

Fluviatile und glaziale Sedimentation während der Saalevereisung im Bereich des Niederlausitzer Grenzwalls, Tagebau Greifenhain

Mit 10 Abbildungen (davon 3 Beilagen), 4 Bildern und 5 Tabellen

SUSANNE LEOPOLD

Zusammenfassung: Südwestlich von Cottbus, im Bereich des Niederlausitzer Grenzwalls, liegt der Tagebau Greifenhain. Dieser in Rekultivierung stehende Tagebau weist eine bedeutungsvolle quartäre Schichtenfolge auf. Um diese kurz vor ihrem endgültigen Verschwinden zu dokumentieren und damit einen Beitrag zur Klärung der Lagerungsverhältnisse der saaleglazialen Schichtenfolge in diesem Raum zu liefern, wurde im sog. Sonderschwenk Woschkow an der West- und Südseite des Tagebaus eine Stoßkartierung durchgeführt. An zwei Profilen wurden lithologisch-sedimentologische und geochemische Untersuchungen unternommen.

Die saalezeitliche Schichtenfolge im Tagebau Greifenhain gliedert sich in fünf geologische Einheiten (Abb. 10), die direkt dem elsterzeitlichen geologischen Stockwerk aufliegen. Lagerungsstörungen fanden sich nur im Bereich des Fluviatils und der ersten Saalemoräne („Drenthe“). Die hangende Folge, die im wesentlichen den Kambereich des Niederlausitzer Grenzwalls aufbaut, zeigt keine nennenswerten Deformationen. Warmzeitliche Indikatoren waren innerhalb der untersuchten Folge nicht erkennbar.

Die Ergebnisse der hier vorgestellten saalezeitlichen Schichtenfolge lassen sich mit den bereits vorhandenen Ergebnissen von LIPPSTREU u. a. (1995), KÜHNER (2000) sowie LUCKERT & THIEKE (2000) konnektieren.

Schlüsselwörter: Drenthe, Fluviatil, Glazifluviatil, Glühverlust, Kornrundung, Quartär, Mineralbestand, Niederlausitzer Grenzwall, saalezeitlich, Warthe.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	61
2.	Methodik	63
3.	Profilbeschreibung und Untersuchungsergebnisse	63
3.1	Profil Greifenhain A (Fluviatil)	64
3.1.1	Beschreibung	64
3.1.2	Untersuchungsergebnisse	67
3.1.3	Schlußfolgerungen	70
3.2	Profil Greifenhain B (Glazifluviatil)	71
3.2.1	Beschreibung	72
3.2.2	Untersuchungsergebnisse	73
3.2.3	Schlußfolgerungen	75
3.3	Fluviatil und Glazifluviatil	77
3.3.1	Vergleich	77
3.3.2	Schlußfolgerungen	78
4.	Interpretation	79
5.	Danksagung	81
6.	Literatur	81

1. Einleitung

Die Förderung aus dem Tagebau Greifenhain begann im Jahr 1935. Nach der politischen Wende 1989 kam der Niedergang der Braunkohlenförderung, und am 30. Juni 1994 verließ der letzte Kohlezug den Tagebau Greifenhain. Im Herbst 1994 begannen die Sanierungsarbeiten, die zu einem Großteil 1997/98 abgeschlossen wurden. Die Flutung des Tagebaus wurde Ende Mai 1998

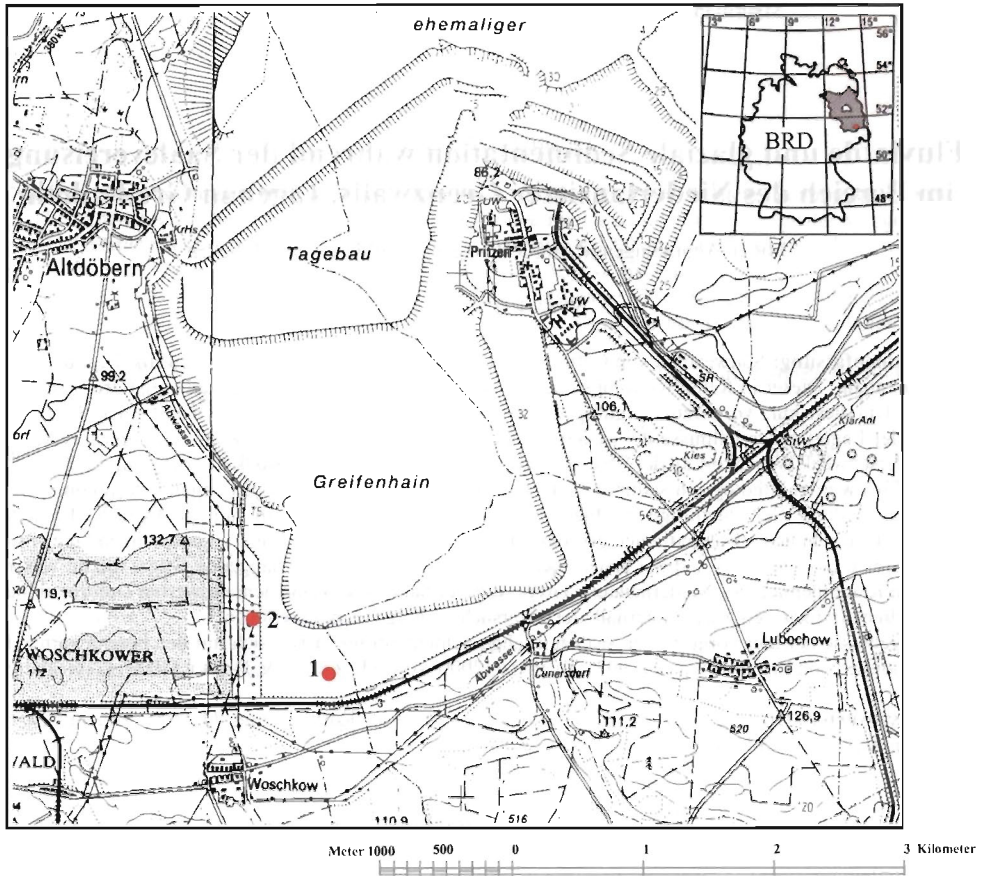


Abb. 1. Geographische Position der untersuchten Profile im Tagebau Greifenhain. Der Punkt 1 markiert die Lage des Profils Greifenhain A, der Punkt 2 die des Profils Greifenhain B.

eingeleitet. Es wird davon ausgegangen, daß der Wasserspiegel im Jahre 2015 seinen Endstand im Bereich des Saale-Frühglazials erreicht hat und im ehemaligen Niederlausitzer Tagebau Greifenhain ein riesiger Erholungssee entstanden sein wird.

Geologisch liegt der Tagebau Greifenhain zwischen dem Glogau-Baruther Urstromtal und dem Bremen-Magdeburg-Lausitz-Breslauer Urstromtal, im Gebiet des Niederlausitzer Grenzwall. Die geographische Lage ist der Abb. 1 zu entnehmen.

Der Tagebau erfaßt mit seinem nordwestlichen Abschnitt Teile des Altdöberner Beckens und erreicht im Süden den Niederlausitzer Grenzwall.

Das **Altdöberner Becken** stellt, wie auch das Jocksdorf-Forster Becken und das kleine Becken von Klinge, eine Erosionsform dar. Die Anlage des Beckens begann während der Zerfallsphase des jüngeren Saaleeises, seine Ausgestaltung erfolgte während des Eems und in der Weichsel-Kaltzeit (LIPPSTREU 1994). Im Altdöberner Becken stehen unter geringmächtigen periglaziären Bildungen stark deformierte elsterkaltzeitliche Ablagerungen an (LIPPSTREU 1994).

Der **Niederlausitzer Grenzwall** ist eine morphologische Hochfläche mit Höhen bis +155 m NN. Er wird vorwiegend aus schluffig-sandigen und sandig-kiesigen Hangsedimenten der Vorschüttbildungen des oberen Geschiebemergels aufgebaut. Darunter befinden sich bis 10 m mächtige Schmelzwasserkiese, die der Rückzugsphase der Eisvorstöße angehören. Im Kernbereich des Niederlausitzer Grenzwalls treten Reste älterer Vorschüttbildungen auf. Er ist kaum durch innere Deformationen geprägt (KÜHNER 2000).

Die hier z. T. ausführliche Beschreibung von Details mit Angaben zu Strukturen, Korngrößen usw. sind der Tatsache geschuldet, daß der Aufschluß bald der Beobachtung auf unabsehbare Zeit entzogen ist und daher in diesem Beitrag ein Bild von der Fülle eines fluviatil-glaziären Schichtenkomplexes festgehalten werden soll, das in den meisten, auf die großen Linien angelegten Publikationen aus verständlichen Gründen nicht dargeboten wird.

2. Methodik

Geländearbeiten und Probenahme

Es wurden zwei Vertikalprofile zur Bestimmung der Lagerung und zur Einordnung der geologischen Schichtenfolge freigelegt und vermessen. Nach der Freilegung erfolgte eine feinstratigraphische Aufnahme, bei der alle sedimentologischen Merkmale (Sedimentstrukturen, Mächtigkeit, Streichen, Fallen usw.) sowohl zeichnerisch als auch fotodokumentarisch festgehalten wurden. Anschließend wurden pro definierte Schicht (abhängig von der jeweiligen Mächtigkeit) 1–5 Proben nach lithologischen Gesichtspunkten zum Zweck weiterführender Untersuchungen entnommen.

Korngröße

Im Labor wurden ca. 500 g des Probenmaterials 48 Stunden bei 60°C getrocknet und anschließend ca. 250 g dieses Materials für geochemische und evtl. nachfolgende pollenanalytische Untersuchungen zurückgelegt. Die Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung erfolgte mittels Trockensiebung unter Verwendung des Siebsatzes 63 mm–<0,063 mm. Dabei wurden folgende Siebschnitte ausgewertet: <0,063 mm; 0,063–0,125 mm; 0,125–0,2 mm; 0,2–0,315 mm; 0,315–0,63 mm; 0,63–1 mm; 1–2 mm; 2–6,3 mm; 6,3–20 mm. Hierfür wurden 250 g des getrockneten Probenmaterials abgewogen, unter Verwendung der Analysete 20 der Firma Fritsch gesiebt und anschließend die gesiebten Einzelfractionen gewogen und deren prozentuale Anteile berechnet.

Kornrundung

Vor der Ermittlung des Rundungsgrades wurden die betreffenden Proben im Ultraschallbad gereinigt, wobei sie mit Aceton versetzt wurden. So konnten Beläge von z. B. Fe-Hydroxid entfernt werden. Dieser Vorgang wurde z. T. 3–4 mal wiederholt, ihm folgte das Trocknen der Proben in 30 Minuten bei ca. 80°C.

Zur Feststellung des Rundungsgrades wurde die Einzelfraktion 0,315–0,2 mm unter dem Auflichtmikroskop betrachtet. Um einen gewissen Objektivitätsgrad zu erreichen, wurde ein Bereich von jeweils 1 cm × 1 cm bei einer Vergrößerung von 1,25 betrachtet. Der Rundungsgrad wurde dann mit der Rundungsskala nach POWERS (1953), modifiziert von SHEPARD (1963), ermittelt.

Mineralbestand

Von 35 Proben wurde der Mineralbestand der Einzelfractionen <0,063 mm röntgenographisch bestimmt. Es erfolgte eine qualitative Phasenanalyse durch Auswertung der Lage und Höhe der Peaks.

