt werden.

Die kontinuierliche Aufzeichnung der Massenspektren erzeugt Chromatogramme, wobei die korrespondierenden Massenspektren jedes Peaks durch Vergleich mit Massenspektren einer Spektrenbibliothek den entsprechenden Verbindungen zugeordnet werden können. Diese zugeordneten Verbindungen können sowohl originär in der OBS vorliegen (Galletti & Bocchini 1995, Schulten 1996) als auch Artefakte darstellen, die durch Sekundärreaktionen unter dem großen Energieeinfluß während der Pyrolyse gebildet worden sein können (Hatcher et al. 2001, Zang & Hatcher 2002).

Pyrolyse-Feldionisation Massenspektrometrie (Py-FIMS)

Die Py-FIMS kombiniert die temperaturaufgelöste Pyrolyse in der Ionenquelle mit der schonenden Feldionisierung zur Erzeugung von Molekülonen (Schulten 1996, Schulten et al. 1998, Leinweber et al. 2009). Dazu werden ca. 5 mg einer Bodenprobe im Hochvakuum bei 10^{-4} Pa in 10°C -Schritten von 110 bis 700°C pyrolysiert. Während dieser Pyrolyse werden 60 Massenspektren mit einem doppelfokussierenden Massenspektrometer (Finnigan MAT 95, Emitterspannung: $4,7\text{ kV}$, Gegenelektrode $-5,5\text{ kV}$) im Bereich von m/z 15 bis 900 aufgenommen (Abb. 2).

Die Ergebnisse werden als totale Ionenintensität (TII) in % oder in Bezug auf die verflüchtigte Substanz (volatile matter) in counts mg^{-1} angegeben. Ein Vorteil der Py-FIMS ist die Erfassung unfragmentierter Moleküle durch die schonende Ionisierung der FI. Die dabei detektierten Indikatoren (Abb. 3) können den zehn wichtigsten

Substanzklassen der OBS zugeordnet werden, wodurch die chemische Zusammensetzung des Pyrolysates auf der molekularen Ebene bestimmt werden kann. In dem dargestellten Beispiel eines Podsol-Ah unter einem Fichtenwald von der Halbinsel Darß wurden beispielsweise hohe Intensitäten von Peptiden (m/z 70), Kohlenhydraten (m/z 98, 126, 163), Suberin (m/z 530), Alkylmonoester C_{46} bis C_{56} (m/z 676, 704, 732, 760, 816) und Lipiden (m/z 256, 282, 340, 368, 396, 410, 424, 452, 480, 508) bestimmt, die sich auch in den hohen Anteilen der Lipide (12,6 % TII) widerspiegeln.



Abb. 2: Pyrolyse-Feldionisation Massenspektrometrie (Finnigan MAT 95) (Lehrstuhl für Bodenkunde, Universität Rostock)

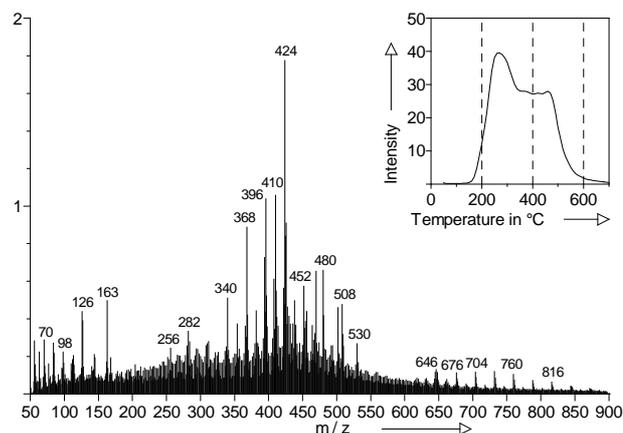


Abb. 3: Pyrolyse-Feldionisation Massenspektrum eines Ah Horizontes unter Fichte (*Picea abies* L.)

Weiterhin liefert die temperaturlaufgelöste Pyrolyse Aussagen zur thermischen Stabilität der pyrolysierten Substanzen (Abb. 3, rechts oben), wobei eine hohe thermische Stabilität mit einer langsamen biologischen Abbaubarkeit in Verbindung gebracht werden konnte (Leinweber et al. 2008). Die Fragmentierung ist bei der Py-

FIMS wesentlich geringer als bei der Cp Py-GC/MS, so dass die erhaltenen Massenspektren die Originalstrukturen besser widerspiegeln. Das Ausmaß der Bildung heterozyklischer N-Verbindungen aus Peptiden wurde beispielsweise in Modellversuchen quantifiziert, so dass die genuin vorhandenen Anteile im Umkehrschluss abgeschätzt werden konnten (Leinweber et al. 2013).

Fourier-Transformation-Ionencyclotronresonanz Massenspektrometrie (FT-ICR MS)

FT-ICR MS ist eine massenspektrometrische Methode, bei der Molekülmassen ultrahoch aufgelöst ($m/\Delta m > 10^6$) und mit hoher Genauigkeit bestimmt werden. Die Ionisierung erfolgt meist unter Atmosphärendruck (Atmospheric Pressure Ionization - API), wie z.B. durch Electrospray Ionization (ESI), chemischer Ionisierung (Atmospheric Pressure Chemical Ionization - APCI) oder Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization (MALDI).



