

Lithologie und Stratigraphie der Tills bei Gräfenhainichen

Mit 11 Abbildungen und 4 Tabellen

STEFAN WANSA

Meinen akademischen Lehrern, Herrn Dr. habil. L. EISSMANN und Herrn Prof. Dr. habil. M. SCHWAB, zum 60. Geburtstag gewidmet

Vorbemerkungen	189
1. Einleitung	189
2. Untersuchungsgebiet	190
3. Quartärgeologische Übersicht	190
4. Verbreitung, Mächtigkeiten und Lagerungsformen der Tills	191
5. Untersuchungsmethoden und Ergebnisse	193
5.1. Geschiebeanalysen	193
5.2. Korngrößenanalysen	197
5.3. Chemische Analysen	202
5.4. Farbliche Kennzeichnung	204
5.5. Gefügeuntersuchungen und Genese	205
6. Kurze Zusammenfassung	209
7. Abstract	209
8. Literatur	210

Vorbemerkungen

Unter der Betreuung von Herrn Prof. Dr. habil. M. SCHWAB, Halle, und Herrn Dr. habil. L. EISSMANN, Leipzig, fertigte Verfasser eine Dissertation an (WANSA 1989), in deren Rahmen die hier vorzustellenden Untersuchungsergebnisse gewonnen wurden. Meinen akademischen Lehrern danke ich für ihre vielfältige Unterstützung sehr herzlich.

Die Erstellung der vorliegenden Arbeit erforderte die Mitwirkung mehrerer Fachkollegen und technischer Mitarbeiter, denen ich ebenfalls zu Dank verpflichtet bin:

- Herrn Dipl.-Min. H. MEINHARDT, Dresden, für die methodische Beratung bei den Geschiebeanalysen sowie für die Überprüfung von Zählergebnissen,
- dem Kollektiv der Herren Ing. D. DAHL und Dipl.-Ing. M. MERTENS, Beuna bei Merseburg, für die Durchführung der Korngrößenanalysen,
- den Herren Geol.-Ing. K. SOMMERWERK und Dipl.-Geol. M. THOMAE, Beuna bei Merseburg, für die Unterstützung bei der Berechnung der Moment-Parameter,
- Herrn Dr. J. NIEBER, Halle, für die methodische Beratung und Unterstützung bei den Clusteranalysen,
- Frau R. SEYFERT und Frau A. FLECK, Halle, für die Durchführung der chemischen Analysen,
- Frau H. HUBRICH, Halle, für die Anfertigung der Reinzeichnungen,
- Frau C. NUGLISCH, Halle, für die Ausführung der Fotoarbeiten.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Geol.-Ing. R. WIMMER, Bitterfeld, für viele gemeinsame Tagebaubefahrungen und anregende Diskussionen.

1. Einleitung

Vor allem dort, wo keine eindeutig stratifizierbaren Schotterterrassen oder Interglazialablagerungen vorkommen, erlangt die Bearbeitung der Geschiebemergel für die regionale Quartärgliederung besonderes Gewicht. Neben diesem noch heute im deutschsprachigen

Raum oft vordergründigen Forschungsanliegen gewinnen Untersuchungen zur genetisch begründeten Typisierung von Geschiebemergeln (\cong tills, engl.¹⁾) an Bedeutung. Im Mittelpunkt steht dabei die möglichst umfassende lithologische Charakterisierung der Sedimente mittels eines breiten Methodenspektrums (EHLERS 1990, HOUMARK-NIELSEN 1987, RAPPOL 1983, RAUKAS 1982). Dem Fragenkomplex der Verknüpfung von lithologischen Merkmalen und Genese der Tills widmete sich die Arbeitsgruppe „Genetic classification of tills and criteria for their differentiation“ innerhalb der „INQUA-Commission on genesis and lithology of Quaternary deposits“ (DREIMANIS 1988). Aus der norddeutschen Quartärliteratur sind u. a. folgende Beiträge zu dieser Problematik bekannt: EHLERS (1983, 1990), GRUBE (1980), RÖSSLER (1981, 1983), STEPHAN u. EHLERS (1983), wobei in der Regel auch eine Diskussion der englischen Terminologie vorgenommen wird.

