Brandenburg. geowiss. Beitr. Kleinmac	chnow 12 (2005), 1/2	S. 153-163	16 Abb., 4 Lit.
---------------------------------------	-----------------------------	------------	-----------------

Zur geomorphologischen Entwicklung Brandenburgs

About some aspects of the geomorphological development of Brandenburg

Fritz Brose

Die Oberflächengestalt Ostbrandenburgs wurde zum überwiegenden Teil vom Eis der letzten Inlandvereisung geprägt. Die glazitektonische Tiefenwirkung des Weichseleises in diesem Raum wurden jedoch bis in die jüngste Zeit oft überbewertet. Im Zusammenhang mit lagerstättengeologischen Untersuchungen und bei der geologischen Zuarbeit für archäologische Grabungen wurden für große Teile des Gebiets zwischen Mecklenburger und Brandenburger Randlage des Weichseleises morphogenetische Analysen erarbeitet. Der vorgelegte Ausschnitt dieser Arbeiten erfasst Teile des Berliner Urstromtals, die Lebuser Platte sowie Abschnitte des holozänen Odertals und des Oderbruchs (s. Abb. 1). Die den südwestlichen Teil des Kartenausschnittes dominierende Frankfurter Eisrandlage der Weichselvereisung markiert hier in ihrem Typusgebiet einen Rückschmelzhalt des Brandenburger Maximalvorstoßes der letzten Inlandvereisung. Dieser Eisrandhalt lehnt sich in großen Abschnitten an die morphologischen Hochbereiche älterer, saalezeitlicher glazigener Stauchungsbereiche an. Das Eis der Weichselkaltzeit wirkte während seines Rückschmelzprozesses an diesem Halt mit ganz wenigen Ausnahmen nicht stauchend. Dadurch ist die Rekonstruktion der Randlage zum Teil schwierig. In der Vergangenheit wurden sehr unterschiedliche Ausgrenzungen vorgenommen.

Zur Präzisierung des Randlagenverlaufs wurden daher neben den geologischen Oberflächenkarten im Maßstab 1:25 000 und partiellen Neukartierungen im gleichen Maßstab vor allem geologische Aufnahmen von Bohrungen und temporären Aufschlüssen über einen Zeitraum von mehr als 30 Jahren sowie morphologische Analysen, basierend auf 10 000er topographischen Karten, herangezogen. Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden zum großen Teil im Rahmen der geologischen Landesuntersuchung des LBGR gewonnen.

Die Schmelzwässer des abtauenden weichselkaltzeitlichen Inlandeises sammelten sich überwiegend subglazial in Rinnen, die häufig proglaziale Rinnensander bildeten. Für die während des Weichselglazials angelegten subglazialen Rinnen mit meist 200 bis 500 m Breite bei maximal 60 km Länge ist eine mehrphasige Entwicklung nachzuweisen (Brose 2000). Ihre Ausformung dauerte bis in das Holozän, wie z. B. an der Madlitzer Rinne und ihren Seitenzweigen aufgezeigt werden konnte (Schulz, Brose 2000). Hier verschachteln sich ältere, hochglaziale Formen und während der Austauphase

im ausgehenden Periglazial reaktivierte Rinnenteile, wie östlich des Madlitzer Sees deutlich zu erkennen ist.

Weitere Fakten zur mehrphasigen Rinnenentwicklung wurden u. a. in der Falkenhagener Rinne zwischen Lietzen und Falkenhagen an tiefen temporären Aufschlüssen gewonnen. In Abbildung 2 ist in einem stark schematisierten Profilschnitt die Vielfalt unterschiedlich alter Sedimentfolgen und Störungen dargestellt. Die Störungen resultieren einerseits aus glazigenen Einflüssen, andererseits in der Mehrzahl aus gravitativen Prozessen, ausgelöst durch die phasenhaft vertieften Einschnitte im Hauptbereich der Schmelzwasserrinne.