Abb. 4: FT-ICR MS Bruker Solarix, 7 Tesla (Lehrstuhl für Analytische Chemie, Universität Rostock)

Die eingesetzten Bruker Systeme am Lehrstuhl für Analytische Chemie der Universität Rostock sind das (1) Solarix und das (2) Apex-Qe mit einem supraleitenden 7 Tesla Magneten (Abb. 4). Bei der Messung werden die Ionen in die im Magnetfeld befindliche ICR-Zelle (Ionenfalle) geleitet und dort zur Rotation angeregt. Die Zyklotronfrequenz ist hierbei exakt umgekehrt proportional zum Quotienten aus Masse und Ladung

der jeweiligen Ionen. Einzelne m/z -Signale komplexer Mischungen werden extrahiert, indem das Frequenzgemisch durch Fourier-Transformation in die entsprechenden Einzelfrequenzen zerlegt wird.

FT-ICR MS wird zur Untersuchung diverser Umweltproben eingesetzt, wie z.B. von gelöstem organischen Material (Llewelyn et al. 2002). Der Heißwasserextrakt der OBS eines Waldbodens zeigte beispielsweise Massensignale im Abstand von 14,016 Da, die auf das Vorhandensein von CH_2 -Gruppen homologer Serien hinwiesen (Leinweber et al. 2009). Aus der exakten Massenbestimmung lässt sich im Idealfall die Summenformel der jeweiligen organischen errechnen, aus der wiederum der Grad der Aromatizität, oder die jeweilige Substanzklasse (z.B. Protein, Lignin, Polysaccharid, Fettsäurederivat) abgeleitet werden kann. Aktuelle bodenkundliche Anwendungen in Rostock betreffen z.B. die Identifizierung von Lockstoffen und Metaboliten in der Rhizosphäre und die Charakterisierung von gelösten organischen Stoffen aus feuerbeeinflussten Böden.

Nano-Sekundärionen Massenspektrometrie (Nano-SIMS)

Die Nano-SIMS ist eine destruktive massenspektrometrische Technik, welche die hochauflösende Mikroskopie mit der Isotopenanalytik verbindet, um so räumlich aufgelöste Informationen über die elementare, molekulare oder auch Isotopenzusammensetzung zu erhalten. Die SIMS-Technik beruht auf dem kontinuierlichen Beschuss der Probenoberfläche mit einem fokussierten Strahl von Primärionen hoher Energie in einem Hochvakuum. Dadurch wird die Probenoberfläche zerstört, wobei neutrale Partikel und positiv oder negativ geladene „Sekundärionen“ entstehen. Die sowohl monoatomaren oder polyatomaren erzeugten Spezies werden durch den Einsatz von Cäsium (Cs^+) (z.B. $^{12}\text{C}^-$, $^{13}\text{C}^-$, $^{12}\text{C}^{14}\text{N}^-$) oder Sauerstoff (O^-) (z.B. C^+ , $^{23}\text{Na}^+$, $^{39}\text{K}^+$, $^{40}\text{Ca}^+$) als Primärionenstrahl erzeugt. Die Trennung dieser Sekundärionen erfolgt im Magnetfeld eines Massenspektrometers entsprechend ihrer m/z . Dabei können räumlich aufgelöste Massenspektren von ausgewählten m/z bestimmt werden.

Das eingesetzte CAMECA NanoSIMS 50L im IOW (Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde) ist eine dynamische Nano-SIMS (Abb. 5) mit ultrahocho aufgelöster Massenbestimmung. Das ermöglicht die Unterscheidung zwischen $^{13}\text{C}^{14}\text{N}$ (m/z 27,016) und $^{12}\text{C}^{15}\text{N}$ (m/z 27,009) bei gleichbleibender exzellenter Signaltransmission und hoher räumlicher Auflösung. Letztere hängt vom Primärionenstrahl von ~ 150 nm für O^- und ~ 50 nm für Cs^+ ab (Müller et al. 2012). Dabei können bis zu sieben m/z -Signale gleichzeitig detektiert werden. Diese hohe räumliche Auflösung kann jedoch nur bei einer Fokussierung des Ionenstrahl erreicht werden, die mit einer drastischen Verringerung der Strahlenintensität verbunden ist. Das bedeutet für OBS-Untersuchungen, dass der Ionenstrahl defokussiert werden muss, um eine ausreichende Ionenausbeute auf Kosten der räumlichen Auflösung (~ 200 nm) zu realisieren (Heister et al. 2012).