DREIMANIS (1982, S. 21, engl.) definierte „Till“ als ein „Sediment, das durch oder von Gletschereis transportiert und abgelagert wurde, mit geringer oder ohne Sortierung durch Wasser“. Nach dieser heute weitgehend anerkannten Definition wäre durch Schmelzwässer umgelagertes Moränenmaterial nicht als Fließgeschiebemergel (flow till) zu bezeichnen, sondern sensu GRIPP (1981) als „tilloides Glacifluvial“ (vgl. auch EHLERS 1990). Derartige Sedimente wurden bei Gräfenhainichen gefunden und sollen hier mit den „echten“ Tills verglichen werden.

Anliegen dieser Arbeit ist es, auf der Grundlage einer detaillierten lithologischen Charakterisierung der Tills einen Beitrag zur Kenntnis ihrer Stratigraphie und Genese zu leisten. Die Probennahmen und Laboranalysen erfolgten mit dem Ziel, die laterale und vertikale Differenziertheit der Tills zu erfassen.

2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet ist räumlich eng begrenzt und umfaßt die auf Abb. 1 markierten Flächen in den Braunkohlentagebauen Gröbern und Golpa-Nord im Kreis Gräfenhainichen. Die Tagebaue befinden sich in der naturräumlichen Einheit Elbe-Mulde-Winkel, konkret im östlichen Bereich der Gräfenhainichener Grundmoränenplatte, die sich durch ein nahezu ebenes Relief mit Höhenlagen zwischen 80 und 100 mNN auszeichnet (LEGLER 1968).

3. Quartärgeologische Übersicht

Neuere Arbeiten zum Quartär im Gebiet um Gräfenhainichen liegen u. a. vor von DASSOW (1988), EISSMANN (1975, 1990), KNOTH (1978), MEISSNER (1979, 1983), MÜLLER (1988), PESTER u. RADTKE (1965). Zusammenfassende Darstellungen speziell zum Pleistozän im Tagebau Gröbern finden sich bei EISSMANN u. a. (1988) und WANSA u. WIMMER (1990), so daß hier nur das Wesentliche wiederholt werden soll.

Im Liegenden beginnt die quartäre Schichtenfolge (vgl. Abb. 2) mit der Unteren frühpleistozänen Schotterterrasse der Saale, in Golpa-N. Mulde-Material führend. Über wenigen Zentimetern meist glazigen gestörtem Dehlitz-Leipziger Bänderton lagert der Elster-1-Till. Durch die subglaziär-hydromechanische Anlage der Burgkennitzer Rinne während des Elster-1-Glazials wurden im Südtail des Tagebaues Gröbern alle älteren pleistozänen Sedimente bis einschließlich des 1. Elster-Tills sowie große Teile des Tertiärs ausgeräumt. Glazifluviatile Sande, Beckenschluffe, Fließgeschiebemergellagen und der 2. Elster-Till, häufig mit Relikten von Miltitzer Bänderton an der Basis, bilden hier den hangenden Abschluß der Rinnenfüllung. Mächtige Schmelzwassersedimente sowie Mischschotter²⁾ trennen das Elsterglazial- vom Saaleglazialstockwerk. Der Saale-Till wird fast

¹⁾ Die Begriffe „Geschiebemergel“ und „Till“ werden hier, wie allgemein üblich, synonym gebraucht; auf inhaltliche Unterschiede machte RÖSSLER (1981) aufmerksam.

²⁾ „Mischschotter“ sensu EISSMANN (1975) sind Flußablagerungen mit einer merklichen nordischen Komponente.