Glühverlust

Der Glühverlust wurde in einem Muffelofen mit geeichtem Temperaturregler bestimmt. Hierbei wurde der Gewichtsverlust in drei Aufheizstufen erfaßt: 0°C bis 300°C, 300°C bis 600°C, 600°C bis 1000°C.

Bei 0°C bis 300°C kommt es zu einer Gewichtsreduktion infolge der Abgabe des Kristallschichtwassers der Tonminerale (Montmorillonit bei 100°C–200°C, Illit ab ca. 100°C). Bei 300°C bis 600°C erfolgt die Hauptoxidation der organischen Substanzen sowie die Hauptabgabe der Hydroxylionen (Kaolinit bei 530°C–680°C, Illit bei 350°C–600°C, Montmorillonit bei 520°C–720°C, Chlorit bei 500°C–550°C). Bei 600°C bis 1000°C tritt die thermische Zersetzung des Karbonats (ab ca. 750°C) ein. Hier muß noch der sog. „Verschmiereffekt“ infolge der weiteren Abgabe von Hydroxylwasser berücksichtigt werden.

Karbonatgehalt

Der Karbonatgehalt wurde nach der Methode von Scheibler & Klosa bestimmt. Hierbei wird die Menge an CO₂ gemessen, die nach Zugabe von HCl zum Material entsteht. Die Messung erfolgte über Drucksensoren.

3. Profilbeschreibung und Untersuchungsergebnisse

Die Profilaufnahme und die weiterführenden Untersuchungen im Tagebau Greifenhain waren im wesentlichen der saaleglazialen Schichtenfolge gewidmet. Die Abb. 2 zeigt ein von LIPPSTREU (1993) entwickeltes Übersichtsprofil der Quartärabfolge im Tagebau Greifenhain. In dieser Abbildung wurde die geologische Lage der Vertikalprofile vermerkt.

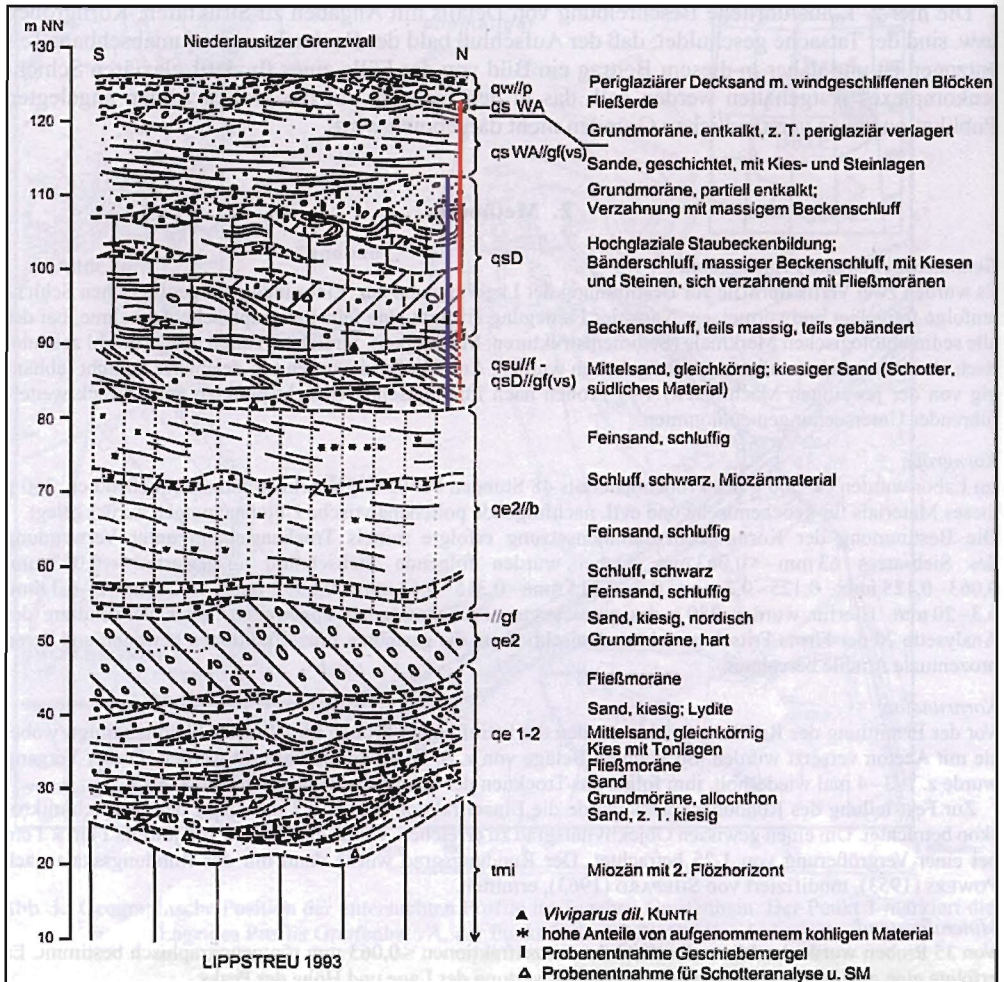


Abb. 2. Geologisches Übersichtsprofil der Quartärabfolge im Tagebau Greifenhain, Sonderschwenk Woschkow, Westrandböschung (Ausschnitt). Geologische Lage der bearbeiteten Vertikalprofile, blau – Profil Greifenhain A, rot – Profil Greifenhain B, (LIPPSTREU u. a. 1995, verändert durch LEOPOLD 2001).

3.1 Profil Greifenhain A (Fluviatil)

Das Profil A befindet sich an der Südwand des Tagebaus Greifenhain, unterhalb der Ortschaft Woschkow, im sogenannten Sonderschwenk Woschkow (Abb. 1). Es umfaßt im wesentlichen die fluviatile Abfolge und die erste Saalemoräne (Bild 1).

3.1.1 Beschreibung

Die Schichtenfolge des Profils A (Abb. 3 in der Beilage) beginnt bei ca. +82 m NN, endet bei ca. +107 m NN und weist somit eine Mächtigkeit von ca. 25 m auf. Im Bereich dieser ca. 25 m wurden 57 Proben mit einem durchschnittlichen Abstand von ca. 44 cm entnommen.

Auf Grund von makroskopischen Beobachtungen im Gelände, unterstützt durch Korngrößenanalyse der einzelnen Proben, läßt sich das Profil (von unten nach oben) in drei Hauptabschnitte (I–III) gliedern, wobei der erste in sechs Subabschnitte untergliedert werden kann:

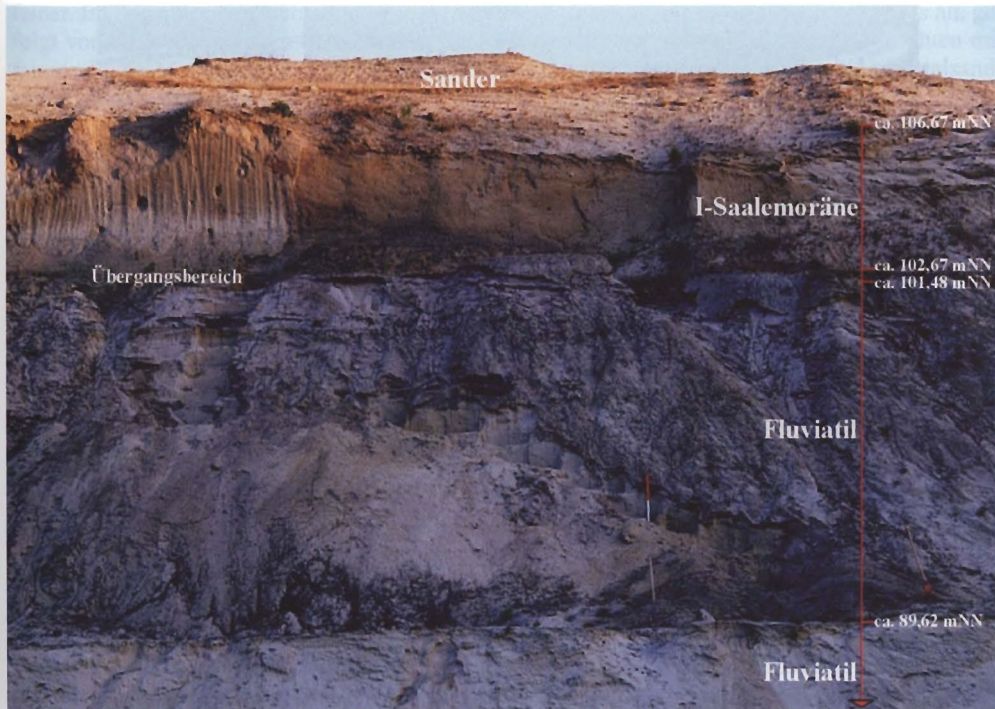


Bild 1. Übersicht über das Profil Greifenhain A.

fluviatile Abfolge – Subabschnitte **Ia–If₃**,
 Übergangsbereich – Abschnitt **II**,
 Saalegrundmoräne – Abschnitt **III**.

Fluviatile Abfolge (Subabschnitte **Ia–If₃**)

Die Schichtenfolge des ersten Hauptabschnittes weist eine Mächtigkeit von ca. 19,6 m auf und beginnt mit Sanden, die direkt der 2. Elstermoräne aufliegen. Der Abschnitt läßt sich nach rein lithologischen Merkmalen in sechs Subabschnitte gliedern.

Der untere Bereich, der Subabschnitt **Ia**, mit einer Mächtigkeit von ca. 4,5 m besteht aus grobsandigen Mittelsanden von gelblicher Farbe mit erhöhten Feinkiesanteilen an der Basis, in der Mitte und im oberen Teil. Oberhalb der Basis zeichnen braungraue Bänder von Fe-Hydroxyden die Schichtung nach.

Der Subabschnitt **Ia** zeigt eine gewisse Homogenität. Es sind zwei Schichtpakete mit nahezu horizontaler Schichtung zu erkennen, die eine fining-upwards-Sequenz aufweisen. Ein drittes Paket dieser Art läßt sich im Hangenden vermuten, wird aber von einem hellen graubraunen Feinsandpaket (Subabschnitt **Ib**) mit einer Mächtigkeit von ca. 50 cm abgeschnitten und überlagert.

Die Schichtenfolge des Subabschnittes **Ic** besteht zu ca. 29% aus hellgrauem Grobsand, zu ca. 28% aus Feinkies und zu ca. 27% aus Mittelsand. Der Feinkiesanteil kommt dabei hauptsächlich im Liegenden und der Mittelsandanteil vermehrt im Hangenden des Subabschnittes vor. Insgesamt weist dieser Subabschnitt eine Mächtigkeit von ca. 1,5 m auf und läßt leichte gelbliche Strukturen (sekundäre Fe-Hydroxydausfällung?) erkennen.