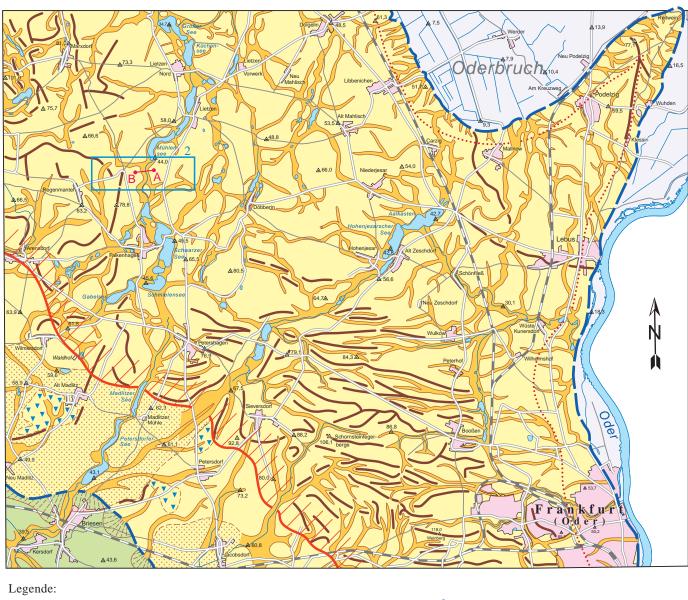
Die wegen der günstigen Aufschlussverhältnisse gut dokumentierten Belege einzelner Bildungsphasen werden im Folgenden vorgestellt.

Generell können im Gegensatz zu früheren Untersuchungsergebnissen statt fünf insgesamt sechs Entwicklungsphasen ausgehalten werden:

1. Phase: Anlage eisstrukturorientierter Entwässerungs-

Präglaziale Depressionen in der Landoberfläche und Spaltenstrukturen im Inlandeis waren die primären Entwicklungslinien subglazialer Entwässerung. Die Schmelzwässer sammelten sich auf, in und unter dem Inlandeis. Die subglaziale Abführung derselben erfolgte durch ± eisrandparallele Bahnen in Richtung eisrandgerichteter Sammler. Dabei waren sowohl Eisstrukturen als auch, wegen der geringen Tiefenwirkung des weichselkaltzeitlichen Inlandeises, die eemzeitliche Landoberfläche mitbestimmend für die Anlage der Entwässerungsbahnen.

Im Untersuchungsbereich steht beiderseits der Falkenhagener Rinne unter geringmächtiger Verwitterungsdecke Geschiebemergel der Saalekaltzeit an. Trotz intensiver saalekaltzeitlicher Stauchungen östlich und westlich des Untersuchungsgebiets war im Bereich der späteren Rinnenbildung nach geomorphologischen und stratigraphischen Analysen bereits vorweichselzeitlich eine Nord-Süd gerichtete Depression vorhanden. Dem entsprechen u. a. auch die intensiven Verwitterungserscheinungen an einem Frostspaltennetz im saaleglazialen Geschiebemergel, dessen in diesem Bereich noch ungestörte Oberfläche beiderseits in Richtung der Rinne geneigt ist. Abbildung 3 zeigt die Lagerungsverhältnisse des Geschiebemergels auf einem kurzen Trassenabschnitt westlich der Rinne. Auf den Abbildungen 4 und 5 sind so-



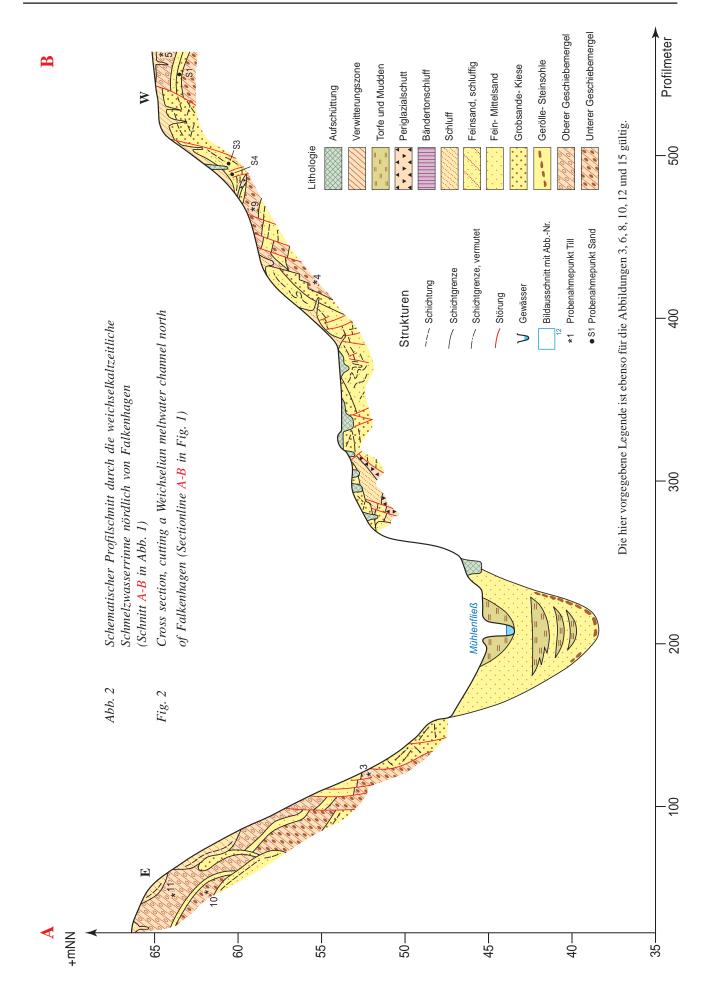
sub -und postalaziale morphologische Frankfurter Eisrandlage Entwässerungs-bahnen Hochflächenrand Oberflächengewässer Grundmoränen-flächen Toteisaustauflächen Holozän Urstromtal Schwemmkege Siedlungs-Straßen und primäre Reichweite Eisenbahnen Schnitt A - B Wege periglazialer Randzertalung

