
Klassifikation und Aufbau ausgewählter Vorkommen glazilimnischer Sedimente nördlich der Pommerschen Eisrandlage im brandenburgischen Abschnitt der Erdgasfernleitung OPAL

Olaf Juschus [Berlin], Norbert Schlaak [Cottbus]

1. Einführung

Die Ostsee-Pipeline-Anbindungsleitung (OPAL) verläuft über 470 km von Lubmin bei Greifswald bis nach Olbernhau an der deutsch-tschechischen Grenze (vgl. HÖHLSCHEN 2011). 270 km der Leitung durchziehen von Nord nach Süd das östliche Brandenburg (Abb. 1). Die Pipeline mit einem Durchmesser von 1,40 m wurde im brandenburgischen Abschnitt zwischen April 2010 und April 2011 verlegt. Im Zuge des Leitungsbaus wurde ein nahezu kontinuierlicher Aufschluss von 2,5 bis 3,5 m Tiefe geschaffen, der einmalige Einblicke in die oberflächennah anstehenden Ablagerungen bot. Ein erster, zusammenfassender Überblick der Ergebnisse wurde für Brandenburg von JUSCHUS et al. 2011 gegeben, für den nördlich angrenzenden Abschnitt Vorpommerns von BÖRNER et al. 2011.

Der folgende Artikel konzentriert sich auf die glazilimnischen Ablagerungen zwischen der nördlichen Landesgrenze Brandenburgs und der Pommerschen Eisrandlage bei Oderberg. In der Literatur wurden bisher vor allem die Staubeckensedimente in unmittelbarer Nähe der Pommerschen Eisrandlage beschrieben (BESCHOREN 1934, SCHIRMEISTER 1999). Weiter nördlich liegende Vorkommen sind zwar in den geologischen Kartenwerken verzeichnet (GK 1:25.000, LKQ, GÜK 300); nähere Untersuchungen zu ihrem Aufbau liegen jedoch bisher nicht vor.

2. Allgemeiner Überblick über den Trassenaufschluss nördlich der Pommerschen Eisrandlage

Nördlich der Pommerschen Eisrandlage verläuft die OPAL vor allem über ausgedehnte Grundmoränenflächen (vgl. JUSCHUS et al. 2011). So ist es wenig überraschend, dass der Grabenaufschluss entlang der Trasse von glazigenen Sedimenten, vor allem von Geschiebemergel (synonym: Till) dominiert wird. Im Trassenverlauf wurden einerseits längere Abschnitte angetroffen, bei denen der Till über weite Strecken massiv ausgebildet ist (Abb. 2); andererseits enthält er streckenweise zahlreiche Linsen sortierten Materials (Abb. 3). JUSCHUS et al. (2011) betonen eine Zweiteilung der Aufschlussverhältnisse. Während nördlich von Polßen außer dem Till nur kleinflächig andere Sedimente auftreten, kommen sie zwischen Polßen und Oderberg deutlich häufiger vor, auch wenn der Till weiterhin das dominierende Sediment ist. Neben den glazilimnischen Absätzen kommen dort wiederholt auch glazifluviale Sande vor. Weiterhin wurden im Rückland der Pommerschen Eisrandlage auf der Neuenhagener Oderinsel und nördlich von Oderberg auffällige Häufungen von Geschieben beobachtet. Im Trassenverlauf fehlt bei Altgietzen auf der Neuenhagener Insel die Pommersche Endmoräne; sie fiel jüngerer Erosion der im heutigen Oderbruch abfließenden Wässer zum Opfer.

Die Klassifikation der glazilimnischen Ablagerungen im Trassenaufschluss erfolgt aufgrund ihrer stratigraphischen Beziehung zum pommerschen Geschiebemergel: Staubeckensedimente wurden sowohl im Hangenden, innerhalb, als auch im Liegenden des Tills beobachtet.



Abb. 1: Geologisch-morphologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg. Der Verlauf der OPAL-Trasse in der Uckermark ist rot und im übrigen Brandenburg blau markiert.

3. Staubeckensedimente im Hangenden des Pommerschen Geschiebemergels

Staubeckensedimente im Hangenden des Geschiebemergels waren im Trassenaufschluss eine recht häufige Erscheinung. Kleine glazilimnische Becken mit weniger als 200 m lateraler Erstreckung fanden sich zwischen der Oderinsel und der nördlichen Landesgrenze regelmäßig. Ein größeres Becken wurde allerdings nur um Angermünde-Crussow aufgeschlossen.

3.1 Kleine Staubecken

Die kleinen Beckenräume überschreiten mit Ausnahme des etwa 200 m umfassenden Beckens an der Station Hohengüstow nirgends die laterale Ausdehnung von 100 m. Die Basis der glazilimni-



Abb. 2: Homogener, weitgehend ungeschichteter Till bei Prenzlau-Kleptow. Die erkennbaren Verfärbungen im Hangenden sind Reste der Bodenbildung (Bt-Horizont), die sonst weitgehend erodiert wurde (0431911, 5912284, alle Koordinatenangaben in UTM ETRS 89 Abschnitt 33 U).