Die hellgrauen bis gelblichgrauen grobsandigen Mittelsande bilden im folgenden den Subabschnitt **Id**. Sie haben mit einer Mächtigkeit von ca. 8 m den größten Anteil am gesamten Profil. Wie bereits im Subabschnitt **Ic** sind auch hier farbliche Strukturen erkennbar, ein Spektrum, das von hellgrauen über gelblichgraue zu ockerfarbenen und braunen reicht. Desweiteren sind Kies-

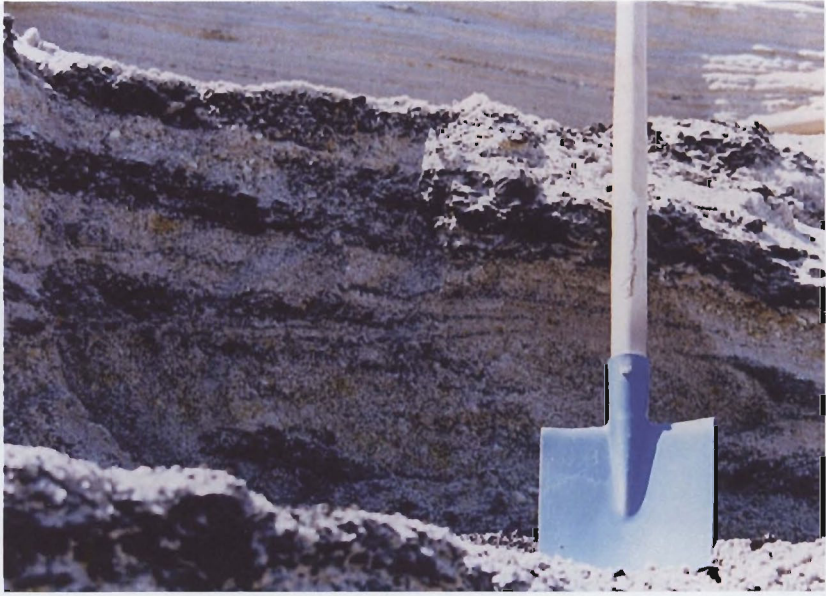


Bild 2. Braunkohle-Sand-Wechselagerung.

schlieren zu erkennen. Im Vergleich mit den Subabschnitten Ia und Ic kommt dieser vierte Subabschnitt strukturell einem homogenen und in der Korngrößenverteilung einer gleichmäßigen am nächsten.

Subabschnitt **Ic** und **Id** bilden zusammen ein weiteres Schichtpaket mit einer fining-upwards-Sequenz.

Wie schon in Subabschnitt **Id** ist auch in Subabschnitt **Ie** grobsandiger Mittelsand vorhanden. Dieser weist aber nicht die gleiche Kontinuität auf wie der vorhergehende. Der Subabschnitt **Ie** beginnt bei ca. +96,30 m NN mit einer ca. 1,40 m mächtigen hellgrauen mittelsandigen Grobsandschicht. Dieser Bereich hat eine leichte Schrägschichtung. Im Hangenden folgt ein ca. 60 cm mächtiger hellgrauer grobsandiger Mittelsand, der im unteren Teil nahezu horizontale Feinkieslagen und im mittleren Bereich Schluffumlagerungen sowie eine 15 cm mächtige Rinnenstruktur aufweist. Die Rinnenstruktur besteht aus hellgrauem Mittelsand, abgeschnitten wird sie von grobsandigem Mittelsand mit sehr vereinzelt Grobkiesen. Im Hangenden tritt bei ca. +98,50 m NN ein dunkelgraues Schluffband hervor. Im Bereich der letzten 20 cm des Subabschnittes **Ie** kommt es zu einem Farbwechsel von vormals hellgrau zu einem intensiven Gelb-Braun. Horizontal-schichtung überwiegt.

Der Subabschnitt **If** beginnt bei ca. +99,37 m NN und zeigt lithologisch vom Liegenden zum Hangenden eine Dreiteilung.

Im ersten Bereich (**If₁**) befindet sich eine Braunkohlen-Sand-Wechselagerung (Bild 2).

Diese beginnt mit einem ca. 1 cm mächtigen grobsandigen Mittelsand, gefolgt von vier Braunkohle-Sand-Wechseln, und weist eine Mächtigkeit von insgesamt ca. 69 cm auf. Der Sandanteil besteht durchgehend aus grobsandigem Mittelsand mit einem geringen Feinkiesanteil von ca. 14%. Abschließend folgt eine Wechselagerung von dünnen Kohlebändern mit Mittelsand. Es ist eine nahezu horizontale Schichtung der Lagen ausgeprägt.

Der zweite Bereich (**If₂**) beginnt bei ca. +100 m NN. Er baut sich aus hellgrauen Mittelsanden mit geringem Grob- und Feinsandanteil auf. Es sind ockergelbe Linsen, nahezu kreisrunde gelbe Flecken sowie organische Bänder zu erkennen. Dieser Bereich hat eine Mächtigkeit von ca. 94 cm.

Der dritte Bereich (**If₃**) wird von einer ca. 48 cm mächtigen hellgrauen Braunkohlen-Sand-Wechselagerung gebildet. Im Vergleich zur Braunkohlen-Sand-Wechselagerung des Bereiches **If₁** sind hier sowohl die Mächtigkeit der Braunkohleschichten vermindert als auch die Korngrößen

feiner. Im liegenden Teil steht eine ca. 20 cm mächtige Schicht grobsandigen Mittelsandes an, gefolgt von einer aus 7 Lagen bestehenden Wechsellagerung von dünnen Braunkohleschichten mit feinsandigem Mittelsand. Den Abschluß bildet eine ca. 17 cm mächtige feinsandige Mittelsandschicht. Auch in diesem Bereich sind zahlreiche sekundär verursachte gelbe Strukturen sichtbar.

Übergangsbereich, Fließerdekomplex (Abschnitt II)

Der Abschnitt II beginnt bei +101,48 m NN. Er wird im Mittel von einem mittelsandigen Feinsand mit einem Schluffanteil von 11,49% aufgebaut und weist eine Mächtigkeit von ca. 1,2 m auf.

Der untere Teil zeigt ein „rinnenartiges Chaos“ in Form eines sich einschneidenden Rinnensystems. Er beginnt mit einer ca. 19 cm mächtigen mittelgrauen mittelsandigen Feinsandschicht, welche einen Schluffanteil von ca. 19% hat. Diese ist durch eine im oberen Teil liegende Rinne beeinflusst.

Darüber folgt eine ca. 19–24 cm mächtige Schicht, welche im unteren Teil ein ca. 4–8 cm mächtiges dunkelgraues Schluffpaket aufweist. Über diesem befindet sich eine ca. 15–16 cm mächtige hellgraue sehr feinsandige Mittelsandschicht, in der sekundär gebildete gelbe Strukturen erkennbar sind. Diese beiden Schichten sind durch eine darüber liegende ca. 35 cm mächtige Rinne beeinflusst. Diese Rinne liegt bei ca. +101,90 m NN und besteht aus mittelgrauem Feinsand mit einem Mittelsandanteil von ca. 24% und einem Schluffanteil von ca. 21%. Es sind vereinzelt Grobkiese vorhanden.

Die folgenden Schichten liegen wieder nahezu horizontal, beginnend mit einer 25 cm mächtigen braungrauen mittelsandigen Feinsandschicht, die einen Schluffanteil von ca. 12% hat. Auch in diesem Bereich lassen sich vereinzelt Grobkiese finden.

Die darüber folgende ca. 20 cm mächtige Schicht besteht aus einem ca. 3 cm mächtigen hellgrauen mittelsandigen Feinsand, welcher schwarze, kohlige Schlieren enthält. Darauf folgt ein graubrauner mittelsandiger Feinsand mit einem Schluffanteil von ca. 13% und vereinzelt Grobkiesen. Den Abschluß bildet wieder eine ca. 3 cm mächtige hellgraue mittelsandige Feinsandschicht, welche ebenfalls schwarze schlierenartige Strukturen besitzt.

Erste Saalegrundmoräne (Abschnitt III)

Dieser Abschnitt hat eine Mächtigkeit von ca. 4 m und beginnt bei +102,67 m NN (Bild 1). Im unteren, ca. 2 m mächtigen Bereich steht dunkelbrauner feinsandiger Mittelsand an, der einen Schluffanteil von ca. 18% hat. Der darüber liegende, ebenfalls 2 m mächtige Bereich besteht aus hellbraunem feinsandigem Mittelsand mit einem Schluffanteil von ca. 12%.

3.1.2 Untersuchungsergebnisse

Korngrößen

Die Abb. 9 (in der Beilage) zeigt, daß im gesamten Profilverlauf Mittelsand und Grobsand die dominierenden Fraktionen sind, gefolgt von Feinsand und Feinkies. Die Fraktionen Schluff, Mittelkies und Grobkies spielen nur eine untergeordnete Rolle. Der Darstellung läßt sich weiterhin entnehmen, daß Schluff, Feinsand und Grobkies eine Gruppe und Grobsand, Feinkies und Mittelkies eine zweite Gruppe bilden (Zunahme und Abnahme ca. zum selben Zeitpunkt). Der Mittelsand scheint hier eine Sonderstellung einzunehmen, er stellt nicht nur eine der dominierenden Fraktionen dar, sondern kommt auch in beiden Gruppen vor.

Zur Verifizierung der visuell sichtbaren Zusammenhänge zwischen den Korngrößenfraktionen wurden die Korrelationskoeffizienten ermittelt.

Diese dienen der Aufdeckung der Intensität eines Zusammenhanges zwischen den Ausprägungen zweier oder mehrerer Merkmale. Zur Prüfung der Abhängigkeit zweier Merkmale X und Y wird anhand einer Stichprobe der einfache lineare Korrelationskoeffizient $-1 < r_{xy} < +1$ berechnet. Der Korrelationskoeffizient r_{xy} charakterisiert somit den Zusammenhang der beiden Merkmale

$r_{xy} = +1$ = positiver Zusammenhang,

$r_{xy} = 0$ = das Fehlen eines Zusammenhanges,

$r_{xy} = -1$ = negativer Zusammenhang.

Tabelle 1
Lineare Korrelationskoeffizienten des Profils Greifenhain A

GA	U	SF	SM	SG	KF	KM	KG
U	x	0,59	-0,26	-0,55	-0,28	-0,23	0,278
SF	0,59	x	-0,11	-0,76	-0,39	-0,31	0,087
SM	-0,26	-0,11	x	-0,21	-0,59	-0,48	-0,29
SG	-0,55	-0,76	-0,21	x	0,311	0,17	-0,23
KF	-0,28	-0,039	-0,59	0,311	x	0,687	-0,08
KM	-0,23	-0,31	-0,48	0,17	0,687	x	0,058
KG	0,278	0,087	-0,29	-0,23	-0,08	0,058	x

Die für Profil A berechneten linearen Korrelationskoeffizienten r_{xy} sind in Tab. 1 enthalten. Der höchste positive Zusammenhang besteht zwischen Feinkies und Mittelkies mit $r = 0,687$, gefolgt von Schluff und Feinsand mit $r = 0,59$. Beide Gruppen sind negativ korreliert. Die höchsten negativen Korrelationskoeffizienten weisen Feinsand und Grobsand mit $r = -0,76$ auf, gefolgt von Mittelsand und Feinkies mit $r = -0,59$ sowie Schluff und Grobsand mit $r = -0,55$.

Die Korrelationsanalyse zeigt, daß Schluff, Feinsand und Grobkies, wie bereits aus der graphischen Darstellung in Abb. 9 ersichtlich, positiv miteinander korrelieren. Sedimentologisch widerspiegeln hierbei Schluff und Feinsand die **Feinfracht** (Suspensionsfracht) und Grobkies als größte Fraktion (Steine und Blöcke) das **Driftmaterial**. Es bestehen ebenfalls enge positive Korrelationen zwischen den Fraktionen Grobsand, Feinkies und Mittelkies. Diese Gruppe reflektiert ein Hochenergieniveau im fluviatilen Regime und stellt die **Grobfracht** dar.