Abb. 5: CAMECA NanoSIMS 50L (IOW, Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde)

Aufgrund der hohen Energie des Primärionenstrahls werden nahezu alle Moleküle an der Probenoberfläche fragmentiert, wodurch schnell die Oberfläche bis auf mehrere μm abgetragen wird. Dies ermöglicht theoretisch die Bestimmung der Schichtdicke der organischen Materialien auf Mineraloberflächen. Die räumliche Darstellung erfolgt elektronisch durch 3D-Mapping anhand der aufgenommenen Bilder während dieses Abtrages. Jedoch wird die Anwendung der Nano-SIMS bei der Untersuchung von organisch-mineralischen Partikeln durch topographische Unebenheiten erschwert. Gegenwärtig wird

versucht durch den Einsatz von Rasterkraftmikroskopen in Kombination mit Nano-SIMS Analysen (Fleming et al. 2011) und der Verwendung von Standardmaterialien mit bekannter Zusammensetzung und Matrix diese Schwierigkeiten zu überwinden. Eine potenzielle Nano-SIMS Anwendung liegt unter anderem in der Bestimmung und Visualisierung des Einbaus von ^{15}N -markierten Verbindungen in die OBS (Müller et al. 2012).

Literatur

- Fleming, Y., Wirtz, T., Gysin, U., Glatzel, T., Wegmann, U., Meyer, E., Maier, U., Rychen, J. (2011) Three dimensional imaging using secondary ion mass spectrometry and atomic force microscopy. *Appl. Surface Sci.* 258: 1322-1327.
- Galletti, G.C., Bocchini, P. (1995) Pyrolysis/gas chromatography/mass spectrometry of lignocellulose. *Rapid Comm. Mass Spectrom.* 9: 815-826.
- González-Pérez, J.A., Arbelo, C.D., González-Vila, F.J., Rodríguez, A.R., Almendros, G., Armas, C.M., Polvillo, O. (2007) Molecular features of organic matter in diagnostic horizons from andosols as seen by analytical pyrolysis. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 80: 369-382.
- Hatcher, P.G., Dria, K.J., Kim, S., and Frazier, S.W. (2001) Modern analytical studies of humic substances. *Soil Sci.* 166: 770-794.
- Heister, K., Höschen, C., Pronk, G.J., Mueller, C.W., Kögel-Knabner, I. (2012) NanoSIMS as a tool for characterizing soil model compounds and organomineral associations in artificial soils. *J. Soils Sediments* 12: 35-47.
- Leinweber, P., Schulten, H.-R. (1998) Advances in analytical pyrolysis of soil organic matter. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 47: 165-189.
- Leinweber, P., Jandl, G., Baum, C., Eckhardt, K.-U., Kandeler, E. (2008) Stability and composition of soil organic matter control respiration and soil enzyme activities. *Soil Biol. Biochem.* 40: 1496-1505.
- Leinweber, P., Jandl, G., Eckhardt, K.-U., Schlichting, A., Hofmann, D., Schulten, H.-R. (2009) Analytical pyrolysis and soft-ionization mass spectrometry. In: *IUPAC Series in Biophysico-Chemical Processes in Environmental Systems, Volume 2: Biophysico-chemical processes involving natural nonliving or-*

- ganic matter in environmental systems. Part II: Analytical methods for investigation of nonliving organic matter. Huang, P.M., and Senesi, N. (eds.), John Wiley, Chichester, England, pp. 539-588.
- Leinweber, P., Jandl, G., Eckhardt, K.-U., Kruse, J., Walle, F.L., Khan, M.J., Blyth, R.I.R., Regier, T. (2010) Nitrogen speciation in fine and coarse clay fractions of a Cryoboroll - new evidence from pyrolysis-mass spectrometry and nitrogen K-edge XANES. *Can. J. Soil Sci.* 90: 309-318.
- Leinweber, P., Kruse, J., Baum, C., Arcand, M., Knight, J. D., Farrell, R., Eckhardt, K.-U., Kiersch, K., Jandl, G. (2013) Advances in understanding organic nitrogen chemistry in soils using state-of-the-art analytical techniques. *Adv. Agron.* 119: 83-151.
- Llewelyn, J.M., Landing, W.M., Marshall, A.G., Cooper, W.T. (2002) Electrospray ionization Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry of dissolved organic phosphorus species in a treatment wetland after selective isolation and concentration. *Anal. Chem.* 74: 600-606.
- Müller, C.W., Kölbl, A., Hoeschen, C., Hillion, F., Heister, K., Herrmann, A.M., Kögel-Knabner, I. (2012) Submicron scale imaging of soil organic matter dynamics using NanoSIMS - from single particles to intact aggregates. *Org. Geochem.* 42: 1476-1488.
- Quénéa, K., Derenne, S., González-Vila, F.J., González-Pérez, J.A., Mariotti, A., Largeau, C. (2006) Double-shot pyrolysis of the non-hydrolysable organic fraction isolated from a sandy forest soil (Landes de Gascogne, South-West France): Comparison with classical Curie point pyrolysis. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 76: 271-279.
- Schulten, H.-R. (1987) Pyrolysis and soft ionization mass spectrometry of aquatic/terrestrial humic substances and soils. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 12: 149-186.
- Schulten, H.-R. (1996) Direct pyrolysis-mass spectrometry of soils: a novel tool in agriculture, ecology, forestry, and soil science. In: Boutton, T.W., Yamasaki, S.I. (Eds.), *Mass Spectrometry of Soils*, Marcel Dekker, New York, pp. 373 – 436.
- Schulten, H.-R., Leinweber, P., Schnitzer, M. (1998) Analytical pyrolysis and computer modelling of humic and soil particles. In: Huang, P.M., Senesi, N., Buffle, J. (Eds.), *IUPAC Environmental Analytical and Physical Chemistry Series, Environmental Particles: Structure and Surface Reactions of Soil Particles.*, vol. 4. Wiley, Chichester, England, pp. 281–324.
- Schulten, H.-R., Leinweber, P., Jandl, G. (2002) Analytical pyrolysis of humic substances and dissolved organic matter in water. In: *Refractory Organic Substances in the Environment*, Frimmel, F.H., Abbt-Braun, G., Heumann, K.G., Hock, B., Lüdemann, H.-D., and Spiteller, M. (eds.), Wiley-VCH, Heidelberg, chapter 2.8, pp. 163-187.
- Zang, X., Hatcher, P.G. (2002) A Py-GC-MS and NMR spectroscopy study of organic nitrogen in Mangrove Lake sediments. *Org. Geochem.* 33: 201-211.