Abb. 3: Deformierte und in Eisbewegungsrichtung ausgestreckte Kiessandlinsen im Till bei Parstein. Der umgebende Till ist inhomogen bzw. deutlich geschichtet. Süden (entspricht etwa der Eisbewegungsrichtung) ist rechts. Aufschlusshöhe ca. 3 m (0436084, 5866972).

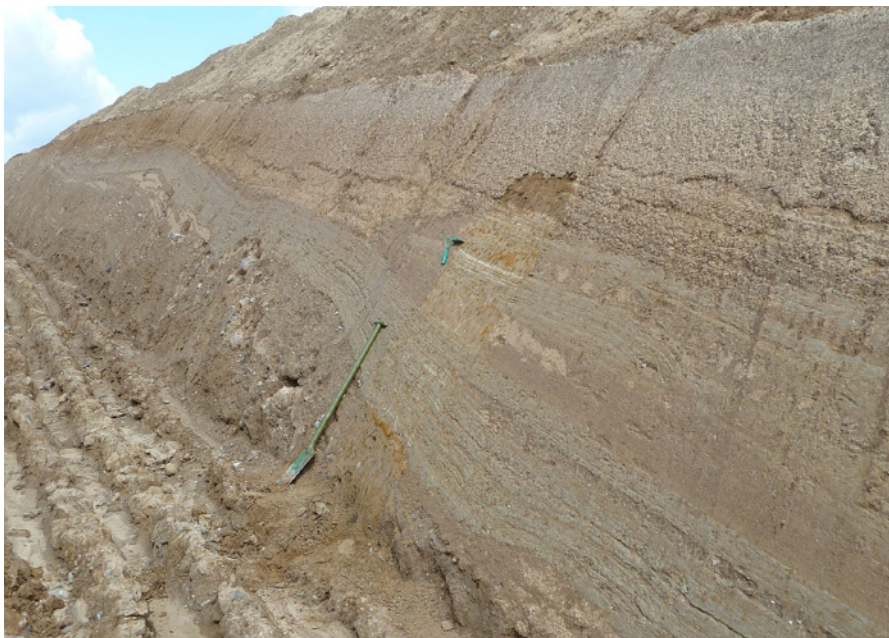


Abb. 4: Eisstauseesedimente (vorn), die von inhomogenem Till unterlagert werden (hinten). Der Till enthält sowohl Sandlinsen als auch Geschiebeanreicherungen. In die gut geschichteten Beckensedimente sind massive Sandlagen als Massenbewegungsablagerungen eingeschaltet. Bei Parsteinsee-Lüdersdorf (0436220, 5866605).

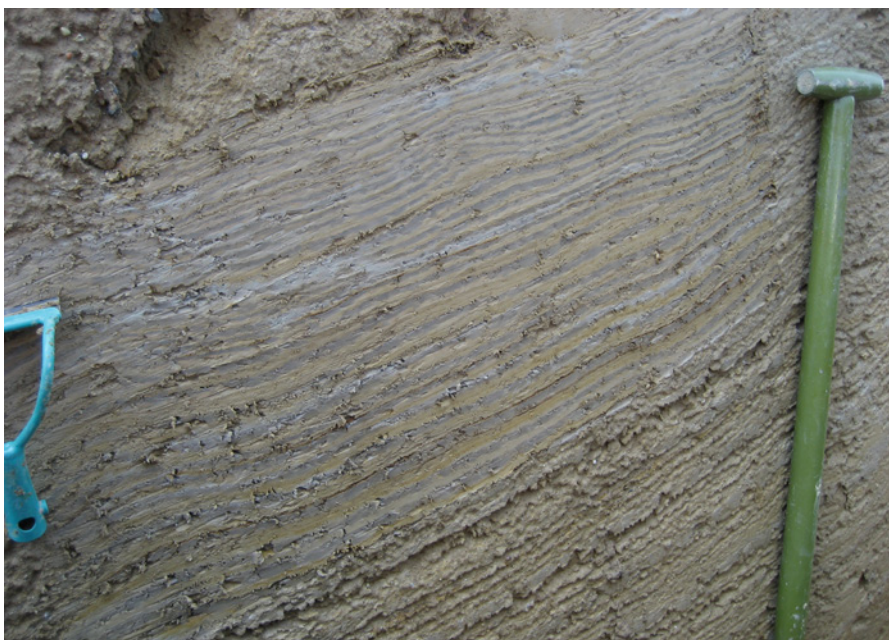


Abb. 5: Bändertone und -schluffe eines kleinen Eisstaubeckens bei Schenkenberg-Kleptow, östlich von Prenzlau. Die größeren Warven enthalten einen fühlbaren Feinsandanteil. Es wurden im Becken insgesamt 54 Warven gezählt (0432469, 5914361).