Abb. 1 Geomorphogenetische Karte von Ostbrandenburg im Maßstab 1: 100 000 (Ausschitt) Fig. 1 Geomorphogenetical map of eastern Brandenburg scale 1: 100 000 (Detail)

wohl die oben angegebene breite Verwitterungszone als auch der vermutlich äolische Eintrag an der ehemaligen Spaltenöffnung zu erkennen. Abbildung 5 dokumentiert zusätzlich den Sickereintrag von Verwitterungsprodukten durch eine vom ehemaligen Eiskeil im Geschiebemergel geschaffene Unstetigkeitsfläche in die unterlagernden Sande.

2. Phase: Ausformung der Rinnen

Vorwiegend glazifluviale Erosion im Wechsel mit ersten Akkumulationsprozessen unter dem Inlandeis des Brandenburger Vorstoßes der Weichselvereisung gestalteten die subglazialen Hauptabflussbahnen. Mit wachsender erosiver Eintiefung wurden ältere Sedimente und zum Teil erst im Zuge der Rinnenbildung akkumulierte Sedimentkörper wieder angeschnitten. Es kam zu ersten Rutschungen in Richtung Rinnentiefstes. Mit Abbildung 6 ist ein Ausschnitt staffelförmiger Rutschungen saalekaltzeitlicher Schichtpakete skizziert. Der im Ausschnitt belegte vertikale Versatzbetrag ab alter Oberfläche beträgt insgesamt ca. 4 m. Einen Ausschnitt aus deren skizziertem Bereich dokumentiert die Abbildung 7. Der



Bildausschnitt mit dem Blick auf eine der Rutschflächen beträgt ca. 1,8 x 2,8 m.

Die Skizze der Lagerungsverhältnisse in Abbildung 8 zeigt u. a. die in Phase 2 einzuordnende Rutschung einer saale-kaltzeitlichen Geschiebemergelscholle am Osthang der Rinne. Auf der abgerutschten Scholle wurden verschiedenkörnige glazifluviatile Sedimente, den jeweiligen Strömungsverhältnissen entsprechend akkumuliert. Diese sind durch Setzungsstrukturen und weitere, durch Unterschneidungen verursachte Rutschungen gestört. Darüber lagern gröbere, ungestörte glazifluviatile Sedimente, die von einer vorgeschichtlich angelegten Grube angeschnitten sind.

Auf dem Foto der Abbildung 9 ist der stehengebliebene Teil des Geschiebemergels zu erkennen.

3. Phase: Plombierung der Rinnen

Mit dem weiteren Eisvorstoß bis zur ca. 60 km südlich des Untersuchungsgebiets gelegenen Maximalausdehnung des Weichseleisrands wurden die offenen Rinnenteile teilweise durch Toteis plombiert. Während der Plombierung kam es zu keinen relevanten Änderungen an den rinnenbegrenzenden Sedimentkörpern, so dass diese Phase ohne materielle Spuren blieb.