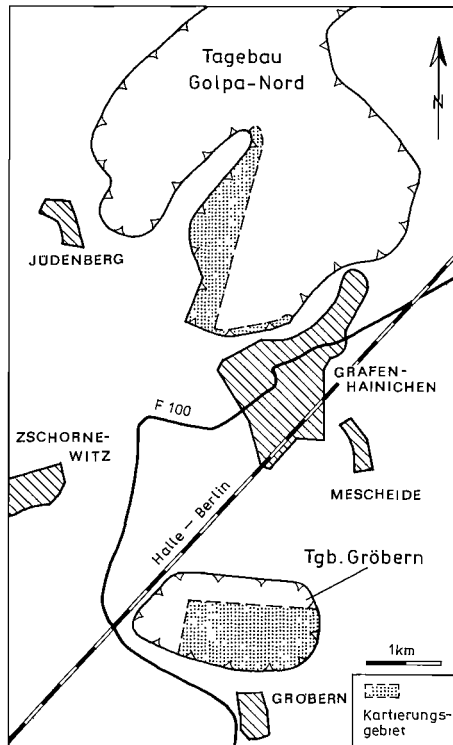


Abb. 1. Topographische Lage des Untersuchungsgebietes

überall von groben glazifluviatilen Sanden bedeckt, deren Geröllinventar dem Geschiebespektrum des unterlagernden Tills entspricht. In tiefer gelegenen Till-Mulden über der Burgkennitzer Rinne setzte noch im Saalespätglazial limnische Sedimentation ein. Der Gröberner See wirkte ohne Unterbrechung bis zum Ende des Weichselfrühglazials als Sedimentfalle. Intensive periglaziäre Denudation führte nachfolgend zur weitgehenden Einebnung des Reliefs. Das Profil endet im Hangenden mit Geschiebedecksand.

Die Gesamtmächtigkeit des quartären Deckgebirges beträgt im Tagebau Gröbern 30–35 m, im Rinnenbereich jedoch bis 120 m. Im Untersuchungsgebiet des Tagebaues Golpa-N. werden nur um 20 m erreicht, da die Geländehöhe hier 10–15 m unter dem Niveau von Gröbern liegt, d. h. bei 85 m NN.

4. Verbreitung, Mächtigkeiten und Lagerungsformen der Tills

Es konnten drei lithologisch und stratigraphisch unterscheidbare Geschiebemergelbänke nachgewiesen werden. Die unterste Bank (g1E) ist dem Elster-1-Glazial (Zwickauer Phase) zuzuordnen. Sie tritt in der Regel ungegliedert auf, lediglich in der Nähe des Randes der Burgkennitzer Rinne deutet sich örtlich eine Aufspaltung im hangenden Bereich an. Die Mächtigkeiten betragen in Gröbern 2–5 m, in Golpa-N. bis 4 m bei generell sölhlicher bis sehr flach welliger Lagerung. Während der Elster-1-Till (g1E) im Tagebau Gröbern außerhalb der