Der Mittelsand nimmt als Hauptkorngrößenfraktion (ca. 42%) eine Sonderstellung ein. Er ist mit allen anderen Fraktionen negativ korreliert und widerspiegelt die dritte Gruppe des fluviatilen Regimes. Wie aus Abb. 9 ersichtlich, besteht ein Zusammenhang der Mittelsandfraktion mit der Feinfracht in den Subabschnitten Ia–If₃ sowie im Moränen-Bereich III. Im oberen Bereich des Subabschnittes If₃ sowie im darauf folgenden Übergangsbereich II ist ein Zusammengehen mit der Grobsand-Gruppe zu erkennen. Dies zeigt, daß die Mittelsandfraktion einem breiten energetischen Niveau zugehörig ist und ihr Transport nicht nur in einem höheren energetischen Regime stattfindet, sondern auch in weniger energetischen Bereichen.

Rundungsgrad

Die Ergebnisse der Rundungsgradabschätzungen des Profils Greifenhain A sind in Abb. 4 graphisch dargestellt.

Der Rundungsgrad des Profils beginnt im Subabschnitt **Ia** mit angular (2) bis subangular (3) gerundeten Formen und geht in der zweiten Hälfte dieses Subabschnittes in angerundete (4) bis gerundete (5) Formen über. Von Subabschnitt **Ib** bis zu den ersten zwei Dritteln des Subabschnittes **Id** treten subangulare (3) bis angerundete (4) Formen auf, anschließend erfolgt eine Rundungsabnahme in den angularen (2) Bereich. Im oberen Teil des Subabschnittes **Id** erfährt der Rundungsgrad eine Zunahme mit subangularen (3) bis angerundeten (4) Formen, diese setzen sich im Subabschnitt **Ie** mit der Tendenz zu angerundeten (4) Formen fort.

Im Subabschnitt **If₁** finden sich zwischen den Braunkohlelagen angerundete (4) bis gerundete (5) Formen, im oberen Teil dieses Subabschnittes nimmt der Rundungsgrad wieder ab, und es kommen subangulare (3) Formen vor. Der Subabschnitt **If₂** und der untere Teil des Subabschnittes **If₃** enthalten ebenfalls subangulare (3) Formen. Diese setzen sich im oberen Teil des Subabschnittes **If₃** sowie in den Abschnitten **II** und **III** fort, hier jedoch mit einer stärkeren Tendenz zu angerundeten (4) Formen.

Nach FÜCHTBAUER (1988) nimmt die Rundung mit zunehmender Korngröße zu: Als Ursache hierfür wird sowohl ein höheres Gewicht als auch ein erhöhter Bodenkontakt angenommen. Ist dies nicht der Fall, muß von zwei verschiedenen Quellen ausgegangen werden. Vergleicht man nun den Rundungsgrad innerhalb eines Vorkommens und betrachtet hierbei eine Korngröße, so stellt man fest, daß der Rundungsgrad im Feinsandbereich höher ist als der im Grobsandbereich. Als Ursache wird ebenfalls ein erhöhter Bodenkontakt während des Transportes angenommen.

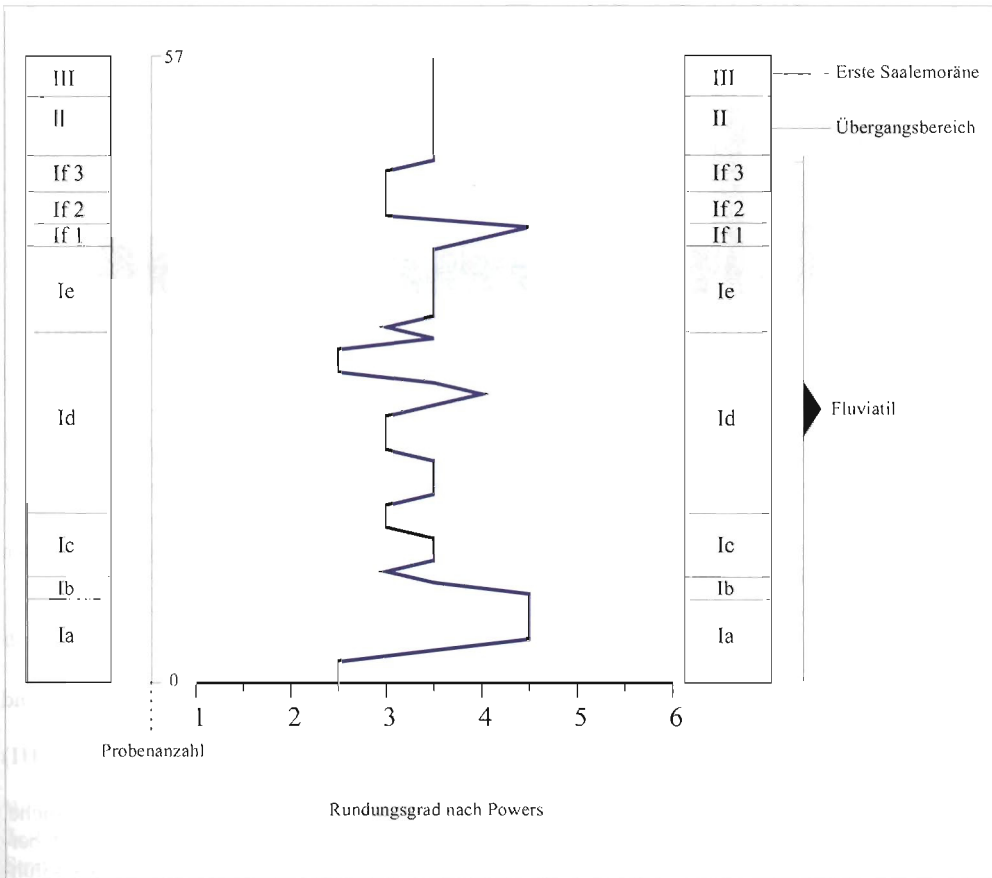


Abb. 4. Darstellung des Rundungsgrades nach Powers im Profil Greifenhain A.

Der Rundungsgrad des Profils Greifenhain A bestätigt auf den ersten ca. 19,5 m, daß die Aussage von FÜCHTBAUER (1988) zutrifft, daß eine höhere Korngröße einem höheren Rundungsgrad entspricht. Innerhalb dieser ca. 19,5 m stellt man zwar einen durchschnittlichen Rundungsgrad von 3,5 (subangular bis angerundet) fest, betrachtet man aber die groben Sequenzen, dann ist ein leicht erhöhter Rundungsgrad von 4,5 (angerundet bis gerundet) ablesbar.

Eine Ausnahme bilden die ersten ca. 1,5 m dieses Bereiches. Hier findet sich ein Rundungsgrad von 2,5 (angular bis subangular). Nach FÜCHTBAUER (1988) ist davon auszugehen, daß diese ersten ca. 1,5 m des Profils durch eine andere „Quelle“ beeinflusst sind. Die letzten 5,37 m des Profils zeigen einen konstanten Rundungsgrad von 3,5 (subangular bis angerundet).

Mineralbestand

Der Mineralbestand des Profils Greifenhain A beinhaltet durchgehend Quarz sowie die Feldspäte Orthoklas und Albit. Der Quarzgehalt des Profils überwiegt hierbei durchgehend, der Gehalt an Orthoklas und Albit ist nahezu gleich und folgt gleich nach dem Quarz.

Im Abschnitt III (1-Saalemoräne) ersetzt der trikline Mikroklin den monoklinen Orthoklas. Im Subabschnitt Ie (Fluviatil) nimmt der Feldspatgehalt etwas ab. In den Abschnitten If₁ (Fluviatil), II (Übergangsbereich) und III (erste Saalegrundmoräne) nimmt der Feldspatgehalt um ca. $\frac{3}{4}$ seines vorherigen Gehaltes ab. Die Abschnitte II und III beinhalten neben Orthoklas und Albit auch Calcit und Dolomit.

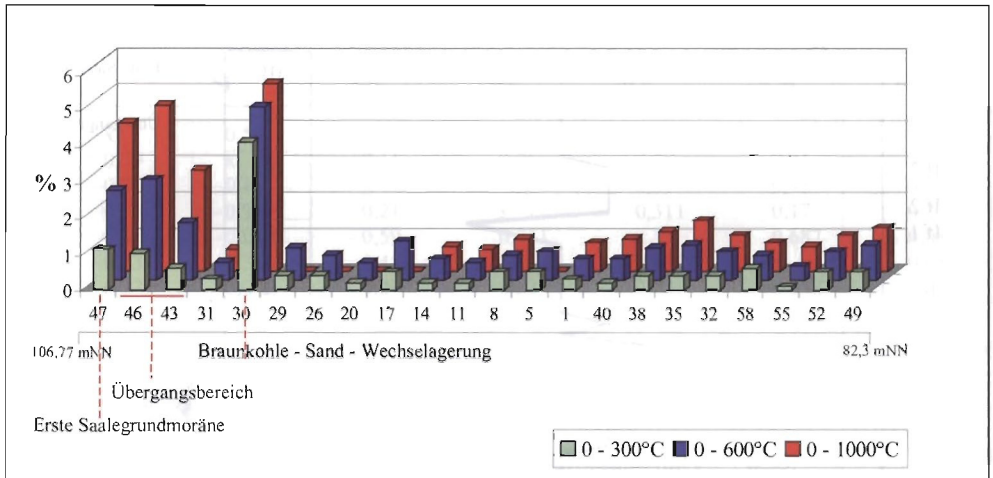


Abb. 5. Glühverlust des Profils Greifenhain A.

In der Abbildung sind die Temperaturintervalle 0–300°C, 0–600°C und 0–1000°C dargestellt. Bei den Proben 29, 26, 20, 17 und 5 war die Bestimmung des Glühverlustes 0–1000°C nicht möglich.

Glühverlust

Der Gesamtglühverlust des Profils Greifenhain A (Fluviatil) bewegt sich zwischen 0,1% und 5,2%. Die gemessenen Glühverluste wurden in Abb. 5 graphisch dargestellt.

Der Subabschnitt **If₃** im Bereich des Fluviatils sowie die erste Saalegrundmoräne (Abschnitt **III**) und ihr Übergangsbereich (Abschnitt **II**) zeigen die höchsten Glühverluste.

Die röntgenographischen Ergebnisse zeigen, daß es sich beim Profil A um quarzreiche, aber tonarme Sedimente handelt. Weiterhin sind die erste Saalegrundmoräne sowie ihr Übergangsbereich als calcit- und dolomithaltige Abschnitte erkennbar. Demzufolge ist der Glühverlust auf die thermische Zersetzung organischer Substanzen (C_{org}) sowie auf die thermische Zersetzung des Karbonats zurückzuführen. Subabschnitt **If₃** ist somit deutlich als kohlereiche Partie (siehe auch Bild 2) und die Abschnitte **II** und **III** sind als karbonathaltige Partien erkennbar.

3.1.3 Schlußfolgerungen

Das Profil Greifenhain A läßt sich lithologisch in drei Abschnitte gliedern:

- Abschnitt **I**, fluviatiles Regime,
- Abschnitt **II**, Übergangsbereich,
- Abschnitt **III**, erste Saalemoräne.

Beim Abschnitt **I**, der die ersten ca. 19,5 m des Profils Greifenhain A umfaßt, handelt es sich um das fluviatile Regime. Lithologisch ist eine gradierte Schichtung mit **5–6 fining-upwards-Sequenzen** zu erkennen. Bei den groben Sequenzen handelt es sich im Mittel um mittelsandigen Grobsand mit einem Feinkiesanteil von ca. 19%. Die feineren Sequenzen bestehen im Durchschnitt aus Mittelsand mit einem Grobsandanteil von ca. 27% und einem Feinsandanteil von ca. 13%.