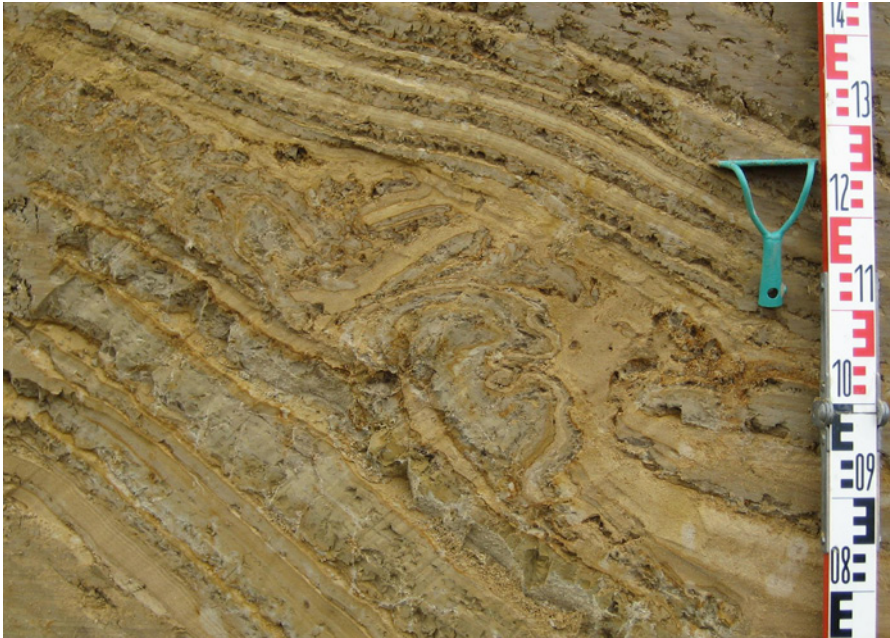


Abb. 6: Synsedimentäre Rutschungsfalte in Bänderschuffen bei Schönfeld-Klockow, nordöstlich von Prenzlau. Das Beckenzentrum befindet sich rechts (0433321, 5917032).



Abb. 7: Gut geschichtete Beckensedimente mit eingelagerten Ablagerungen von Massenbewegungen. Im unteren Teil ist eine massive Sandlage zu erkennen, im Zentrum enthält der massive bis undeutlich geschichtete Sand zahlreiche Linsen größerer Materials. Gleiches Becken wie in Abb. 4. Bei Parsteinsee-Lüdersdorf (0436220, 5866605).

schen Ablagerungen erreichte kleinräumig zwar die Grabensohle (ca. 3,5 m Tiefe), dennoch waren zum überwiegenden Teil die liegenden Ablagerungen aufgeschlossen. Meist lagen die Beckensedimente direkt dem Till auf. Es fanden sich aber wiederholt grobe, sandig-kiesige Zwischenmittel, die eine initiale glazifluviale Phase belegen. Anders als der sonst überwiegend homogene Till weist der Till im Liegenden der Beckensedimente überproportional oft Schichtungen und Inhomogenitäten auf, die je nach Situation als Ablagerungen eines stagnierenden Gletschers (meltout-till) oder als Deglaziationsedimente (flow-till) gedeutet werden (Abb. 4). Die pelagischen Ablagerungen der kleinen Becken bestehen zu großen Teilen aus gut geschichteten Warviten (Abb. 5). Die Korngröße umfasst nach den Geländebefunden vor allem den Ton- bis Schluffbereich. Auch wenn das feine Material für ruhige Sedimentationsverhältnisse spricht, waren die Becken eher instabil. Das belegen die regelmäßig in den pelagischen Sedimenten zu findenden Ablagerungen von Massenbewegungen. Sowohl verrutschte Warvite (Abb. 6) als auch von den Eisstauseeabsätzen deutlich zu trennende, recht grobe Sedimentkörper wurden vorgefunden. Meist handelte es sich um massive, ungeschichtete Sandlagen, die sich in die Warvite einschalten (Abb. 7). Die Sandlagen enthalten des öfteren Linsen noch gröberer Materials. Gradierte Lagen fehlen weitgehend. Die massiven Sande sprechen für ihre Ablagerung als verflüssigtes Material mit hoher Sedimentkonzentration (Dichteströme). Außer den syndimentären Deformationen treten in einigen, aber nicht in allen Becken postsedimentäre Abschiebungen auf, die auf das Nachsacken über ausschmelzenden Toteisblöcken zurückgeführt werden (Abb. 8). Als postsedimentär gelten weiterhin die periglazialen Deformationen der hangenden Sedimentserien. Tropfenböden und vergleichbare Verformungen wurden mehrfach angetroffen. Vereinzelt konnten auch Eiskeilpseudomorphosen dokumentiert werden (Abb. 9). Regelmäßig bilden glazilimnische Sedimente die Basis jüngerer, holozäner Sollfüllungen. Trotz der hier dargelegten allgemeinen Befunde wird der individuelle Charakter der einzelnen Vorkommen betont, so dass praktisch jedes Becken seine eigenen Besonderheiten aufweist.