H6: Bodenkundliche Strandwanderung und Küstenschutz

Manon Janssen¹, Thomas Leipe², Frank Göricke³, Bernd Lennartz¹

¹ Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock,

² Leibnitz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde, Marine Geologie, Seestraße 15, 18199 Rostock

³ Staatl. Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg, Erich-Schlesinger-Str. 35, 18059 Rostock

Einleitung

Diese Exkursion spannt einen Bogen von der Entstehung der Ostsee und quartären Sedimenten, die an der Steilküste der Stoltera aufgeschlossen sind, zu aktueller Küstendynamik und Küstenschutzmaßnahmen in Warnemünde.

Entstehungsgeschichte der Ostsee

Die Geschichte der Ostsee ist in Sedimenten dokumentiert, die seit der letzten Eiszeit in den glazial geformten Becken abgelagert wurden. Ein 1994 von einem Forschungsschiff genommener, 11,5 m langer Sedimentkern aus dem Gotlandbecken erlaubt daher die Rekonstruktion der Entstehung der Ostsee (Lemke 1998).

Die Ostseegeschichte begann nach dem Abschmelzen des skandinavischen Eisschildes vor etwa 14.000 Jahren. Zu dieser Zeit entwickelte sich vor dem Eis aus den Schmelzwässern ein See, der Baltische Eisstausee. Am Meeresgrund lagerten sich Warventone ab, die eine helle Sommerlage und eine dunkle Winterlage aufweisen. Diese Warven entstehen durch die Sedimentation von biogenem Material im Sommer, feinen Tonen zu Zeiten der Eisbedeckung und größeren Partikeln bei der Eisschmelze.

Ein deutlicher Farbwechsel von braunen zu grauen Sedimenten im Bohrkern markiert einen plötzlichen Abfall des Seespiegels. Ursache war das Brechen einer Eisbarriere in Mittelschweden (Billingen), in deren Folge eine große Menge Seewasser in den Nordatlantik ausfloss. Der Farbwechsel und eine gleichzeitige Änderung der Sedimentdichte weisen auf einen ersten Einstrom von Meerwasser in die Ostsee hin. Der globale Meeresspiegel stieg rasch an, und zwar zeitweise schneller als die glazioisostatische Hebung Skandinaviens. In der ersten brackigen Phase der Ostsee, dem Yoldia-Meer (um 10.000 Jahre BP), herrschten für etwa 300 Jahre in der zentralen Ostsee salzreiche Wässer vor. Die Sedimente des Yoldia-Meers sind mit dem mag-

netischen Mineral Greigit imprägniert (Zunahme der magnetischen Suszeptibilität). Es entsteht durch die bakterielle Reduktion von Meerwassersulfat zu Sulfid und der Reaktion mit Eisen.

Die nacheiszeitliche Hebung des skandinavischen Raums (durch die Eisentlastung, Hebungsraten bis 9 mm/Jahr in der Bottensee) schloss die mittelschwedische Verbindung zum Meer vor etwa 9.500 Jahren erneut. Wiederum entwickelte sich ein See im Bereich der heutigen Ostsee, der Ancylus-See. Dieser See wurde im Zeitraum von 9.000 bis 8.000 Jahren in zunehmendem Maße von Salzwasseringressionen aus dem Kattegat beeinflusst und langsam brackig. Im oberen Teil des Sedimentintervalls des Ancylusstadiums treten deutliche Laminationen auf, die auf stabile Dichteschichtung des Wasserkörpers und zeitweilig anoxische (sauerstofffreie) Bedingungen am Meeresboden hindeuten. Halophile Diatomeen nehmen in diesem Abschnitt deutlich zu. Meerwassersulfat wurde von Bakterien zum Abbau der organischen Substanz im Sediment genutzt, und das oberste Intervall des Ancylus-Stadiums ist von dem Sulfidmineral Greigit schwarz gefärbt.