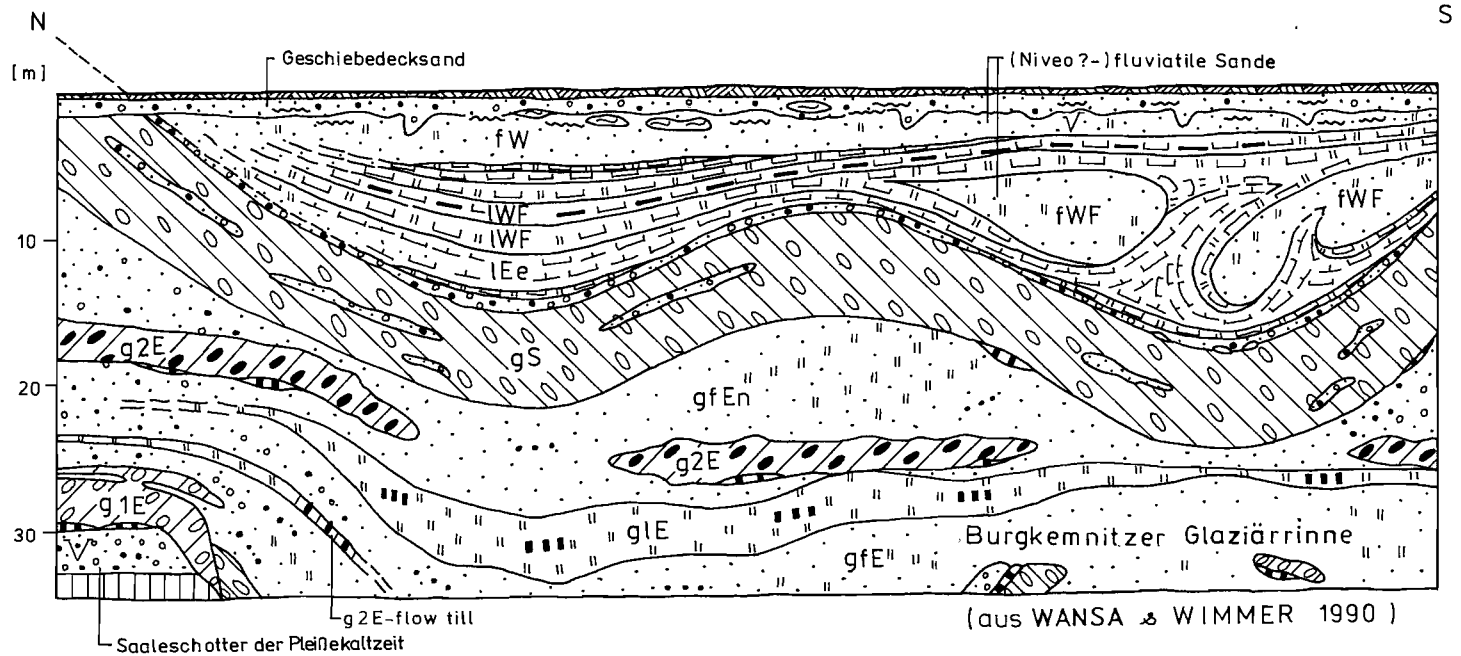


Abb. 2. Schematischer Schnitt durch die Quartärfolge am Nordrand der Burgkennitzer Rinne im Braunkohlentagebau Gröbern (überhöht)

Glaziärrinne nahezu lückenlos verbreitet ist, wurde er im benachbarten Tagebau durch elsterglaziale Schmelzwässer über weite Strecken bis auf eine Steinsohle erodiert, stellenweise fehlt jeder Hinweis auf elster-1-zeitlichen Till. Der Elster-2-Till (g2E) erreicht max. 4 m Mächtigkeit, ist aber in beiden Tagebauen auf größeren Flächen völlig ausgeräumt. Charakteristisch ist die abgebogene bzw. durchhängende Lagerungsform am Rand der Burgkennitzer Rinne (Abb. 2).

Bevorzugt am Rinnenrand treten elsterglaziale Fließgeschiebemergel (flow tills) mit Mächtigkeiten meist < 1 m auf.

Der Saale-Till (gS) wird in Gröbern im Maximum über 15 m mächtig, typisch sind mehr als 10 m. Seine Lagerungsform ist in weiten Teilen dieses Tagebaues durch weitspannige Sattel-Mulden-Strukturen gekennzeichnet, die infolge der weichseleiszeitlichen periglaziären Denudation im einzelnen schwer zu rekonstruieren sind. Wahrscheinlich ragte die Moränenoberfläche örtlich etwa 10–20 m über die rezente Rasensohle (Luftsättel). Im Tagebau Golpa-N. steht der Saale-Till nur lokal und stets an verwaschenen Kopfböschungen an, wodurch die Aussagekraft der Untersuchungsergebnisse eingeschränkt wird.

5. Untersuchungsmethoden und Ergebnisse

5.1. Geschiebeanalysen

Aus dem Bearbeitungsgebiet wurden 54 Proben (fast 23 000 Geschiebe zuzüglich Xylit und Neubildungen) nach TGL 25 232/01-05 analysiert, wovon 40 stratigraphisch interpretierbar waren. 12 Proben mit einer Geschiebeanzahl < 200 (überwiegend Elster-2-Till) und 6 entkalkte Saale-Till-Proben (4 davon mit weniger als 200 Geschieben) lieferten nur begrenzte Informationen.

Die Geschiebebestimmungen erfolgten grundsätzlich unter dem Binokular. Um den nicht völlig ausschließbaren subjektiven Analysenfehler so gering wie möglich zu halten, wurden alle Zählergebnisse selbst überprüft oder im Zweifelsfall Herrn Dipl.-Mineralogen H. MEINHARDT, Institut für mineralische Rohstoff- und Lagerstättenwirtschaft Dresden, zur Kontrolle vorgelegt.

Im wesentlichen sind die Geschiebe den Geschiebegruppen nach TGL 25 232/04 zugeordnet worden. Sie setzen sich im Untersuchungsgebiet wie folgt zusammen:

- Nordisches Kristallin (NK): alle Eruptiva und Intrusiva sowie Metamorphite (kristalline Schiefer). Auch die eckigen Quarze wurden hier eingeordnet, da sie als „Restquarze“ angesehen werden können.
- Paläozoische Kalksteine (PK): vorwiegend graue (gr), zum Teil auch rote (r) und verwitterte, selten schwarze (sz) Kalksteine, mitunter auch paläozoische Einzelfossilien in kalkiger Erhaltung. Zu den PKr wurden auch die nur partiell rötlichen gezählt.
- Paläozoische dünnplattige Tonsteine („Schiefertone“) (PS): vorwiegend graue, selten schwarze, rote, braune und glimmerige „Schiefertone“, zum Teil kalkhaltig
- Dolomite (D): Auf ihre Bestimmung mittels Magneson I-Test wurde besondere Sorgfalt verwandt. Dolomitische Sandsteine gehören zur Gruppe der Sandsteine und Quarzite.
- Feuersteine (F): frische (fr), abgerollte und verwitterte Feuersteine, zum Teil mit Kreide verwachsen. Lackglänzende Flinte wurden bei den verwitterten erfaßt.
- Mesozoische und känozoische Karbonatgesteine (MK): weiße Karbonatgesteine, sofern sie nicht eindeutig als paläozoisch identifiziert werden können, Schreibkreide ohne erkennbares Kieselsäuregels
- Sandsteine und Quarzite (S): Sandsteine in verschiedenen Farben (zum Teil kalkhaltig, dolomitisch oder sideritisch), quarzitisches Sandsteine und Quarzite
- Quarze (Q): gerundete Quarze, auch mit geringfügigen Feldspat- oder Glimmerverwachsungen
- Sonstige Geschiebe (SO): Ton- und Schluffsteine (zum Teil karbonatisch), Konglomerate, Kieselschiefer, Tertiärquarzite, Pyrit, Silifikate, Tonschiefer, Grauwacken
- Xylite (XY): meist Xylit (mitunter doppleritisch), wenige braunkohlenführende Schluffe
- Neubildungen (NB): weiße bis hellgraue Kalkneubildungen (NBca) von geringer Festigkeit und durch Fe-Verbindungen verursachte Neubildungen (NBfe).

Tabelle 1
Geschiebeanalysen – Mittlere, minimale und maximale Prozentanteile der Geschiebegruppen

		G/kg	NK	PK	PS	D	F	MK	S	Q	SO	XY ²⁾	NB ²⁾
Saale-Till 25 Proben	\bar{x}	47,9	29,4	42,4	0,5	1,5	2,6	0,5	14,1	8,0	0,9	2,3	0,4
	min.	31,0	25,0	34,5	0	0	0,4	0	9,5	2,7	0,2	0	0
	max.	73,3	33,5	52,8	2,1	3,5	4,8	1,6	17,4	13,3	1,8	7,9	5,4
Elster-2-Till (incl. flow till) 8 Proben	\bar{x}	29,3 ¹⁾	27,8	20,4	0,7	0	5,8	1,3	20,9	20,8	2,4	9,0	0,3
	min.	7,6 ¹⁾	18,9	12,4	0	0	2,9	0,4	17,2	6,4	1,2	1,9	0
	max.	59,9	40,2	27,8	1,3	0	6,9	2,7	24,7	32,7	3,4	20,4	0,6
Elster-1-Till 7 Proben	\bar{x}	52,5	28,7	22,0	0,7	0	7,9	2,5	14,1	21,5	2,5	0,9	0
	min.	36,1	19,5	9,9	0,4	0	3,5	1,3	10,4	8,5	1,7	0,3	0
	max.	74,7	33,4	28,5	1,1	0	13,9	4,7	19,1	44,3	3,6	1,9	0

¹⁾ Es sind auch die Proben erfaßt worden, die bei den Prozentanteilen der Geschiebegruppen wegen zu geringer Geschiebeführung unberücksichtigt blieben.

²⁾ Die Prozentangaben von XY und NB sind auf die Summe aller anderen Geschiebe bezogen worden.

Für die stratigraphische Interpretation der Analysenergebnisse gelten nach MÜLLER (1988) für das mittlere Elbegebiet folgende Kriterien:

- Elster-1-Grundmoräne: Ffr/PK \geq 0,27 (meist > 0,30), NK/D meist > 50, PKgr/PK_r + sz \approx 10, viel Quarz, wenig Tertiärmaterial
- Elster-2-Grundmoräne: kann bisher nicht geschiebeanalytisch abgetrennt werden
- Saale-1-Grundmoräne: Ffr/PK < 0,27 (meist < 0,20), NK/D meist > 50, PKgr/PK_r + sz \approx 17, viel Quarz, mehr Tertiärmaterial als in Elster-1-Moräne
- Saale-2-Grundmoräne: Ffr/PK < 0,20, NK/D < 42 (meist < 28), wenig Quarz (9 \pm 3%), PKgr/PK_r + sz wie in S1, mehr Tertiärmaterial als in E1 und S1.