3.2 Das Staubecken von Crussow

Die Beckenablagerungen von Angermünde-Crussow standen westlich des Dorfes über ca. 1,7 km an der Oberfläche an. Das Becken ist zum größten Teil mit schluffigen Sedimenten gefüllt, die direkt dem Till aufliegen. Der Geschiebemergel ist dort wechselnd massig oder geschichtet ausgebildet. Im Becken selbst kommen tonige Ablagerungen zwar vor, sie treten aber prozentual zurück. Sandige Sedimente schalten sich vor allem an den Beckenrändern ein. Die Schluffe der Beckenfüllung liegen zu großen Teilen in Warvenschichtung vor (Abb. 10). Sie erreichen bis zu 3 m Mächtigkeit. Bis zum hangenden, ungeschichteten Abschnitt konnten 80 Warven gezählt werden. Im Verlauf des Aufschlusses schwankt die Mächtigkeit der glazilimnischen Sedimente stark; mehrmals keilen sie aus, so dass dann inselartig der Geschiebemergel aus den Beckensedimenten herausragt. An einer dieser Inseln konnten Eiskontaktbildungen nachgewiesen werden (Abb. 11). Das Vorkommen von wahrscheinlich periglazial deformierten Schluffen, die diskordant von ungestörten Bänderschluffen überlagert werden, belegt eine mehrphasige Entwicklung des Beckens (Abb. 12). Dies war eventuell mit einem teilweisen oder vollständigen Trockenfallen des Sees verbunden. Für das paläogeographische Verständnis ist wichtig, dass am Nordrand des Beckens die glazilimnischen Sedimente auf ca. 400 m Aufschlusslänge von Till überlagert werden (Abb. 13). Die ursprüngliche Ausdehnung des Beckens betrug damit mindestens 2,1 km.

Auch im Crussower Becken zeigen die Aufschlüsse ineinander gleitende Schichtpakete, die Störungen im Sedimentationsgleichgewicht belegen. Abschiebungen im cm- bis dm-Bereich weisen auch hier auf eine lokale Sedimentation über Toteis hin. Zum Teil haben sich in den mit dem Austauen entstandenen Hohlformen kleinere Sölle entwickelt.

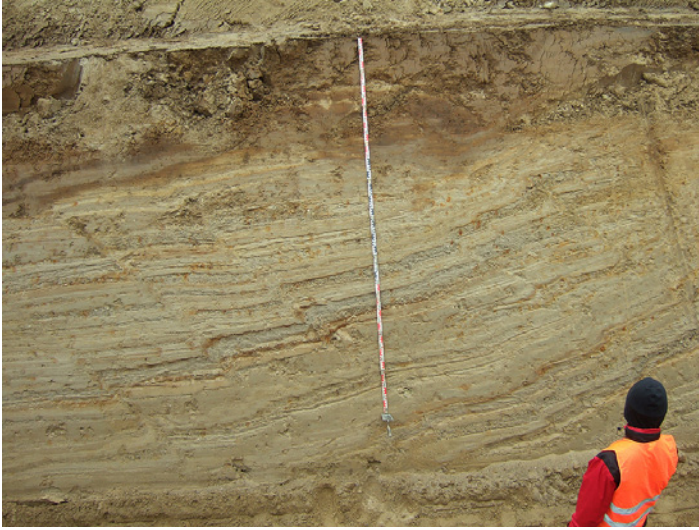


Abb. 8: Antithetische Abschiebungen in Sand-, Kies- und Schlufffolgen im Randbereich eines Beckens, die auf Sackungen beim Austauen von Toteis hinweisen. Bei Schönfeld, nordöstlich von Prenzlau (0433628, 5919491).