Innerhalb der letzten Sequenz treten zwei Braunkohlen-Sand-Wechselagerungen auf. Bei der Braunkohle könnte es sich in diesem Fall um Einschwemmungen vonseiten der im östlichen Bereich des Tagebaus Greifenhain freiliegenden Diapire handeln, welche im Laufe des Ablagerungszeitraumes des Fluviatils aufgestiegen sind.

Der Abschnitt **II** stellt den Übergangsbereich zur ersten Saalemoräne dar. Er besteht aus feinsandigem Mittelsand mit einem Schluffanteil von ca. 12% und ist durch eine Rinnenstruktur charakterisiert.

Bei Abschnitt **III** handelt es sich um die erste Saalemoräne, die ebenfalls aus feinsandigem Mittelsand besteht. Der Schluffanteil in diesem Bereich liegt bei ca. 15%.

Die Sedimente des Fluviatils des Profils Greifenhain A werden durch 3 Korngrößenbereiche charakterisiert, denen unterschiedliche Energieniveaus der Sedimentation zugeordnet werden können:

1. Mittelsand;

Hauptkorngrößenfraktion = Haupt- bzw. bestimmendes Energieniveau

2. Schluff, Feinsand und Grobkies;

Suspensionsfracht **Driftmaterial**

3. Grobsand, Feinkies und Mittelkies;

Grobfracht

Die Ergebnisse lassen vermuten, daß es sich bei Abschnitt **I** um ein **braided-river-System** handelt.

3.2 Profil Greifenhain B (Glazifluviatil)

Das Profil B befindet sich an der Westwand des Tagebaus Greifenhain, unterhalb der Ortschaft Woschkow, im sogenannten Sonderschwenk Woschkow. Es umfaßt im wesentlichen den oberen Teil der fluviatilen Abfolge, die erste Saalemoräne, die glazifluviatile Abfolge sowie die zweite Saalemoräne (Bild 3).



Bild 3. Übersicht über das Profil Greifenhain B.

3.2.1 Beschreibung

Die Schichtenfolge des Profils B (Abb. 6 in der Beilage) beginnt bei ca. +86 m NN, endet bei ca. +110,7 m NN und weist somit eine Mächtigkeit von ca. 25 m auf. Im Bereich dieser ca. 25 m wurden 89 Proben mit einem durchschnittlichem Abstand von 24,47 cm entnommen. Aufgrund von makroskopischen Beobachtungen im Gelände, unterstützt durch die Korngrößenanalyse der einzelnen Proben, läßt sich das Profil (von unten nach oben) in fünf Hauptabschnitte untergliedern:

- fluviatile Abfolge – Abschnitt **Ig**,
- Übergangsbereich – Abschnitt **II**,
- erste Saalemoräne – Abschnitt **III**,
- glazifluviatile Abfolge – Abschnitt **IV**,
- zweite Saalemoräne – Abschnitt **V**.

Fluviatile Abfolge (Abschnitt Ig)

Die Schichtenfolge des Abschnittes **Ig** weist eine Mächtigkeit von ca. 3 m auf und besteht im Durchschnitt aus stark feinsandigem Mittelsand.

Der *untere Bereich* mit einer Mächtigkeit von ca. 1,3 m besteht aus hellbraunen bis dunkelbraunen Sanden mit z. T. dunkelbraunen bis schwarzen, organischen Strukturen. Im Liegenden dieses Abschnittes befindet sich eine weiß-gelbe Sandpartie, die aus stark mittelsandigem Feinsand besteht. Bei ca. 1 m tritt eine gelb-braune Störung auf (7 cm hoch und 15 cm breit von 1 x 1 m, im nordwestlichen Bereich des Abschnittes). Es handelt sich um die Auswirkungen eines rezenten Wasserrisses und wird in der weiteren Betrachtung außer acht gelassen.

Der *obere Bereich* mit einer Mächtigkeit von ca. 1,7 m besteht aus hell- bis dunkelgraubraunen Sanden mit z. T. schwarzen organischen Strukturen und Fließgefügen.

Übergangsbereich, „Fließerdekomplex“ (Abschnitt II)

Der Abschnitt **II** beginnt bei ca. +89,5 m NN und ist ca. 4,2 m mächtig. Im Durchschnitt enthält der gesamte Abschnitt ca. 41% Feinsand, ca. 28% Mittelsand und ca. 24% Schluff.

Der *untere Bereich* mit einer Mächtigkeit von ca. 1 m wird von hellgraubraunen feinsandigen Mittelsanden gebildet, welche ebenfalls die in Abschnitt **Ig** bereits erwähnten Fließstrukturen aufweisen und kleinere Kiesbänder zeigen. Im Liegenden der letzten ca. 20 cm des unteren Bereiches ist eine hellgraue Sandlinse eingebettet. Die letzten ca. 20 cm bestehen aus einer Bänderton-Sand-Wechselagerung, in der sich vereinzelt kleinere Geschiebe finden.

Der *mittlere Bereich* besteht aus einer ca. 2 m mächtigen Geschiebemergel-Sand-Wechselagerung, welche sich in sieben Wechsel unterteilen läßt.

Der *obere Bereich* führt dunkelbraune mittelsandige Feinsande, die im unteren Teil einen Schluffanteil von bis zu 28% aufweisen. Es folgt ein ca. 16 cm mächtiger hellgrauer feinsandiger Mittelsand, welcher sekundär gebildete gelbe (Fe-Hydroxid ?) und organische schwarze Strukturen besitzt.

Den Abschluß bildet ein ca. 50 cm mächtiger mittelsandiger Feinsand, der Fließstrukturen zeigt. Im Bild 4 ist der Abschnitt **II** im Überblick dargestellt.

Erste Saalemoräne (Abschnitt III)

Beim Abschnitt **III** handelt es sich um einen ca. 5,4 m mächtigen Geschiebemergel, der bei ca. 94 m NN beginnt. Er weist im Mittel stark feinsandigen Mittelsand mit ca. 23% Schluff und ca. 10% Feinkies auf. Vom unteren zum oberen Bereich dieses Abschnittes läßt sich eine minimale Aufhellung von dunkelbraun nach mittelbraun erkennen. Den Abschluß bildet eine Grenze aus großen Geschieben und Holz.

Glazifluviatile Abfolge (Abschnitt IV)

Dieser Abschnitt beginnt bei ca. 99,18 m NN und weist eine Mächtigkeit von ca. 12 m auf. Im Durchschnitt besteht er aus 51% Mittelsand, einem Feinsandanteil von ca. 23% und einem Grobsandanteil von ca. 14%. Auf den ersten ca. 9,5 m zeigt sich ein homogenes Bild aus einem hell-



Übergangsbereich (II)

Fluviatil (Ig)

Bild 4. Überblick über den Abschnitt II.

grauen bis hellbraunen Mittelsand, der abschnittsweise mit einem Feinsand wechselt. Es finden sich sekundär gebildete gelbe sowie organische braune und schwarze Strukturen in Form von Bändern, Schlieren und Punkten. Weiterhin sind kleinere Kies- bzw. Grobsandlagen und Linsen enthalten. Bei ca. 100 m NN sind organische Lagen eingeschaltet. Im Hangenden dieser Lagen bei ca. 100,67 m NN folgt ein ca. 24 cm mächtiger grauer Feinsand, welcher im oberen Teil eine gebelgte Flaserstruktur aufweist.

Ab ca. 108,40 m NN ist vermehrt Grobsand enthalten, der bei 109,42 m NN in einen Grobsand-Mittelsand-Wechsel mit einsetzendem Feinkies übergeht. Der Basisbereich der letzten 43 cm ist durch eine bunte Mittelkiesschicht charakterisiert, welche ein ca. 3 cm mächtiges Feinsandband enthält. Oberhalb dieser Mittelkiesschicht liegt eine stark verwitterte gelbe Schicht. Den Abschluß des Abschnittes IV bildet ein bis 8 cm mächtiger feinsandiger Mittelsand.

Zweite Saalemoräne (Abschnitt V)

Der Abschnitt V ist bis zu 55 cm mächtig und beginnt bei ca. 110,16 m NN. Es handelt sich um hellrotbraunen Geschiebemergel, der ca. 52% Mittelsand aufweist.

3.2.2 Untersuchungsergebnisse

Korngrößen

Der Abb. 9 (Beilage) läßt sich entnehmen, daß Mittelsand im gesamten Profilverlauf die dominierende Fraktion darstellt, gefolgt von Feinsand. Die Fraktion Schluff spielt nur im unteren Teil des Profils eine Rolle. Grobsand, Feinkies und Mittelkies haben nur relativ geringen Anteil, Grobkies kommt in diesem Profil überhaupt nicht vor. Der Darstellung läßt sich weiterhin entnehmen, daß Schluff und Feinsand eine Gruppe, Mittelsand, Grobsand, Feinkies und Mittelkies eine zweite Gruppe bilden (Zunahme und Abnahme der gruppierten Fraktionen nahezu gemeinsam).

Tabelle 2
Lineare Korrelationskoeffizienten des Profils Greifenhain B

GB	U	SF	SM	SG	KF	KM	KG
U	x	0,206	-0,618	-0,368	-0,177	-0,069	x
SF	0,206	x	-0,487	-0,702	-0,531	-0,23	x
SM	-0,618	-0,487	x	0,178	-0,154	-0,264	x
SG	-0,368	-0,702	0,178	x	0,761	0,006	x
KF	-0,177	-0,531	-0,154	0,761	x	0,189	x
KM	-0,069	-0,23	-0,264	0,006	0,189	x	x
KG	x	x	x	x	x	x	x

Die für Profil B berechneten linearen Korrelationskoeffizienten r_{xy} sind in Tab. 2 dargestellt. Der höchste positive Zusammenhang besteht zwischen Grobsand und Feinkies mit $r = 0,761$, gefolgt von Schluff und Feinsand mit $r = 0,206$. Die größten negativen Zusammenhänge zeigen Feinsand und Grobsand mit $r = -0,702$, gefolgt von Schluff und Mittelsand mit $r = -0,618$.

Die Korrelationsanalyse zeigt, daß Schluff und Feinsand positiv miteinander korrelieren. Sie stellen die Feinfracht des Profils und damit ein niedriges Energieregime dar. Die Fraktionen Grobsand, Feinkies und Mittelkies sind ebenfalls positiv korreliert, sie stellen die Grobfracht des Profils, also ein hohes Energieregime dar (Abb. 9).

Auch in diesem Profil weist der Mittelsand eine Abweichung zur graphischen Darstellung auf. Er ist zwar mit dem Grobsand positiv korrelierbar, aber sowohl zum Schluff, Feinsand, Fein- als auch zum Mittelkies hat er eine negative Korrelation. Diese ist aus der graphischen Darstellung nicht ersichtlich. Auch hier gehört der Mittelsand einem breiten energetischem Niveau an und ist als Hauptkorngrößenfraktion ein Durchläufer.