Bis zum relativ schnell einsetzenden Rückschmelzen des Eises stagnierte die Rinnenentwicklung. Erst die durch das spätere Austauen der plombierenden Rinnentoteiskörper entstehenden Hohlformen dokumentieren in Form von Rinnenseenketten diese Phase (Abb. 1).

4. Phase: Wiederbelebung der Rinnen mit einsetzendem Eisrückzug

Subphase 4.1: Akkumulation von Schmelzwassersedimenten und seitlicher Eintrag periglazialer Sedimente

Aus dem rückschmelzenden Inlandeis austretende Schmelzwässer nutzten die im Vorland als flache Depressionen erhaltenen, mit Eis und Sedimenten erfüllten Rinnen als Abflussbahnen. In den Randbereichen ist der Eintrag periglazialer Schuttmassen mit zunehmend äolischem Anteil zu verzeichnen. In Abbildung 10 ist der ältere Teil einer in dieser Zeit akkumulierten Schichtenfolge skizziert. Der aufgeschlossene Teil der Sedimentserie beginnt mit ungestört erhaltenen, horizontal abgelagerten glazilimnischen Schluffen, die kontinuierlich mit zunehmend feinsandigen Sedimenten überdeckt sind. Kryoturbate Überprägungen in den Sedimenten belegen periglazialen Einfluss während des Akkumulationszeitraums. Danach folgen, durch mehrere Erosionsdiskordanzen geschnitten, glazifluviatile sandig-kiesige Sedimentserien. Ein Teil der periglazial überprägten schluffigen Feinsandserie ist in Abbildung 11 dargestellt.

Subphase 4.2: Vertiefung der Rinnen im Wechsel von Erosion und Akkumulation, verbunden mit unterschneidungsbedingten Rutschungen

Der Durchfluss der Schmelzwässer bewirkte im Verein mit der zunehmenden Erwärmung ein beschleunigtes Austauen der Rinnentoteisreste und damit eine Eintiefung des Rinnenbodens. Eine Schichtenfolge aus dem Westhang der Rinne mit Schichtstörungen aus unterschiedlichen Bildungsphasen ist in Abbildung 12 skizziert. Saalekaltzeitlich akkumulierte Feinsande, im äußersten östlichen Teil der Skizze dargestellt, wurden in Phase 2 erosiv angeschnitten, periglazial überprägt und mit weichselkaltzeitlichen Rinnensedimenten überdeckt. In Subphase 4.1 erfolgte ein weiterer Anschnitt mit anschließender periglazialer Überlagerung mit zunehmend äolischem Anteil (westlicher Bildteil).

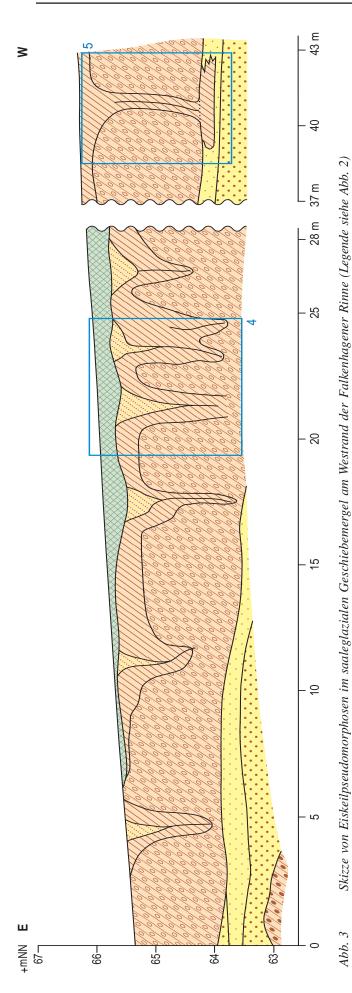
Bei weiterer Eintiefung des links vom Bildrand gelegenen Rinnentiefsten traten mehrfach staffelförmige Rutschungen von Sedimentpaketen in Richtung der Unterschneidungen auf. Jüngste kreuzgeschichtete Schmelzwassersande mit wenigen Setzungsstörungen der Phase 4.2 schließen hier die glazigene Sedimentfolge ab. Von oben sind die Ablagerungen noch durch anthropogene Grabungsspuren eines slawischen Burgwalls gestört.