Der Anstieg des globalen Meeresspiegels führte vor etwa 8.000 Jahren zu einem relativ schnellen Anstieg des Ostsee-Wasserspiegels um über 20 m innerhalb von wenigen Jahrhunderten, der sogenannten Littorina-Transgression. In deren Folge kam es zur Überflutung einer sich zwischen Deutschland und Dänemark erstreckenden Landschaft, die von Wäldern, Binnenseen und Flussläufen geprägt und in der Steinzeit besiedelt war. Durch Seitensichtsonaraufnahmen wurden etwa 2 km westlich des Darß in 10 m Wassertiefe die erhaltenen Überreste eines Waldes entdeckt, die sich über eine Fläche von einigen Quadratkilometern erstrecken. Hunderte in situ Baumstubben und Dutzende Baumstämme, die teilweise in einer Torfschicht eingebettet sind, konnten in den Sonar-Bildern identifiziert werden. Vom Meeresboden wurden durch

Forschungstaucher Holzproben (Baumscheiben) zur Altersbestimmung geborgen. Mit dendrochronologischen Untersuchungen konnte ermittelt werden, dass der Wald bis mindestens 6.500 BC (Alter des jüngsten gefundenen Baumes) noch nicht überflutet war.

Die Littorina-Transgression führte schließlich zur endgültigen Verbrückung der Ostsee, und das Littorina-Meer bildete sich aus. Wie in der heutigen Ostsee war der Wasserkörper in den Ablagerungsbecken stark geschichtet, und am Boden herrschte zeitweilig Sauerstoffmangel. Zu Zeiten von Sauerstoffmangel bildeten sich fein laminierte Sedimente mit hohen Gehalten an organischem Kohlenstoff, während Phasen mit erhöhtem Einstrom von sauerstoffreichem Salzwasser oder winterlicher Konvektion als homogene, helle Sedimentpakete in den Sedimentkernen erhalten sind. Das Littorinameer war wahrscheinlich salziger als die heutige Ostsee, aber die Sedimente der jüngeren Ostseegeschichte ähneln denen des Littorina-Meers stark.

Profilaufbau der Stoltera

Ziel der Strandwanderung ist das Stoltera-Kliff, das sich auf 1,2 km Länge westlich von Warnemünde erstreckt und eine Höhe von 7 bis 18 m aufweist. Die Stoltera befindet sich in einem typischen Bereich der Ausgleichküste, deren geradliniger Verlauf durch den meerwärts exponierten Vorsprung „Geinitz-Ort“ am Westende der Stoltera unterbrochen wird (Abb. 1). Das Ufer besteht aus marinen Sanden aus dem Kliffabbruch der Stoltera und weist einen in Richtung Geinitz-Ort zunehmenden Besatz mit Geschieben auf. Diese können Findlingsgröße erreichen und bestehen insbesondere aus Feuerstein, Granit, Gneis und Sandstein. Der mittlere jährliche Uferrückgang der Stoltera beträgt heute etwa 0,5 m. Damit ist er nur noch etwa halb so groß wie im 19. Jahrhundert, als durchschnittliche Verlustraten von 1,0 bzw. 0,86 m jährlich ermittelt wurden (Niedermeyer et al. 2011). Dies ist auf den Bau von Bühnenfeldern und Westmole zurückzuführen (s. u.).

Die Stoltera befindet sich in einem Naturschutzgebiet und beherbergt in ihren Steilhängen Kolonien von Uferschwalben sowie hochspezialisierte Küstenkäfer.

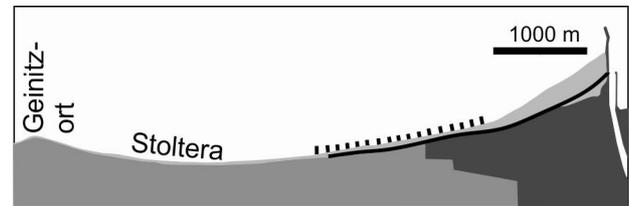


Abb. 1: Skizze des Warnemünder Weststrandes mit Küstenschutzdüne (schwarze Linie) und Bühnen.

Im Stoltera-Kliff sind Weichsel-Grundmoränen über dem Saale-Glazial aufgeschlossen. Die Abfolge ist jedoch intensiv glazialtektonisch gestört, besonders auffällig sind dabei die gesamte Kliffhöhe einnehmende, NE-SW streichende Großmulden- und Sättel (Strahl 2009). Das Profil wurde mehrfach beschrieben, wobei sich im Laufe der Zeit durch Küstentrückgang und Hangversturz die Aufschlüsse verändert haben, und auch die stratigraphische Zuordnung überarbeitet wurde (vgl. u.a. Cepek 1973). Im Folgenden wird die Profilbeschreibung nach Strahl (2009) wiedergegeben.

Die älteste stratigraphische Einheit ist der saalezeitliche m_1 -Geschiebemergel mit über 5 m Mächtigkeit. Er wurde hauptsächlich während des Warthe-Stadiums abgelagert und enthält sowohl Linsen von tertiären Tonen als auch Schollen von drenthezeitlichem Geschiebemergel. Der m_1 -Geschiebemergel ist insbesondere in der Mitte des Kliffs großflächig aufgeschlossen (Abb. 2).