Rundungsgrad

Die Abb. 7 zeigt eine graphische Darstellung des Rundungsgrades im Profil Greifenhain B. Der Rundungsgrad beginnt im Abschnitt **Ig** mit angerundeten (4) bis gerundeten (5) Formen und geht zur Mitte dieses Abschnittes in angulare (2) bis subangulare (3) Formen über. Der obere Bereich dieses Abschnittes sowie der untere Bereich des Abschnittes **II** weisen subangulare (3) Formen auf. Nach einem schmalen Profilverbereich mit angularen Formen schließen sich der Rest des Abschnittes **II** sowie der Abschnitt **III** mit subangularen (3) bis angerundeten (4) Formen an. Der Abschnitt **IV** zeigt im unteren Bereich angerundete (4) Formen, gefolgt von einem Bereich mit subangularen (3) Formen. Der Rest des **IV.** Abschnittes weist, mit Ausnahme eines schmalen Bereiches mit angerundeten (4) Formen, angulare (2) bis subangulare (3) Formen auf. Auch im Abschnitt **V** herrschen angulare (2) bis subangulare (3) Formen vor.

Im Profil Greifenhain B trifft außerhalb des Abschnitts **IV** die Aussage nach FÜCHTBAUER (1988), eine höhere Korngröße entspricht einem höheren Rundungsgrad, nicht immer zu. Gerade im Abschnitt **II** ist häufig das Gegenteil der Fall. In Anbetracht der Tatsache, daß es sich hier um einen Übergangsbereich zum Geschiebemergelabschnitt **III** mit starken Fließstrukturen handelt, muß man die Beeinflussung durch eine andere „Quelle“ in Betracht ziehen (vgl. FÜCHTBAUER 1988).

Mineralbestand

Der Mineralbestand des Profils Greifenhain B beinhaltet durchgehend Quarz sowie die Feldspäte Mikroklin und Albit. Der Quarzgehalt des Profils überwiegt hierbei durchgehend, die Gehalte an Mikroklin und Albit sind nahezu gleich (in Probe Nr. 1 fehlt der Albit) und folgen gleich nach dem Quarz. Die Proben Nr. 55, 50 und 50a beinhalten neben Albit auch Orthoklas, der aber in geringerer Menge vorhanden ist und den triklinen Mikroklin ersetzt.

Mit Ausnahme der Proben Nr. 45, 1, 55 und 50a ist überall Calcit vertreten, besonders hoch in den Proben Nr. 45 und 20. In der Probe Nr. 83 ist zusätzlich ein deutlicher Muskovitgehalt zu erkennen, der in den darüberliegenden Proben nur schwach bis gar nicht auszumachen und in den

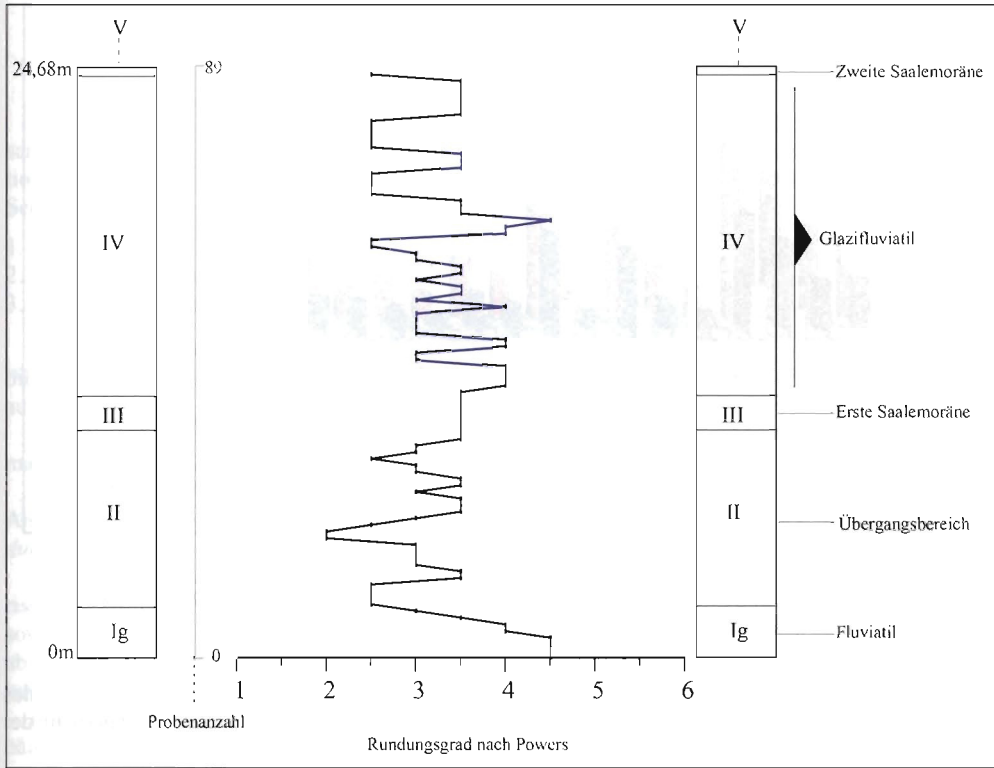


Abb. 7. Darstellung des Rundungsgrades nach Powers im Profil Greifenhain B.

darunterliegenden nicht zu finden ist. Die Probe Nr. 50a enthält zusätzlich noch Chalkopyrit. Von den insgesamt 89 Proben des Profils Greifenhain B wurden 17 Proben röntgenphasenanalytisch untersucht.

Glühverlust

Der Gesamtglühverlust des Profils Greifenhain B bewegt sich zwischen 0,3% und 6,4%. Das wird in Abb. 8 graphisch dargestellt. Wie schon im Profil A zeigen auch im Profil B die röntgenographischen Ergebnisse, daß es sich auch hier um quarzreiche, aber tonarme Sedimente handelt. Die höchsten Glühverluste im Profil B treten im Übergangsbereich (II) zur ersten Saalegrundmoräne auf. Die röntgenographischen Ergebnisse haben gezeigt, daß dieser Abschnitt Calcit und Dolomit enthält.

Demzufolge ist der Glühverlust von Profil B ebenfalls auf die thermische Zersetzung des Karbonats zurückzuführen. Der Abschnitt II ist somit deutlich als karbonathaltige Partie erkennbar. Im Abschnitt IV wurden mit Ausnahme der Probe 83 keine Glühverluste bestimmt.

3.2.3 Schlußfolgerungen

Das Profil Greifenhain B läßt sich lithologisch in fünf Abschnitte gliedern:

- Abschnitt **Ig** – Fluviatil,
- Abschnitt **II** – Übergangsbereich (Fließerdekomplex),
- Abschnitt **III** – erste Saalemoräne,
- Abschnitt **IV** – Glazifluviatil,
- Abschnitt **V** – zweite Saalemoräne.

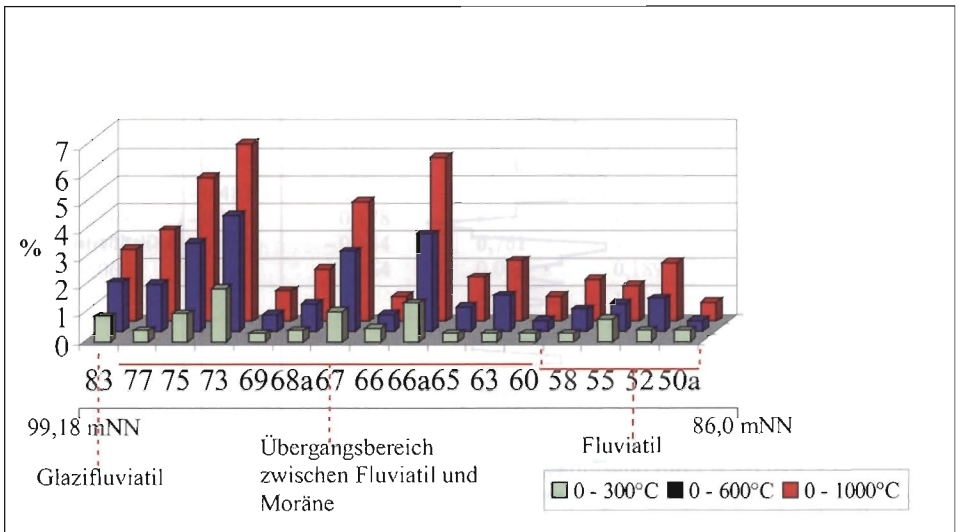


Abb. 8. Glühverlust des Profils Greifenhain B.

In der Abbildung sind die Temperaturintervalle 0–300°C, 0–600°C und 0–1000°C dargestellt.

Der Abschnitt **Ig** stellt den oberen Bereich des fluviatilen Regimes dar, das im Bereich des Profils B mächtiger ausgebildet zu sein scheint. Der Anschluß an identische Schichten in der fluviatilen Abfolge des Profils A war an dieser Stelle nicht möglich.

Die Abschnitte **II** und **III** lassen sich mit gleich benannten Abschnitten des Profils A korrelieren, sind aber mächtiger ausgebildet. Die Geschiebeanalyse, die in diesem Bereich durchgeführt wurde, zeigt, daß dieser Bereich bereits von der hangenden Moräne („Drenthe“) beeinflusst ist. Der Abschnitt **IV** weist alle Merkmale eines Schmelzwasserbereichs auf. Die im unteren Bereich liegenden gegabelten Flaserstrukturen zeigen, daß es sich um einen bewegten Wasserbereich so geringen Bewegungsgrades handelte, daß sich tonig-schluffiges Material ablagern konnte. Der darüberliegende Schmelzwasserabschnitt besteht hauptsächlich aus Mittelsand, zeigt aber im unteren Bereich einen größeren Feinanteil.

Zum Hangenden hin wird das glazifluviatile Regime durch einen wachsenden Grobsandanteil gekennzeichnet. Im Liegenden der Moräne ist ein starker Mittelkiesbereich ausgebildet.

Lithologisch lassen sich im Profil B **drei Energieniveaus** erkennen:

1. Mittelsand;

Hauptkorngrößenfraktion = Haupt- bzw. bestimmendes Energieniveau

2. Schluff, Feinsand;

Feinfracht

3. Grobsand, Feinkies und Mittelkies;

Grobfracht

Die Untersuchung des Profils B brachte also in einigen Abschnitten nahezu die gleichen Ergebnisse, wie sie schon für Profil A festgestellt worden sind.

Der glazifluviatile Bereich zeigt im unteren Teil die Ablagerung von überwiegend feinerem Material, welches auf ein niedriges Energieniveau hindeutet. Im oberen Teil kommt es zunehmend zur Ablagerung von grobem Material, was auf einen Anstieg des Energieniveaus hindeutet.

3.3 Fluviatil und Glazifluviatil

3.3.1 Vergleich

Im **fluviatilen** Abschnitt des Profils Greifenhain A stehen durchschnittlich grobsandige Mittelsande an, die einen geringen Feinkiesanteil (ca. 11%) aufweisen. Erste Ergebnisse der Korrelationsanalyse (Tab. 3) der einzelnen Korngrößenfraktionen deuten auf **drei Energieniveaus** der Sedimentation hin, die durch deutlich positive Korrelationen angezeigt werden:

1. Mittelsand,
2. Grobsand, Feinkies und Mittelkies,
3. Schluff, Feinsand und Grobkies.

Der Mittelsand nimmt, wie schon unter Punkt 3.1.2 festgestellt, eine Sonderstellung ein und bildet die Hauptkorngrößenfraktion, die, betrachtet man nur den Bereich des Fluviatils, geringer ausfällt, aber dennoch vorhanden ist.

Schluff und Feinsand werden der Suspensionfracht zugeordnet, Grobkies widerspiegelt Driftmaterial. Grobsand, Fein- und Mittelkies sind Merkmale der Grobfracht.