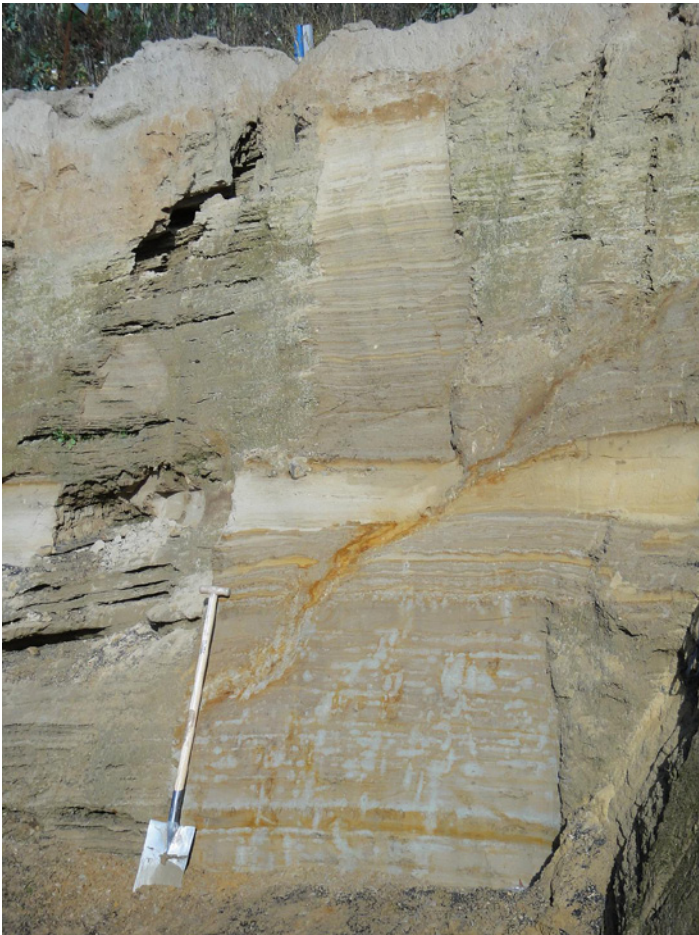


Abb. 9: Bändertone mit massiven Sandlagen (unten rötlich, mitte gelb) im Becken an der Station Uckerfelde-Hohengüstow. Knapp oberhalb des Spatenknaufs ist eine Sandlage mit Rippelschichtung erkennbar. Das Profil wird von einer Eiskeilpseudomorphose gestört. Die scheinbare Schrägstellung der Pseudomorphose ist anschnittsbedingt (0430829, 5898546).



Abb. 10: Drei Meter mächtige Bänderschlufl/-tonfolge über Geschiebemergel, westlich von Angermünde-Crussow (0437445, 5871712).



Abb. 11: Eiskontaktbildungen bei Crussow. Die auf den liegenden Till auslaufenden Lagen der feinsandig-schluffigen Beckensedimente belegen eine sukzessive Vergrößerung des Beckens, die als Folge des Eistrückschmelzens von links nach rechts gedeutet wird. Der Till (untere Aufschlusshälfte) ist undeutlich geschichtet (0437439, 5871662).



Abb. 12: Periglazial deformierte Beckensedimente werden diskordant von ungestörten Bänderschluffen überlagert. Bei Crussow (0437452, 5871720).



Abb. 13: Durch Gletscherszillation überfahrene und mit Till überdeckte glazilimnische Sedimente mit durchgehenden toteisbedingten Abschiebungen im Nordteil des Beckens, nordwestlich von Crussow (0437703, 5873503).



Abb. 14: Liegende Falte aus Schluffen, Mittel- sowie Feinsanden und einer kiesigen Lage innerhalb des Geschiebemergels. Süden (entspricht der Eisbewegungsrichtung) ist rechts. Links oberhalb der Falte eine weitere Linse aus deformiertem, jedoch größerem Material. Bei Klockow (0433456, 5918327).



Abb. 15: Weitgehend undeformierte Bändertone und -schluffe innerhalb des Geschiebemergels. Der Till ist sowohl im Liegenden als auch im Hangenden inhomogen und geschichtet. Bei Schenkenberg-Baumgarten, östlich von Prenzlau (0431686, 5911238).

4. Staubeckensedimente innerhalb des Pommerschen Geschiebemergels

Linien und Bänder sortierten Materials innerhalb des Geschiebemergels waren eine sehr häufige Erscheinung im Trassenaufschluss der Uckermark. Die Korngröße des Materials reichte von Geröllen bis hin zum Ton; meist aber handelte es sich um sandige Sedimente. Fast allen Linien war gemeinsam, dass das Material mehr oder weniger stark deformiert war. Das betraf auch die Linien mit glazilimnischen Sedimenten (Abb. 14). Der hohe Grad der Verformung ließ eine Rekonstruktion von Ablagerungsmilieus daher kaum zu.

Wenig oder nicht deformierte Ablagerungen innerhalb des Geschiebemergels wurden nur ganz vereinzelt beobachtet. Die hier vorgestellten Vorkommen von Prenzlau-Baumgarten und bei Uckerfelde-Hohengüstow sind mit einer Längserstreckung von unter 20 m sehr klein. Bei Baumgarten beschränkten sich die Sedimente auf 8 – 15 cm mächtige Bändertone und -schluffe innerhalb des Tills (Abb. 15). Für die geringe Vertikalausdehnung der Beckensedimente innerhalb des Tills sind die Ablagerungen erstaunlich wenig deformiert, so dass es sich beim Till hier um eine Ablagerung stagnierenden Eises (meltout-till) handeln dürfte.