Einen Teil der beschriebenen Schichtenfolge zeigt die Abbildung 13. Saalekaltzeitlich akkumulierte Feinsande sind in Phase 2 erosiv angeschnitten. In einer ca. 0,15 m breiten Zone sind diese Sande unter weitgehender Strukturerhaltung versetzt und abgerutscht. Ursprünglich darüber horizontal abgelagerte weichselkaltzeitliche Bändertonschluffe sind unter periglazialen Bedingungen verwürgt und Richtung des erosiven Einschnitts bewegt worden. Es folgt eine etwa 0,35 m mächtige Schicht periglazial gebildeten gröberen, unsortierten Hangsediments mit einer abdeckenden Geröllsohle. Darüber lagern eingewehte gleichkörnige, ungeschichtete Feinsande der Subphase 4.1 (Bildmitte links).

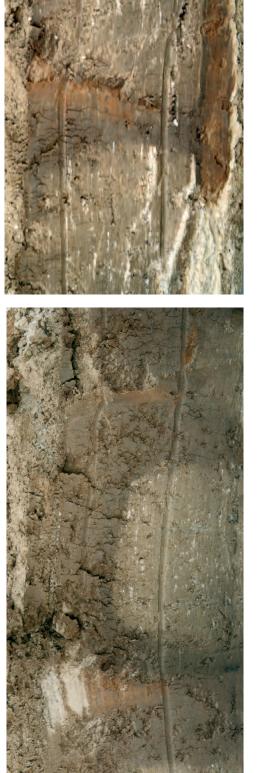
Im östlichen Teil der Skizze, ausschnittweise in der Abbildung 14 fotodokumentiert, ist ein Teil der vorstehend beschriebenen Schichtenfolge wiederzuerkennen. Im untersten Teil des freigelegten Komplexes sind westlich der Störungen die unter periglazialen Bedingungen entstandenen Hangsedimente mit breitem Kornspektrum vom Schluff bis zum Feinkies über älteren Feinsanden aufgeschlossen. Darüber lagern geschichtete glazifluviatile Sande, die wiederum von äolisch gebildeten Feinsanden mit eingeschalteten glazifluviatilen Fein- bis Grobsandschichten überlagert werden. Östlich der Verwerfung, das heißt in der linken Bildhälfte wiederholt sich diese Schichtenfolge mit einem Versatzbetrag von 1,6 m aus Subphase 4.2. Die nach oben auffächernde Störung wird erosiv abgeschnitten und von ungestörten groben Schmelzwassersedimenten überlagert.

5. Phase: Vollständiges Austauen der Eisplomben

Das mit dem Verschwinden des Permafrostes verbundene vollständige Austauen des Rinnentoteises führte zur rapiden Senkung des Wasserspiegels und zur Bildung meist grundwassergespeister Rinnenseen mit wechselnder Durchströmung. Höhergelegene wasserführende Mäander in den Rinnen wurden unterschnitten (Brose 2000, S. 97) und fielen trocken. Die tiefergelegene Erosionsbasis führte zur kurzzeitigen Reaktivierung von Seitenarmen (z. B. Abb. 1, linker unterer Kartenteil südlich der Madlitzer Mühle) und zur Bildung bzw. Tieferlegung einer Geröllsohle an der Basis der Rinne. Die Abbildung 15 skizziert die maximale Eintiefung und die holozäne Sedimentfolge der letzten Rinnenfüllung der Phase 6.



Sketch of ice wedge casts in Saalian till on the western slope of channel (legend see Fig. 2)



Im unterschiedlichen Winkel geschnittene Eiskeilpseudomorphosen (Bildhöhe ca. 2,5 m) Frost wedge cast, crossed in different angles (Height about 2,5 m) Abb. 4

Abb. 5 Vom Eiskeil durchdrungener geringmächtiger Geschiebemergel Fig. 5 Ice wedge cast cutting Saalian till

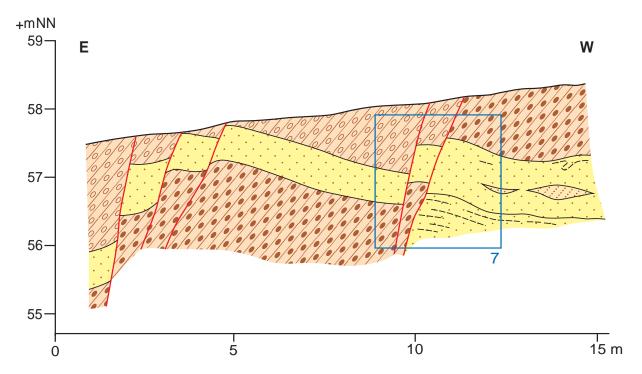


Abb. 6
Skizze von Abrutschungserscheinungen an saalekaltzeitlichen Schichtpaketen. Erfasster vertikaler Versatzbetrag ca. 4 m
Fig. 6
Sketch of Saalian sediments with landslides (vertical distance about 4 m)