Der *Mineralbestand* beinhaltet durchweg Quarz, Orthoklas und Albit sowie einen geringen Anteil an Chalkopyrit im oberen kohligten Bereich (Subabschnitt I_{II}). Bei der Analyse des *Runnungsgrades* fanden sich durchschnittlich subangulare bis angerundete Formen.

Das Fluviatil ließ im Gelände vorwiegend Horizontalschichtung erkennen, einige Wasserrisse gewährten einen größeren seitlichen Einblick in den fluviatilen Bereich. Hier zeigten sich sowohl planare Rippelschichten als auch breite, flache, trogförmige und sich gegeneinander abscheidende Rinnenstrukturen. Schrägschichtungsmerkmale waren innerhalb letzterer entwickelt.

In den groben Sequenzen zeigten sich im unteren Bereich des Profils durchgehende Feinkiesbänke. Das komplette Fluviatil weist, wie schon unter Punkt 3.1.1 beschrieben, 5-6 fining-upwards-Sequenzen auf, die mit Ausnahme des Subabschnittes **Id** eine durchschnittliche Mächtigkeit von 2–3 m haben. Im gesamten fluviatilen Bereich waren Windkanter anzutreffen. Die Hauptstreichrichtung verläuft von NE nach SW.

Im **glazifluviatilen** Abschnitt des Profils Greifenhain B stehen durchschnittlich feinsandige Mittelsande an, die einen geringen Grobsandanteil (ca. 14%) aufweisen. Die Korrelationsanalyse (Tab. 4) ergab einen positiven Zusammenhang zwischen Schluff und Feinsandbereich sowie zwischen Grobsand, Feinkies und Mittelkies. Der Mittelsand nimmt eine Sonderstellung ein und bildet wie im Fluviatil die Hauptkorngrößenfraktion. Betrachtet man nur den glazifluviatilen Abschnitt, fällt dieser etwas geringer aus, der Mittelsand ist in diesem Bereich aber mit allen Fraktionen negativ korreliert. Grobkies ist nicht vorhanden. Damit erweist sich das Glazifluviatil als deutlich feinkörniger als das liegende Fluviatil.

Der *Mineralbestand* beinhaltet neben einem sehr hohen Quarzgehalt Mikroklin, Albit, Calcit und im untersten Bereich (**Übergang Moräne – Glazifluviatil**) Muskovit.

Es fanden sich fast durchweg angerundete Formen.

Tabelle 3
lineare Korrelationskoeffizienten des Fluviatils im Profil Greifenhain A

FLIGA	U	SF	SM	SG	KF	KM	KG
U	x	0,5	0	-0,4	-0,2	-0,18	-0,02
SF	0,5	x	0,05	-0,64	-0,28	-0,21	-0,09
SM	0	0,05	x	-0,41	-0,73	-0,58	-0,21
SG	-0,4	-0,64	-0,41	x	0,15	0,01	-0,08
KF	-0,2	-0,28	-0,73	0,15	x	0,65	0,01
KM	-0,18	-0,21	-0,58	0,01	0,65	x	0,17
KG	-0,02	-0,09	-0,21	-0,08	0,01	0,17	x

Tabelle 4
lineare Korrelationskoeffizienten des Glazifluviatils im Profil Greifenhain B

Glf.GB	U	SF	SM	SG	KF	KM	KG
U	x	0,39	-0,27	-0,2	-0,16	-0,06	x
SF	0,39	x	-0,3	-0,68	-0,49	-0,23	x
SM	-0,27	-0,3	x	-0,19	-0,47	-0,46	x
SG	-0,2	-0,68	-0,19	x	0,74	-0,05	x
KF	-0,16	-0,49	-0,47	0,74	x	0,16	x
KM	-0,06	-0,23	-0,46	-0,05	0,16	x	x
KG	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 5
Vergleich der Korngrößen Fluviatil und Glazifluviatil

Korngröße	Fluviatil %		Glazifluviatil %	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
KG	1,49	4,64	0	0
KM	4,03	4,19	4,39	17,52
KF	10,94	9,47	5,34	8,37
SG	33,96	13,37	14,33	10,87
SM	42,95	14,74	51,23	19,14
SF	6,18	13,33	23,67	19,58
U	0,72	0,67	1,06	2,11

Im Gelände traten im unteren Profilabschnitt die schon unter Punkt 3.2.1 erwähnte vergabelte Flaserschichtung und im darüber liegenden Bereich eine planare Rippelschichtung auf. Die Hauptstreichrichtung ergab einen NE-SW-Verlauf.

Eine vergleichende Darstellung der Korngrößen enthalten Tab. 5 und Abb. 9 (Beilage).

3.3.2 Schlußfolgerungen

Fluviatil und Glazifluviatil lassen sich in Bezug auf ihre Korngröße insofern korrelieren, als bei beiden im Durchschnitt der Mittelsand die dominierende Fraktion darstellt. Allerdings weisen sie eine gegenläufige Gradierung auf:

- **Fluviatil: fining-upward-Sequenz (5–6 Zyklen),**
- **Glazifluviatil: fining-downward-Sequenz (1 Zyklus).**

Mit kleineren Abweichungen zeigen sich auch Übereinstimmungen im Mineralbestand.

Bezüglich des **fluviatilen** Bereiches läßt sich die Hypothese aufstellen, daß es sich hierbei um ein **braided-river-System** gehandelt haben muß. Ein Großteil der Merkmale deutet darauf hin. Beispielsweise zeigt der Fund von einer Anzahl Windkanter, daß es im gesamten Bereich Sandbänke gegeben haben muß. Zudem wurde eine Schüttungsrichtung von NE nach SW festgestellt, welche für ein fluviatiles System in diesem Bereich untypisch ist. Dies läßt nur den Schluß zu, daß das System an dieser Stelle verzweigt war und so die Schüttungsrichtung änderte.

Der in dieser Zeit vorhandene Permafrost beeinflusste das Fluviatil und widerspiegelt etwaige Permafroststrukturen im fluviatilen Bereich.

Das **Glazifluviatil** weist eine für diesen Bereich typische Schüttungsrichtung von NE nach SW auf. Insgesamt besitzt es im unteren Abschnitt einen größeren Feinsandanteil. Nach oben hin tritt

eine Vergrößerung des Sediments ein, die den erneuten Gletschervorstoß anzeigt („Warthe“-Moräne im Hangenden). Die Flaserschichtung im unteren Abschnitt zeigt, daß im Vorfeld dieses Bereiches eine hohe Strömungsenergie vorgelegen haben muß, welche die Feinanteile ausgespült hat. Die Mittelkiesspartie unterhalb der SII-Moräne deutet ein zunächst weiteres Vorrücken des Inlandeises an, da sich im oberen Bereich vermehrt grobe Anteile bis hin zu einer Mittelkiesschicht finden. Zu diesem Zeitpunkt muß die Strömungsenergie höher gewesen sein als im unteren Bereich, so daß sich kaum Feinanteile absetzen konnten.

4. Interpretation

Der Saalekomplex im Tagebau Greifenhain läßt sich lithologisch in fünf Abschnitte gliedern:

1. Er beginnt mit einer **fluviatilen Folge**, die sich aus einer fining-upward-Sequenz mit ca. 5 bis 6 Zyklen zusammensetzt. Die Korngrößendaten lassen drei Energieniveaus in der Sedimentation erkennen. Diese sind Ausdruck der Suspensionsfracht (Ton, Schluff und Feinsand) und der Grobfracht (Grobsand, Feinkies und Mittelkies). Der Mittelsand stellt die dominierende Korngrößenfraktion und damit das Hauptenergieniveau dar. Der Mineralbestand beinhaltet zum großen Teil Quarz, kalium- und natriumreiche Feldspäte sowie akzessorische Bestandteile. Makroskopisch zeigen sich Schichtungsmerkmale in Form von Horizontalschichtung, planarer Rippelschichtung, Rinnenstrukturen und damit verbundener Schrägschichtung. Strukturen der Deformation widerspiegeln sich in Form von Eiskeilen, Tropfenböden sowie Fließ- und Faltenstrukturen und stellen Spuren von Permafrost in diesem Bereich dar. Die Funde von etwaigen Windkantern lassen eine periodische Wasserführung vermuten, was am ehesten mit der Annahme der Existenz eines **braided-river-Systems** korrespondiert.
2. **Der Fließerdekomplex** charakterisiert den zweiten Abschnitt. Hierbei handelt es sich um den Bereich zwischen dem Fluviatil und der ersten Saalemoräne („Drenthe“). Er zeichnet sich durch ein Fließgefüge mit z. T. chaotischem Charakter aus. Im Bereich des Profils Greifenhain B wurde innerhalb dieses Komplexes eine Geschiebeanalyse durchgeführt. Das Ergebnis zeigt, daß dieser Bereich bereits im Einfluß der hangenden Moräne („Drenthe“) stand. Zudem finden sich in diesem Bereich verschiedene Deformationsstrukturen, in denen sich die Dynamik des Inlandeises in seinem Randbereich widerspiegelt.
3. Der dritte Abschnitt wird von der **ersten Saalemoräne („Drenthe“)** eingenommen. Ein Vergleich der Moränenbänke (hier nicht weiter beschrieben) führt zu dem Ergebnis, daß im Bereich des Tagebaus Greifenhain eine basale Moränenbank vorhanden ist, die sich in ihrer horizontalen Ausdehnung durchgehend verfolgen läßt. Dies belegen sowohl die geologische Lage der einzelnen Abschnitte als auch sedimentologisch-lithologische (u. a. Geschiebeanalytik) und geochemische Daten aus diesen Bereichen. Sie läßt sich aufgrund obengenannter Ergebnisse dem **Älteren Saale-Stadium („Drenthe“)** zuordnen. Zum Teil wurde intensive Entkalkung und Verbraunung im oberen Bereich der Moräne beobachtet.
4. Das **Glazifluviatil** bildet den vierten Abschnitt. Die Korngrößendaten zeigen eine fining-downward-Sequenz mit einem erkennbaren Zyklus. Der Mittelsand bildet wie im Fluviatil die Hauptkorngrößenfraktion und widerspiegelt damit das Hauptenergieniveau der Sedimentation. Allerdings erweist sich das Glazifluviatil gegenüber dem Fluviatil des ersten Abschnittes als feiner. Der Mineralbestand beinhaltet Quarz als Hauptkomponente, kalium- und natriumreiche Feldspäte und akzessorische Gemengteile. Makroskopisch überwiegen Schichtungsmerkmale, Horizontalschichtung, planare Rippelschichtung und Flaserschichtung. Strukturen der Deformation (Permafrostindikatoren, glazigene Strukturen) wurden nicht beobachtet. Es zeigte sich eine typische Schüttungsrichtung von NE nach SW. Die fining-downward-Sequenz sowie die unterhalb der zweiten Saalemoräne gelegene Mittelkiesschicht deuten den erneuten Eisvorstoß an.
5. Den obersten Abschnitt nimmt die **zweite Saalemoräne** ein. Aufgrund der makroskopisch erkennbaren rotbraunen Farbe sowie der geologischen Lage und der sedimentologisch-geochemischen Daten läßt sich dieser Moränenabschnitt dem **Jüngeren Saale-Stadium („Warthe“)**