Auf dem m_1 -Geschiebemergel liegt im gesamten Bereich der Stoltera ein etwa gleichbleibend mächtiges und sedimentologisch annähernd gleich ausgebildetes i_1 -Interglazial auf, das dem Eem zugeordnet wird. Im unteren Bereich ist das i_1 -Interglazial sehr heterogen, hier wurden der m_1 -Geschiebemergel sowie darüber abgelagerte marine Sedimente, die *Mytilus* und eine Foraminiferen-Gesellschaft enthalten, aufgearbeitet. Hangend folgen leicht schluffige Feinsande, gelegentlich mit Feinkies, der ebenfalls aus aufgearbeitetem m_1 -Geschiebemergel stammt.

Der m_2 -Geschiebemergel lagert dem i_1 -Interglazial konkordant auf, mit einer Mächtigkeit von 1,2 bis 1,6 m. Er ist am Kliff überwiegend braun bis braungrau, in unverwitterter Form grau gefärbt und intensiv geklüftet und weist gegenüber dem m_1 -Geschiebemergel einen höheren Gehalt an Feuersteinen auf.

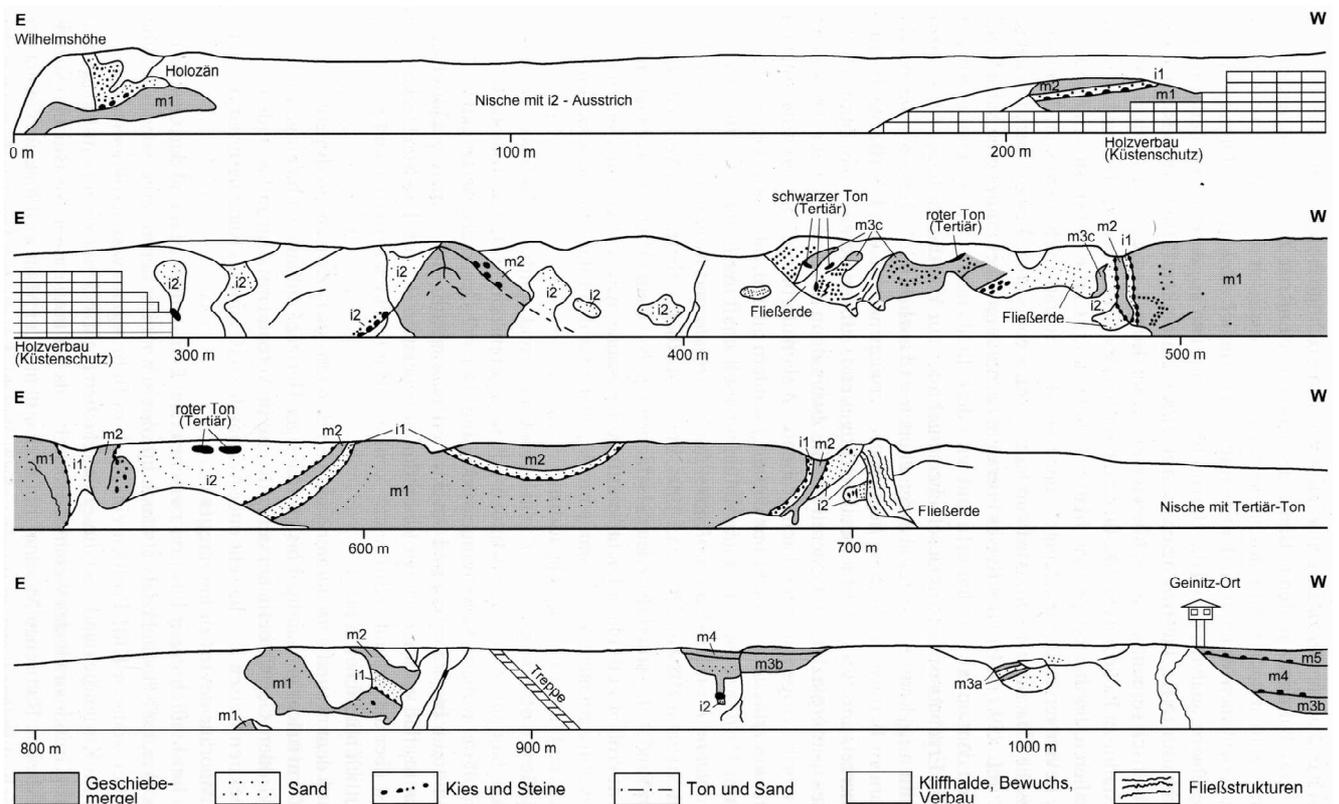


Abb. 2: Aufbau des Stoltera-Kliffs zwischen Wilhelmshöhe (oben links) und Geinitz-Ort (unten rechts) (nach Strahl 2009)

Weiterhin sind kryogene Merkmalen zu finden. Der m_2 -Geschiebemergel ist auch im Küstenrückland zwischen Wismar und Rostock zu finden und weist auf eine frühweichselzeitliche Vergletscherung in der südwestlichen Ostsee zwischen 70.000 und 50.000 Jahren BP – das Warnow-Glazial – hin. Den Übergang von m_2 zu i_2 bildet ein bis zu 20 cm mächtiger Horizont mit äußerst heterogener Korngrößenverteilung (sandig bis grobkiesig), der als Ablationsmoräne gedeutet wird.