(Legende siehe Abb. 2) (legend see Fig. 2)

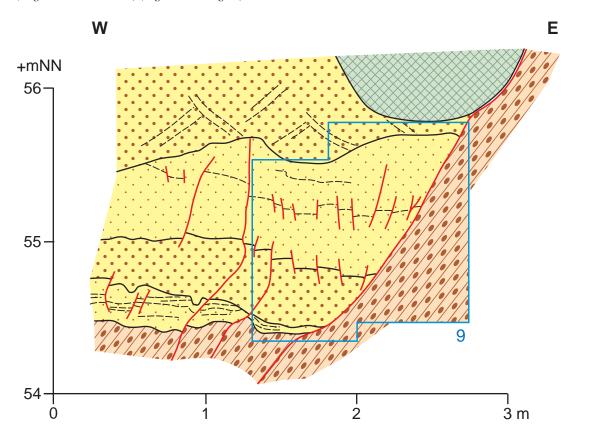


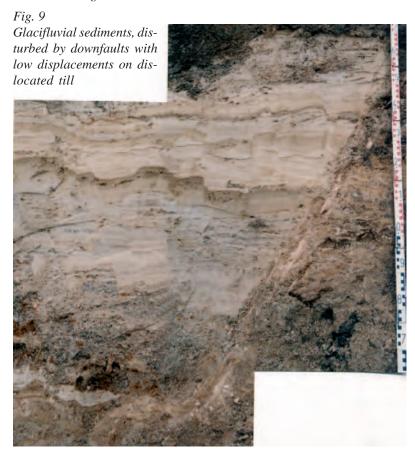
Abb. 8 Skizze subglazial gebildeter glazifluviatiler Sedimente auf abgerutschter Geschiebemergelscholle Fig. 8 Sketch of subglacial glacifluvial sediments covering dislocated till



Abb. 7 Rutschungen saalekaltzeitlicher Sedimente in Richtung der links vom Foto gelegenen Rinne (Bildhöhe etwa 2 m) Fig. 7

Fault with displacements of Saalian sediments in direction of the channel left of the photo (Hight about $2\,m$)

Abb. 9 Glazifluviatile Sedimente mit Setzungsstörungen auf Geschiebemergelscholle



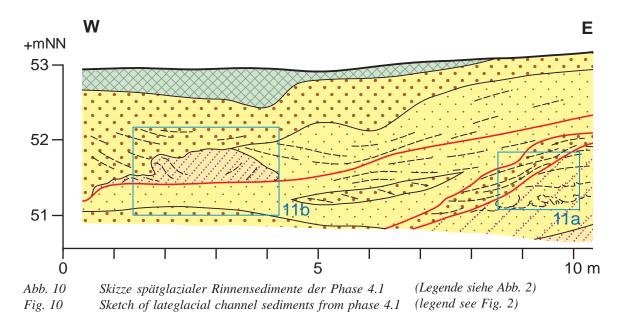
6. Phase: Holozäne Füllung der weichselglazial angelegten Rinnen

Episodischer seitlicher Sedimenteintrag, zunehmend von anthropogenen Einflüssen geprägt sowie die Verlandung von wassergefüllten Rinnenteilen charakterisieren die letzte Entwicklungsphase. Bis zu mehr als 16 m mächtige holozäne Sedimente wurden nachgewiesen (Schulz & Brose, 2000, S. 102 ff.). Die Abbildung 16 zeigt einen Teil der Wechselfolge von Feinsanden, Mudden und Torfen aus der holozänen Sedimentserie. Der laterale Sedimenteintrag erfolgte dabei von Osten, der linken Bildseite.

Selten wurden im Typusbereich der Frankfurter Randlage Flächensander mit größeren Toteisfeldern angelegt wie z. B. um den Madlitzer und Petersdorfer See. Zwei Typen von Schmelzwasserabflusswegen charakterisieren das Rückland der Frankfurter Eisrandlage. Dominierend sind die vorgenannten langzeitig wirksamen subglazialen Sammler.