Der Aufbau des Vorkommens bei Hohengüstow, wenige hundert Meter nördlich des Eisstaubeckens an der Station Hohengüstow, ist deutlich komplexer (Abb. 16). Die hier massigen oder nur undeutlich geschichteten Tone und Feinschluffe werden direkt von sehr groben, ungeschichteten Schmelzwasserkiesen und -geröllen überlagert, so dass ein genetischer Zusammenhang wahrscheinlich ist. Der umgebende Geschiebemergel ist hier gut geschichtet und wird ebenfalls als meltout-till gedeutet.

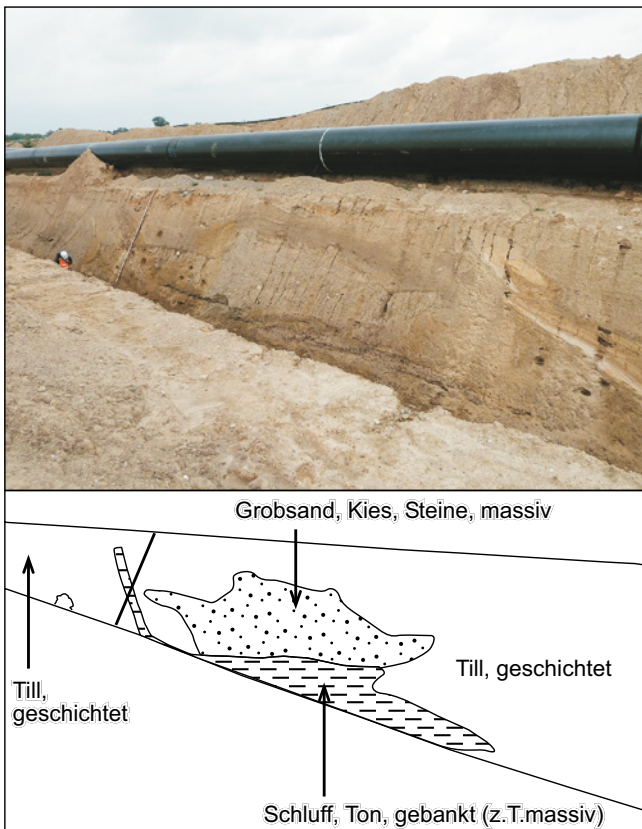


Abb. 16: Das sub- oder intraglaziale Becken nördlich von Hohengüstow. Weitere Erläuterungen im Text (0430744, 5899638).

5. Staubeckensedimente im Liegenden des Pommerschen Geschiebemergels

Im Aufschluss entlang der OPAL-Trasse wurden regelmäßig Staubeckensedimente unterhalb des Pommerschen Geschiebemergels beobachtet. Während es sich bei kleinräumigen und/oder stark deformierten Vorkommen an der Grabensohle sehr wahrscheinlich um Linsen innerhalb des hier mächtigen Tills handeln dürfte, werden die größeren, moderat bis nicht deformierten Vorkommen als den Till unterlagernde Vorkommen gedeutet. Sie prägen vor allem den Abschnitt vom Welsetal bei Mark Landin-Schönermark bis nach Pinnow, westlich von Schwedt.

Der hier geringmächtige, streckenweise auch komplett aussetzende Till (Abb. 17) ist in diesem Abschnitt sandig bis schluffig ausgebildet und damit tendenziell gröber als in den anderen Abschnitten der Uckermark. Er enthält zahlreiche Linsen des unterlagernden glazilimnischen Materials.

Im Liegenden des Geschiebemergels wurden hier hauptsächlich Feinsande und Grobschluffe angetroffen, Feinschluffe und Tone sind nur ganz vereinzelt abgelagert worden. Die glazilimnischen Sedimente in diesem Abschnitt zeigen Schichtungsstrukturen, die auf gering bis mäßig strömendes Wasser hinweisen, Warven fehlen weitgehend. Neben der Horizontal- und Schrägschichtung in Feinsanden (Abb. 18) wurden wiederholt Rippeln sowohl des Typs A als auch des superkritischen Typs B (nach ALLEN 1973) nachgewiesen (Abb. 19). Bei letzteren ist der Steigungswinkel der Rippen größer als der Anstiegswinkel der Luvseite. Sie sind typisch für sehr hohe Sedimentationsraten. Für eine hohe Schwebstoffbelastung des Wassers spricht auch das Vorkommen von gradierten Lagen, die als flutinduzierte Turbidite (Quasi-steady hyperpycnal turbidity currents nach MULDER & ALEXANDER 2001) gedeutet werden, wenn schwebstoffreiches Wasser in ein stehendes oder nur gering bewegtes Gewässer eingetragen wird (Abb. 19). Weiterhin konnte bei Pinnow auch ein geringmächtiger, inhomogener Till innerhalb der Beckensedimente beobachtet werden, der in seinen Eigenschaften weitgehend dem überlagernden Till gleicht (Abb. 20). Dies sowie das Vorhandensein von toteisbedingten Abschiebungen, die sowohl den Till als auch die Beckensedimente durchziehen, belegen eine enge genetische Beziehung der Beckensedimente mit dem überlagernden Geschiebemergel (Abb. 21). Die Beckensedimente lagern häufig konkordant zum Till, teilweise sind sie aber auch gering bis mäßig glazitektonisch deformiert (Abb. 17).