Das i_2 -Zwischensediment besteht aus mindestens 9,8 m mächtigen Sanden, in denen horizontal- und rippelschräggeschichtete Lagen abwechseln. Der Kalkgehalt nimmt von oben nach unten ab. Foraminiferen bis 5,7 m über Basis zeigen eine zweite marine Beeinflussung des Gebietes an. Das i_2 -Zwischensediment ist insbesondere im Bereich um 560 m (vgl. Abb. 2) großflächig aufgeschlossen.

Der folgende m_3 -Geschiebemergel ist dreigeteilt. Der Geschiebemergel m_{3a} ist rost-

braun, sandig und führt zahlreiche Geschiebe. Geschiebemergel m_{3b} und m_{3c} sind sehr sandig, wobei ersterer extrem geschiebearm und oftmals schichtig ausgebildet ist. Er könnte dem ersten Pommerschen Eisvorstoß zuzuordnen sein.

Der m_4 -Geschiebemergel liegt konkordant über m_3 und fällt nach Westen flach ein. Er ist sehr schluffig-tonig, unverwittert grau gefärbt und enthält auffallende Schreibkreide- und Feuersteingeschiebe. Gekennzeichnet ist er zudem durch ein ausgeprägtes horizontales Scherflächen-Gefüge, wobei die Abstände der Schwerflächen von unten nach oben von 5 auf 1 cm abnehmen. Der m_4 -Geschiebemergel wurde während des Pommerschen Hauptvorstoßes abgelagert und ist am besten am Geinitz-Ort zu beobachten, wo er 4,5 bis 4,8 m mächtig ist.

Der m_5 -Geschiebemergel ist gelblich-rostbraun und sehr sandig, mit einem unregelmäßigen Scherflächen-Gefüge. Er ist sehr bröckelig und dadurch leicht zu erkennen. Er tritt ab Geinitz-Ort in Richtung Westen

auf und ist bis zu 4,1 m mächtig. An der Grenze zu m_4 ist ein Geschiebepflaster zu finden. Der m_5 -Geschiebe-mergel wird dem Mecklenburger Eisvorstoß zugeordnet, dem letzten Eisvorstoß, der das Norddeutsche Festland erreicht hat. Auf den pleistozänen Sedimenten liegen Decksande auf, die eine Mächtigkeit von mehreren Dezimetern erreichen können.

Die Bodenbildung findet mindestens seit dem Ausgang des Spätglazials, also seit ca. 10.000 bis 11.000 Jahren BP statt, so dass meist gut entwickelte Böden anstehen. Der Geschiebemergel m_5 , der am Greinitzort an der Oberfläche ansteht, ist ca. 1,4 m tief entkalkt und damit in braunen Geschiebelehm übergegangen. Unterhalb der Entkalkungstiefe schließt sich ein ca. 20 bis 30 cm mächtiger, teilweise schmutzig-weißer Fällungshorizont an (Strahl 2009).

Aufgrund der kleinräumigen Anordnung der Ausgangssubstrate sind im Bereich der Stoltera verschiedenen Bodentypen zu finden: Auf Geschiebemergel haben sich überwiegend Lessivés, auf Schmelzwasser- und Flugsanden Braunerden gebildet.

Die Ah- und Al-Horizonte der Lessivés liegen teilweise im Decksand, der kräftig-braune Bt-Horizont im Geschiebelehm. Der Untergrund weist stellenweise eine grau-rostfarbige Marmorierung als Zeichen einer Pseudovergleyung auf. Bei Abtrocknung des Geschiebemergels lässt sich dessen Polyedergefüge deutlich beobachten.

Küstenschutz in Warnemünde

Die Warnemünder Westküste liegt im Bereich des Ausgleichsküste, die sich von Wustrow (bei Rerik) bis Markgrafenheide erstreckt und – mit Ausnahme einiger exponierter Aufhänger – durch einen geradlinigen bis leicht geschwungenen Verlauf gekennzeichnet ist. Die Schorre weist eine Abfolge küstenparalleler Sandriffe und Rinnen auf, die den Küstenlängstransport in Richtung Osten anzeigen. Während im Bereich der Steilküste zwischen Geinitz-Ort und Wilhelmshöhe als Folge von Erosion

und Abrasion die Küstenlinie zurückgeht, ist entlang der östlich anschließenden Flachküste durch Sedimentation des abgetragenen Materials ein Landgewinn zu verzeichnen.