Der zweite Typ ist flächenhaft verbreitet: Die im Zuge des Eiszerfalls anfallenden Schmelzwässer folgten dem subglazialen Relief, zeichneten gleichsam die alte Landoberfläche nach und sammelten sich erst dann in den altangelegten großen Rinnen. Auf den entstehenden flachgewellten Grundmoränenflächen entwickelte sich dadurch ein aderartig verzweigtes Entwässerungsnetz (siehe nördliche Kartenhälfte), im Bereich der saaleglazial angelegten Stauchungsgebiete zeichneten die Abflusswege der Schmelzwässer die glazitektonisch vorgegebenen älteren Strukturen nach. Deutlich ist dieser Entwässerungsmechanismus im Stauchungsgebiet zwischen Frankfurt (Oder) und Petershagen zu erkennen. Diese Entwicklung belegt, dass die eemzeitliche Landoberfläche durch das geringmächtige Weichseleis nur noch geringfügig modifiziert wurde. Die durchschnittlichen nachweisbaren Einwirkungstiefen des Eises auf den Lockergesteinsuntergrund betrugen etwa 1,5 m.

Nach dem Eisabbau, noch unter periglazialen Bedingungen entstand eine besondere Form der Hochflächenrandzertalung zur Oderniederung. Es handelt sich um kurze, durchschnittlich ein- bis zweitausend Meter lange Einschnitte mit starkem Gefälle, hier sichtbar im östlichen und nordöstlichen Kartenteil. Umfangreiche geologische Untersuchungen belegen, dass diese Einschnitte sich häufig unter die holozänen Auesedimente bis auf ein Niveau der maximalen Eintiefung der Uroder an der Wende vom Pleistozän zum Holozän



8.

Abb. 11a

Abb. 11a, b Fotodokumentation von Teilen der skizzierten Rinnenfüllung Fig. 11a, b

Photos of parts of the channel sediments



Abb. 11b

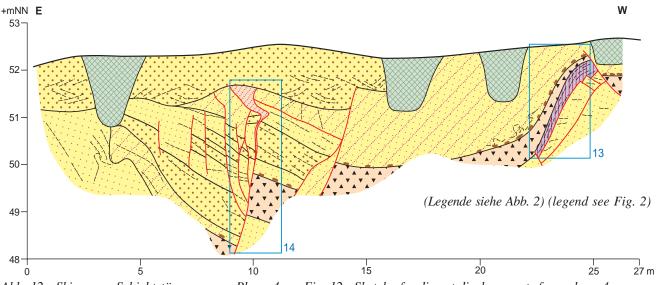
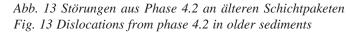


Abb. 12 Skizze von Schichtstörungen aus Phase 4 Fi

Fig. 12 Sketch of sediment displacements from phase 4



Abb. 14 Jüngere Schichtstörungen aus Phase 4.2 Fig. 14 Younger dislocations from phase 4.2





Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge 1/2-2005

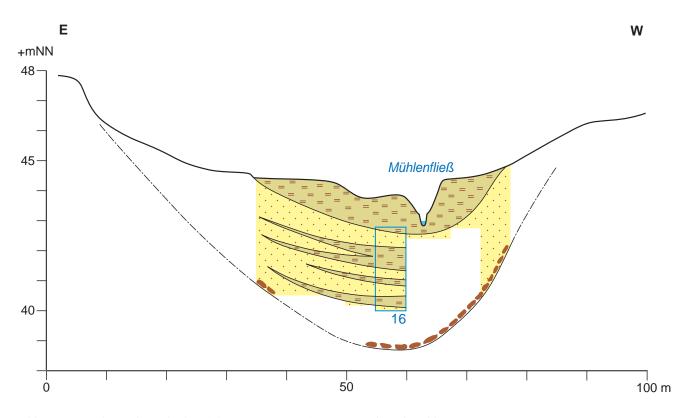


Abb. 15 Skizze der Schichtenfolge im Rinnentiefsten (Legende siehe Abb. 2)
Fig. 15 Sketch of the sedimentsequence in the deepest part of channel (legend see Fig. 2)