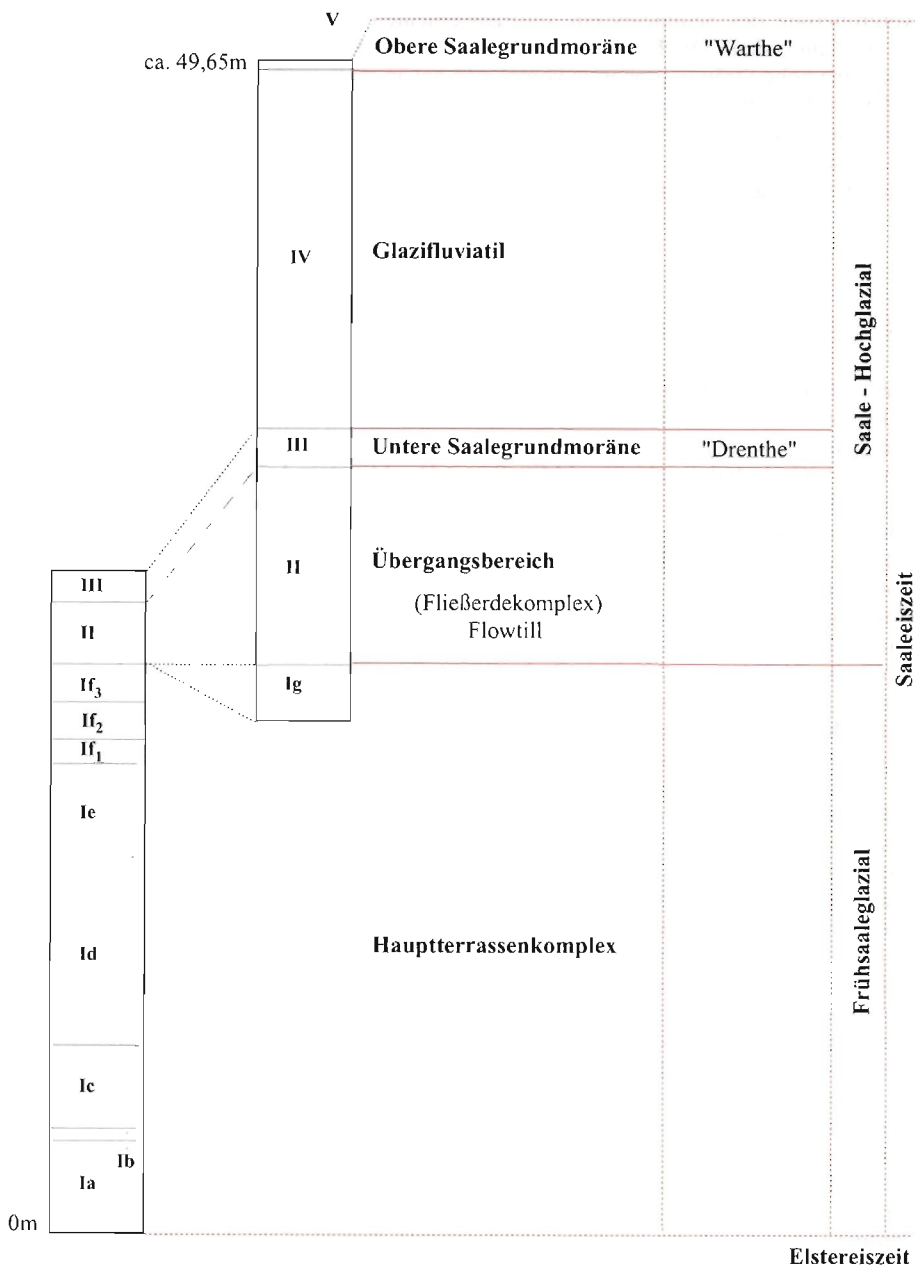


Abb. 10. Gliederung des Saalekomplexes im Bereich des Tagebaus Greifenhain, Sonderschwenk Woschkow.

zuordnen. Für eine Verifizierung dieser Zuordnung erscheinen allerdings weitere Untersuchungen notwendig.

Abb. 10 zeigt die stratigraphische Zuordnung und Konnectierung der untersuchten Profile.

5. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn PD. Dr. habil. F. W. Junge, Herrn Prof. L. Eissmann (beide Universität Leipzig) sowie Herrn. Dipl.-Geol. L. Lippstreu (Kleinmachnow) für ihre stete Hilfestellung, Beratung und Unterstützung in technisch-praktischen als auch in wissenschaftlich-theoretischen Belangen.

Mein weiterer Dank gilt dem Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Brandenburg, insbesondere der Abteilung von Herrn Dipl.-Geol. Lippstreu sowie der Abteilung von Herrn Dr. H. U. Thieke; ebenso der LMBV, meiner dortigen Ansprechpartnerin Frau Möller, für die Erteilung der Befahrungsgenehmigung für den Tagebau Greifenhain, und Herrn Wolf, der mir bei der Bergung des Probenmaterials aus dem Tagebau behilflich war.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Herrn G. Kommichau, Herrn Dr. Wagner und Frau Dr. Peter vom Institut für Mineralogie, Kristallographie und Materialwissenschaften, besonders bei Frau Ch. Schwabe für die Ermittlung der Glühverluste.

Mein ausdrücklicher Dank gilt Herrn Dr. N. Höser (Mauritianum Altenburg) für die Durchsicht des Manuskripts und die Möglichkeit der Publikation.

6. Literatur

(Für die Studie verwendete, aber im Text nicht vollständig ausgewiesene Literatur)

- CATT, J. (1992): Angewandte Quartärgeologie. – Enke, Stuttgart
- CEPEK, A. G. (1962): Zur Grundmoränenstratigraphie in Brandenburg. – Bericht der Geologischen Gesellschaft DDR 7: 275–278, Berlin
- CEPEK, A. G. (1964): Erste Ergebnisse zur Grundmoränenstratigraphie in Brandenburg. – Rep. VI. Inter. Congr. INQUA Warschau 1961, Vol. 2: 35–42, Łódź
- CEPEK, A. G. (1968): Quartär. – In: Grundriß der Geologie der DDR, Bd. 1, 385–420
- CEPEK, A. G.; HELLWIG, D.; LIPPSTREU, L.; LOHDE, H.; ZIERMANN, H.; ZWIRNER, R. (1975): Zum Stand der Gliederung des Saale-Komplexes im mittleren Teil der DDR. – Zeitschrift für geol. Wiss., 1049–1075, Berlin
- EHLERS, J. (1994): Allgemeine und historische Quartärgeologie. – Enke, Stuttgart
- EISSMANN, L. (1978): Mollisoladiapirismus. – Z. angew. Geologie 24 (3): 130–138, Berlin
- EISSMANN, L. (1981): Periglaziäre Prozesse und Permafroststrukturen aus sechs Kaltzeiten des Quartärs. – Altenbg. nat. wiss. Forsch. 1: 1–171, Altenburg
- EISSMANN, L. (1987): Lagerungsstörungen im Lockergebirge – Exogene und endogene Tektonik im Lockergebirge des nördlichen Mitteleuropa. – Geophys. u. Geol., Geophys. Veröff. d. KMU Leipzig 3 (4): 7–77, Berlin
- EISSMANN, L. (1994): Grundzüge der Quartärgeologie Mitteldeutschlands (Sachsen, Sachsen-Anhalt, Südbrandenburg, Thüringen). – Altenbg. nat. wiss. Forsch. 7: 55–135, Altenburg
- EISSMANN, L. (1995): Sachsen. – In: BENDA, L. (Hrsg.): Das Quartär Deutschlands: 171–198, Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart
- FÜCHTBAUER, H. (1988): Sediment-Petrologie – Teil II: Sedimente und Sedimentgesteine. – Schweizerbart, Stuttgart
- JUNGE, F. W.; EISSMANN, L. (2000): Postsedimentäre Deformationsbilder in mitteldeutschen Vorstoßbänder-tonen – Hinweis auf den Bewegungsmechanismus des quartären Inlandeises. – Brandenburgische Geowiss. Beitr. 7, 1/2, 21–28, Kleinmachnow
- KÜHNER, R. (1991): Einige Aspekte zu den bemerkenswerten Pleistozänauflüssen im Tagebau Cottbus-Nord. – Z. geol. Wiss., 19 (3), 317–330, Berlin
- KÜHNER, R. (2000): Sedimentfolgen und Lagerungsverhältnisse im quartären Deckgebirge des Tagebaus Welzow-Süd. – Brandenburgische Geowiss. Beitr. 7, 1/2, 59–72, Kleinmachnow
- LEOPOLD, S. (2001): Fluviale und glaziale Sedimentation während der Saalevereisung im Bereich des Niederlausitzer Grenzwalls, Tagebau Greifenhain. – unveröff. Diplomarbeit, 90 S. (und Anlagen), Institut für Geophysik und Geologie, Universität Leipzig
- LIPPSTREU, L. (1994): Das Quartär im „Südrandschlauch“ Jänschwalde und in angrenzenden Gebieten. – Altenbg. nat. wiss. Forsch. 7: 168–189, Altenburg
- LIPPSTREU, L.; u.a. (1995): Zur Gliederung der quartären Sedimentabfolgen im Niederlausitzer Braunkohlen-tagebau Greifenhain (LAUBAG) und in seinem Umfeld. – Brandenburgische Geowiss. Beitr. 2, 1, 61–67, Kleinmachnow
- LIPPSTREU, L.; BROSE, F.; MARCINEK, J. (1995): Brandenburg. – In: BENDA, L. (Hrsg.): Das Quartär Deutschlands: 116–147, Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart

- LIPPSTREU, L.; HERMSDORF, N.; SONNTAG, A. (1997): Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg, 1:300 000, Potsdam
- LORENZ, J. R. (1992): Biometrie. – Fischer, Stuttgart, Jena, 3. Aufl.
- LUCKERT, J.; THIEKE, H. U. (2000): Der Mineralbestand brandenburgischer Grundmoränen als lithostratigraphischer Indikator – erste Ergebnisse der Röntgenphasenanalyse der Tillmatrix <math>< 63 \mu\text{m}</math>. – Brandenburgische Geowiss. Beitr. 7, 1/2, 101–113
- NOWEL, W. (1982): Die geologische Entwicklung des Bezirkes Cottbus, Teil III/A: Das Quartär. – Nat. und Landsch. Bez. Cottbus 4, 3–38, Cottbus
- NOWEL, W. (1983): Die geologische Entwicklung des Bezirkes Cottbus, Teil III/B: Das Quartär (Stratigraphie). – Nat. und Landsch. Bez. Cottbus 5, 3–26, Cottbus
- NOWEL, W. (1984): Die geologische Entwicklung des Bezirkes Cottbus, Teil III/A: Das Quartär (Stratigraphie). – Nat. und Landsch. Bez. Cottbus, NLBC , 3–33, Cottbus
- SMED, P.; EHLERS, J. (1994): Steine aus dem Norden. – Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart
- THOME, K. N. (1998): Einführung in das Quartär. – Springer, Berlin, etc.
- TUCKER, M. E. (1985): Einführung in die Sedimentpetrologie. – Enke, Stuttgart
- WALTER, R. (1995): Geologie von Mitteleuropa. – Schweitzerbart, Stuttgart
- WOLF, A. (2000): Sedimentologisch – geochemische Untersuchungen an elsterglazialen Bändertonen am Erzgebirgsrand. – unveröff. Diplomarbeit, Universität Bergakademie Freiberg

Topographische Karte L 4350 Cottbus-West, 1:50 000, 2. Aufl. (1994), Landesvermessungsamt Brandenburg

Eingegangen am 15. 1. 2003

Dipl.-Geol. SUSANNE LEOPOLD, Osningstraße 29, D-28307 Bremen