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass sich die ehemaligen Beckenräume der glazilimnischen Sedimentation heute in morphologischer Höhenlage befinden (Abb. 17, 18 und 20).

6. Diskussion und stratigraphische Stellung

Die vorgefundenen kleinen Becken im Hangenden des Geschiebemergels werden als subaerische, terminoglaziale bis proglaziale Becken (Klassifikation nach BRODZIKOWSKI & VAN LOON 1993) gedeutet. Sie waren wahrscheinlich nur kurzzeitig während der Deglaziation aktiv und fielen mit dem weiteren Eisrückschmelzen relativ rasch trocken.

Verglichen mit den kleinen Becken innerhalb der Grundmoräne ist die paläogeographische Situation des Crussower Beckens komplexer. Es befindet sich zwar innerhalb einer dort flachwelligen Grundmoränenlandschaft, dennoch ist sowohl östlich als auch westlich des Beckens die Angermünder Eisrandlage morphologisch und sedimentologisch deutlich ausgebildet. Sie fehlt aber im Bereich des Beckens. Ob der im Norden des Crussower Beckens dokumentierte Eisvorstoß der Angermünder Eisrandlage entspricht, ist zwar wahrscheinlich, kann aber aus den Aufschlussverhältnissen nicht zweifelsfrei geklärt werden. Auf alle Fälle grenzte dieses Becken sowohl an stagnierende Eiskörper als auch an das aktive Inlandeis im Norden. Es handelt sich um ein terminoglaziales Becken.

Bei den stark deformierten Vorkommen glazilimnischer Sedimente innerhalb des Geschiebemergels kann in den meisten Fällen nicht bestimmt werden, ob das glazilimnische Material vom



Abb. 17: Auskeilender Till (links) mit unterlagernden, moderat gestauchten glazilimnischen Sedimenten in Kuppenposition. Der Till ist inhomogen und gebankt. Bei den glazilimnischen Sedimenten handelt es sich um Feinsande und Grobschluffe. Die erkennbare Schichtung wird vor allem von einer Folge gradierter Lagen gebildet. Nördlich von Pinnow, westlich von Schwedt (0437646, 5881053).



Abb. 18: Zweiphasig abgelagerte glazilimnische Feinsande im Top-Bereich eines Hügels westlich von Schönermark (0436466, 5884097).



Abb. 19: Aufbau einer gradierten Lage (Turbidit). Die feinsandige Basis zeigt Rippelschichtung des superkritischen Typs B (nach ALLEN 1973). Der Top der Lage besteht aus zum Hangenden feiner werdenden, horizontalgeschichteten Schluffen. Nördlich von Pinnow (0437646, 5881053).



Abb. 20: Meist feinsandige glazilimnische Ablagerungen in morphologischer Hochlage nördlich von Pinnow. In den Feinsanden ist dunkel eine gestreckte Tillinse erkennbar. Beides wird von toteisbedingten Abschiebungen durchzogen. Im Hintergrund steht Till im Hangenden der Beckensedimente an. Die glazilimnischen Sedimente werden auch dort wiederholt aufgeschlossen (0437714, 5880977).



Abb. 21: Glazilimnische Feinsande als Vorschütt sediment, im Hangenden Geschiebemergel. Das gesamte Paket ist durch finales Austauen von Toteis gestört. Hügelkuppe westlich von Frauenhagen (0436400; 5884223).

Gletscher aus seinem Liegenden aufgenommen wurde oder ob es sich intra- bzw. subglazial abgelagert hat. Bei den nur gering deformierten Sedimenten von Prenzlau-Baumgarten und Uckerfelde-Hohengüstow sprechen die Befunde für sicher intra- bzw. subglaziale Verhältnisse. Besonderes Interesse verdient dabei das Vorkommen bei Hohengüstow, da die unmittelbare Überlagerung der Eisstausedimente mit groben Schmelzwasserkiesen und -geröllen dafür spricht, dass der Eistausee plötzlich entleert wurde, zum Beispiel durch einen Gletscherlauf.