Abb. 16 Ein Teil der jüngsten holozänen Sedimentfolge (Länge des Maßstabes 2 m) Fig. 16 A part of the youngest Holocene deposits (Length of the scale 2 m)

hinabziehen. Diese Eintiefung basiert auf einer kurzfristig tiefliegenden Erosionsbasis, deren tiefster Punkt von Kolp (1983) nordöstlich von Bornholm mit -80 m NN bestimmt wurde. Infolge der hohen Niveaudifferenzen und der unter periglazialen Bedingungen in Teilen des Einzugsgebietes anfallenden großen Wassermengen bildete sich durch rasche rückwärtsschreitende Erosion ein steiles Gefälle heraus. Zur Maximaleintiefung gehörende Gefällepunkte wurden bei Gartz mit > -50 m NN, bei Stolpe > -45 m NN, bei Oderberg mit > -30 m NN, im mittleren Oderbruch um -20 m NN, nördlich von Frankfurt (Oder) bei ± 0 m NN sowie östlich von Ziltendorf bei +9 m NN nachgewiesen. In Höhe der heutigen Einmündung der Lausitzer Neiße in die Oder endet dieses Gefälle zwischen älteren, weniger stark geneigten Terrassen. Dort, wo diese Tiefenrinne der Uroder nahe den begrenzenden Hochflächen verlief, entstanden vorgenannte Einschnitte, die, in bestimmten Phasen des Holozäns teilweise reaktiviert, heute zumeist als Trockentäler erhalten sind.

Wo diese Randtäler durch die schnelle rückwärtsschreitende Erosion das postglaziale Entwässerungsnetz der Hochfläche anzapften (z. B. vom Odertalrand bis Wüste Kunersdorf und Schönfließ) vergrößerte sich das jeweilige Einzugsgebiet immens und wesentlich größere Wassermassen wurden durch ein ursprünglich kleines Tal zum Hauptvorfluter abgeführt.

Im vorgestellten Ausschnitt präzisiert die geomorphogenetische Kartierung den Verlauf des Eisrandhalts der Frankfurter Randlage, veranschaulicht das postglaziale primäre Entwässerungsnetz und bestätigt indirekt einmal mehr die relativ geringe Mächtigkeit und das schnelle Rückschmelzen des weichselglazialen Inlandeises.

Zusammenfassung

An einem Kartenausschnitt, der auch den Typusbereich der Frankfurter Eisrandlage des Weichselglazials erfasst, wird die geomorphogenetische Karte Ostbrandenburgs vorgestellt. Neue, an temporären Aufschlüssen bei einer Rinnenquerung durch einen Gasleitungsgraben gewonnene Fakten ergänzen die Kenntnisse zur Genese weichselkaltzeitlicher subglazialer Rinnen. Bisherige Vorstellungen zur Dynamik des weichselkaltzeitlichen Inlandeises werden durch die Faktenanalyse bestätigt und vertieft.

Summary

The geomorphogenetic map of east Brandenburg is presented by a map detail which includes the type area of the "Frankfurter Eisrandlage" of the Weichselian glaciation. New data gained on temporary exposure of a channel by a gaspipeline trench complete the knowledge of the genesis of Weichselian subglacial channels. Previous ideas of Weichselian inlandice were affirmed and deepened by the analysis of the data.

Literatur

Brose, F. (2000): Die Schlaubetalrinne. - In: Schroeder, J. H. & F. Brose (Hrsg.): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg, Nr. 7: Frankfurt (Oder)-Eisenhüttenstadt, S. 97-101, Berlin

Kolp, O. (1983): Die schrittweise Verlagerung der Odermündung von der Bornholmmulde bis in die Oderbucht infolge holozäner Wasserstandsänderungen im südlichen Ostseeraum. - Peterm. geogr. Mitt. 127, 2, S. 73-87, Gotha

SCHULZ, R. (1998): Zählungen der Kleingeschiebe, Bericht vom 19.05.1998. - LGRB, Außenstelle Frankfurt (Oder) (unveröff.)

Schulz, J. & F. Brose (2000): Die Kersdorfer Rinne. - In: Schroeder, J. H. & F. Brose (Hrsg.): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg, Nr. 7: Frankfurt (Oder)-Eisenhüttenstadt, S. 102-108, Berlin

Anschrift des Autors:

Dr. habil. Fritz Brose Machnower Straße 39 A 14165 Berlin