Seit jeher ist die Küste daher einer Bedrohung durch Sturmfluten, Dünenab- und – durchbrüche ausgesetzt. Die Bedeutung der Dünen für den Küstenschutz wurde früh erkannt. Bereits im 15. Jh. wurden in Warnemünde erste Dünen bepflanzt. Der systematische Küsten- und Hochwasserschutz begann jedoch erst im 19. Jahrhundert; ab 1860 erfolgten intensive Bemühungen zur Stabilisierung der Küstendünen (Cordshagen 1964). Als Reaktion auf zwei Sturmfluten in den 1870er Jahren wurde zudem mit dem Bau von sog. Faschinenbuhnen begonnen. Buhnen sind seewärts gerichtete Querbauwerke, die den küstennahen Sedimenttransport einschränken. Die Faschinenbuhnen bestanden aus zwei etwa 1 m entfernten Pfahlreihen, deren Zwischenraum mit Faschinen – gebündelten Baumstämmen – ausgefüllt wurde. Zwischen 1889 und 1900 wurden ostwärts von Geinitz-Ort 13 dieser Buhnen mit je 36 m Länge fertiggestellt. Ziel dieser Buhnen war es, durch Reduktion des Sedimenttransportes den Strand zu verbreitern, um dem Wind ausreichend Material zur Dünenbildung zur Verfügung zu stellen. Die so entstehende Düne wiederum sollte das Ufer schützen. Die gebauten Buhnen waren wirksam, aber in ihrer Unterhaltung teuer, so dass sie allmählich zerfielen. 1914 wurde entlang der Promenade ein 400 m langes Betonuferdeckwerk errichtet (Cordshagen 1964).

Anfang der 1990er Jahre hatte sich die Strandlinie deutlich Richtung Strand verschoben. Der Küstenrückgang betrug im Strandabschnitt östlich der Stoltera zwischen 0,1 und 0,6 m pro Jahr (Weiss 1991). Daher wurden zwischen 1990 und 1992 17 einreihige, 100 m lange Pfahlbuhnen mit gestaffelter Durchlässigkeit errichtet (Abb. 1). Dieses Buhnensystem führte bis 1996 zu einer seewärtigen Verlagerung der Küstenli-

nie um ca. 40 m und einer Aufhöhung des Strandes um ca. 1 m. Zudem wurden der Aufbau einer submarinen Terrasse und eine seewärtige Verlagerung des äußeren Riffs beobachtet (Trampenau & Oumeraci 2001). Als optimale Durchlässigkeit für Buhnen wurden 20 bis 35 % ermittelt. Bei höherer Durchlässigkeit zeigten die Buhnen nur eine geringe Wirkung; bei undurchlässigen Buhnen traten nachteilige Effekte wie großräumige Strömungswalzen und Lee-Erosion auf (ebd.).

Zusätzlich wurden mehrfach Dünenverstärkungen durchgeführt. Am Übergang der Flachküste zur Stoltera sowie vor dem Hanse-Hotel wurden zwei Geotextildämme errichtet, da keine landseitige Dünenverstärkung möglich war. Insgesamt ist die Warnemünder Außenküste nun gut gesichert, nur Sandverluste infolge von Sturmfluten müssen periodisch durch Aufschüttung ausgeglichen werden (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern 2009).

Neben den Buhnenfeldern ist auch die Warnemünder Westmole, die etwa 280 m in die Ostsee reicht, für den Uferzuwachs insbesondere des östlichen Küstenabschnitts verantwortlich. Die Warnemünder Uferlinie hat sich seit 1661 um über 400 m nordwärts verschoben, und die Zuwachsraten nehmen in Richtung Gegenwart zu. Als Folge des Sedimentrückhaltes unterliegen die ostwärts der Warnowmündung gelegenen Küstenabschnitte verstärkter Abrasion (Niedermeyer et al. 2011).

Literatur

- Cepek, A.G. (1973) Zur stratigraphischen Interpretation des Quartärs der Stoltera bei Warnemünde.- Zeitschr. Geol. Wiss., 2: 1155-1171.
- Cordshagen, H. (1964) Der Küstenschutz in Mecklenburg. Seine Geschichte von den Anfängen bis zum Jahre 1945. Veröffentlichungen des Mecklenburgischen Landeshauptarchivs, Band III, Schwerin, 258 Seiten.

Lemke, W. (1998) Sedimentation und paläogeographische Entwicklung im westlichen Ostseeraum (Mecklenburger Bucht bis Arkonabecken) vom Ende der Weichselvereisung bis zur Litorinatransgression.- Meereswissenschaftliche Berichte, Institut für Ostseeforschung Warnemünde, Bd. 31, 156 Seiten.

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (2009) Regelwerk Küstenschutz Mecklenburg-Vorpommern.- Schwerin, 102 Seiten.

Niedermeyer, R.-O., Lampe, R., Janke, W., Schwarzer, K., Duphorn, K., Kliewe, H., Werner, F. (2011) Die deutsche Ostseeküste. Sammlung geologischer Führer, Band 105, Stuttgart (Borntraeger).

Strahl, U. (2009) Kliff der Stoltera westlich Warnemünde. In: Katzung, G. (Hrsg.) Geologie von Mecklenburg-Vorpommern, 302-306, Stuttgart (Schweizerbart).

Trampenau, T., Oumeraci, H. (2002) Wirksamkeit durchlässiger Buhnen. Teil I: Naturuntersuchungen.- HANSA 139 (5): 63-66.

Weiss, D. (1991) Einreihige Holzpfahlbuhnen im technischen Küstenschutz von Mecklenburg-Vorpommern.- Küste, 52: 205-224.

Notizen