Die sich im Liegenden des Tills befindenden glazilimnischen Sedimente können sowohl terminoglazialer (beim Eisvorstoß) als auch subglazialer Natur sein, wobei eine endgültige Entscheidung hier nicht gefällt werden kann. Für die Ablagerung unter dem Eis spricht vor allem die Position der Sedimente in morphologischer Hochlage, während die toteisbedingten Störungen eher auf terminoglaziale Ablagerungen hindeuten. Die Entstehung der Toteisblöcke ist dabei einem älteren Eisvorstoß zuzuordnen. Die Tilllinsen innerhalb der Staubeckensedimente sind für die genetische Einstufung nicht aussagekräftig, da sie sowohl terminoglazial als auch subglazial abgelagert werden können. In jedem Fall bilden die feinsandig-grobschluffigen Ablagerungen einen Übergang zwischen typischen glazilimnischen Becken und glazifluvialen Ablagerungen.

Danksagung

Die Autoren möchten sich auf diese Weise bei allen beteiligten Personen und Institutionen bedanken, die die Arbeit an diesem Artikel unterstützten. Das betrifft insbesondere die WINGAS GmbH & Co. KG, die die Arbeiten am Trassenaufschluss ermöglichte und im Falle der TU Berlin auch finanziell förderte. Für fachliche Hinweise und die kritische Durchsicht des Manuskripts bedanken wir uns bei Andreas Buddenbohm, Robert Bussert und Slawomir Kowalski.

Zusammenfassung

Beschrieben werden ausgewählte Vorkommen glazilimnischer Ablagerungen nördlich der Pommerschen Eisrandlage, die im Zuge des Baus der OPAL-Erdgasleitung bis an die nördliche Landesgrenze Brandenburgs aufgeschlossen waren. Die Gliederung erfolgt dabei nach der Stellung zum Pommerschen Geschiebemergel – im Hangenden, innerhalb oder im Liegenden. Während die erstgenannte Gruppe in zahlreichen Becken abgelagert wurde, konnten sicher intra- bis subglaziale Becken nur ganz vereinzelt beobachtet werden. Staubeckenablagerungen im Liegenden des Tills stehen vor allem zwischen Schönemark und Pinnow an. Die Sedimentarchitektur und die daraus abgeleitete Entwicklung der Becken ist äußerst variabel.

Literatur

- ALLEN, J.R.L. (1973): A classification of climbing-ripple cross-lamination. – *Jl. geol. Soc. Lond.* 129, S. 537–541, London.
- BESCHOREN, B (1934): Über iungdiluviale Staubeckentone zwischen Havel und Oder. – *Jb. Pr. geol. L.-A.* 55, S. 394–428, Berlin.
- BÖRNER, A., JANKE, W., LAMPE, R., LORENZ, S., OBST, K. & SCHÜTZE, K. (2011): Geowissenschaftliche Untersuchungen an der OPAL-Trasse in Mecklenburg-Vorpommern – Geländearbeiten und erste Ergebnisse. – *Brandenburg. geowiss. Beitr.* 18, 1/2, S. 9–28, Cottbus.
- BRODZIKOWSKI, K. & VAN LOON, A.J. (1991): Glacigenic Sediments. – *Dev. in Sedimentology* 49, 674 S., Amsterdam-Oxford-New York-Tokio.
- HÖHLSCHEN, M. (2011): Allgemeine Informationen zur Erdgasfernleitung OPAL (Ostsee-Pipeline-Anbindungs-Leitung) – Abschnitt Brandenburg. – *Brandenburg. geowiss. Beitr.* 18, 1/2, S. 3–8, Cottbus
- JUSCHUS, O., SCHLAAK, N., BAURIEGEL, A., KOWALSKI, S. & BUSSERT, R. (2011): Geologische und bodenkundliche Untersuchungen entlang der Erdgasleitung OPAL in Brandenburg – erste Ergebnisse. – *Brandenburg. geowiss. Beitr.* 18, 1/2, S. 29–70, Cottbus.
- MULDER, TH. & ALEXANDER, J. (2001): The physical character of subaqueous sedimentary density flows and their deposits. – *Sedimentology* 48, S. 269–299, Oxford.
- SCHIRRMEISTER, L. (1999): Glazilimnische Sedimente in Nordost-Brandenburg – Dokumente der pleistozänen Landschaftsgeschichte. – In: BÖRNER, A. & LÜPFERT, H. (Hrsg.): *Festschrift für Prof. B. Nitz zum 65. Geburtstag.* – *Arbeitsberichte des Geographischen Instituts der Humboldt-Universität zu Berlin* 38, S. 23–34, Berlin.

Anschriften der Autoren

DR. OLAF JUSCHUS, Technische Universität Berlin, Institut für Angewandte Geowissenschaften, Fachgebiet Explorationsgeologie, Ackerstraße 76, Sek. ACK 1-1, 13355 Berlin, E-Mail: olaf.juschus@kabelmail.de

DR. NORBERT SCHLAAK, Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe, Inselstr. 26, 03036 Cottbus, E-Mail: norbert.schlaak@lbg.brandenburg.de