Tabelle 2. Geschiebeanalysen –

Profil-Nr.	Proben-Nr.	Gesch.-Anzahl	G/kg	Prozentanteile der Geschiebegruppen						
				NK	PK	PS	D	F	MK	S
1	2	527	50,7	30,2	37,0	2,1	1,1	2,3	0,2	16,5
	3	499	49,9	30,3	36,3	0,4	2,8	3,8	0,8	13,4
	4	476	47,6	30,3	45,6	0,4	0,4	2,1	0,2	15,1
	5	422	42,2	32,0	42,2	0	2,2	0,9	0,2	14,5
2	12	556	48,8	30,6	39,4	0,7	2,0	3,9	0,4	13,7
	14	593	51,6	28,7	46,0	0,5	0,3	1,9	0,3	10,6
	17	701	63,7	29,5	41,0	0,7	1,0	3,3	0,3	14,0
	18	539	53,9	30,2	44,1	0,4	3,5	2,2	1,3	9,5
3	1	135	13,5	41,5	24,5	3,0	0	4,4	0	15,6
	2	329	32,3	32,2	21,3	1,2	0	6,1	0,6	19,8
	3	573	52,6	27,6	17,6	0,5	0	6,6	0,9	16,2
	4	372	36,1	31,7	29,0	1,1	0	7,8	2,7	14,8
	5	706	58,8	20,0	12,8	0,4	0	4,7	2,1	14,0

¹⁾ Die Prozentangaben von XY und NB sind auf die Summe aller anderen Geschiebe bezogen worden.

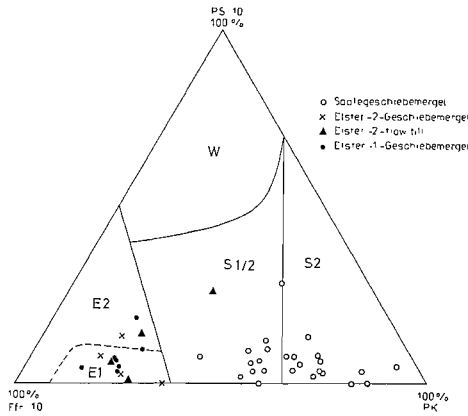


Abb. 3. Auswertungsdreieck – TGL 25232/06, verändert nach MÜLLER (1988) für den Raum Dessau–Wittenberg–Gräfenhainichen

Die in Abb. 3 und Tab. 1 u. 2 vorgenommene Stratifizierung der Proben berücksichtigt sowohl die Geschiebeverteilung als auch die Lagerungsverhältnisse der Tills. Folgende Tendenzen zeichnen sich ab:

Die **Elster-Tills** sind zwar nur durch 15 Proben repräsentiert, lassen sich aber anhand zweier Merkmale gut untergliedern. So ist der Geschiebegehalt (Geschiebeanzahl je kg) im Elster-1-Till (g1E) größer als im Elster-2-Till (g2E). Der XY-Gehalt liegt im g1E meist unter 2%, im g2E darüber (Tab. 1). Unklar bleibt die stratigraphische Stellung der flow tills zwischen g1E und g2E. Nach dem Geschiebegehalt und dem Xylitgehalt handelt es sich eindeutig um g2E-Material, doch rechnet MÜLLER (1988) mit einer verstärkten Aufnahme

Zählergebnisse ausgewählter Profilfolgen

Q	SO	XY ¹⁾	NB ¹⁾	Quotienten					Strati- graphie
				NK/PS	NK/D	NK/PK	Ffr/PK	PK + D/S	
9,5	1,1	3,4	0	14,4	26,5	0,8	0,04	2,3	S
11,0	1,2	0,6	0	75,5	10,8	0,8	0,07	2,9	S
5,1	0,8	3,2	0	72,0	72,0	0,7	0,03	3,0	S
7,1	0,9	2,4	0	*	15,0	0,8	0,02	3,1	S
8,1	1,2	3,9	0	42,5	15,4	0,8	0,08	3,0	S
10,3	1,4	4,0	0	56,7	85,0	0,6	0,03	4,4	S
9,8	0,4	2,9	0,1	41,4	29,6	0,7	0,06	3,0	S
8,2	0,6	2,4	0,2	81,5	8,6	0,7	0,04	5,0	S
9,6	1,4	20,7	0	14,0	*	1,7	0,18	1,6	2E
17,6	1,2	19,1	0,6	26,5	*	1,5	0,26	1,1	2E
28,1	2,5	7,0	0,2	52,7	*	1,6	0,36	1,1	2E
9,7	2,2	0,8	0	29,5	*	1,1	0,24	2,0	1E
44,3	1,7	0,7	0	47,0	*	1,6	0,34	0,9	1E

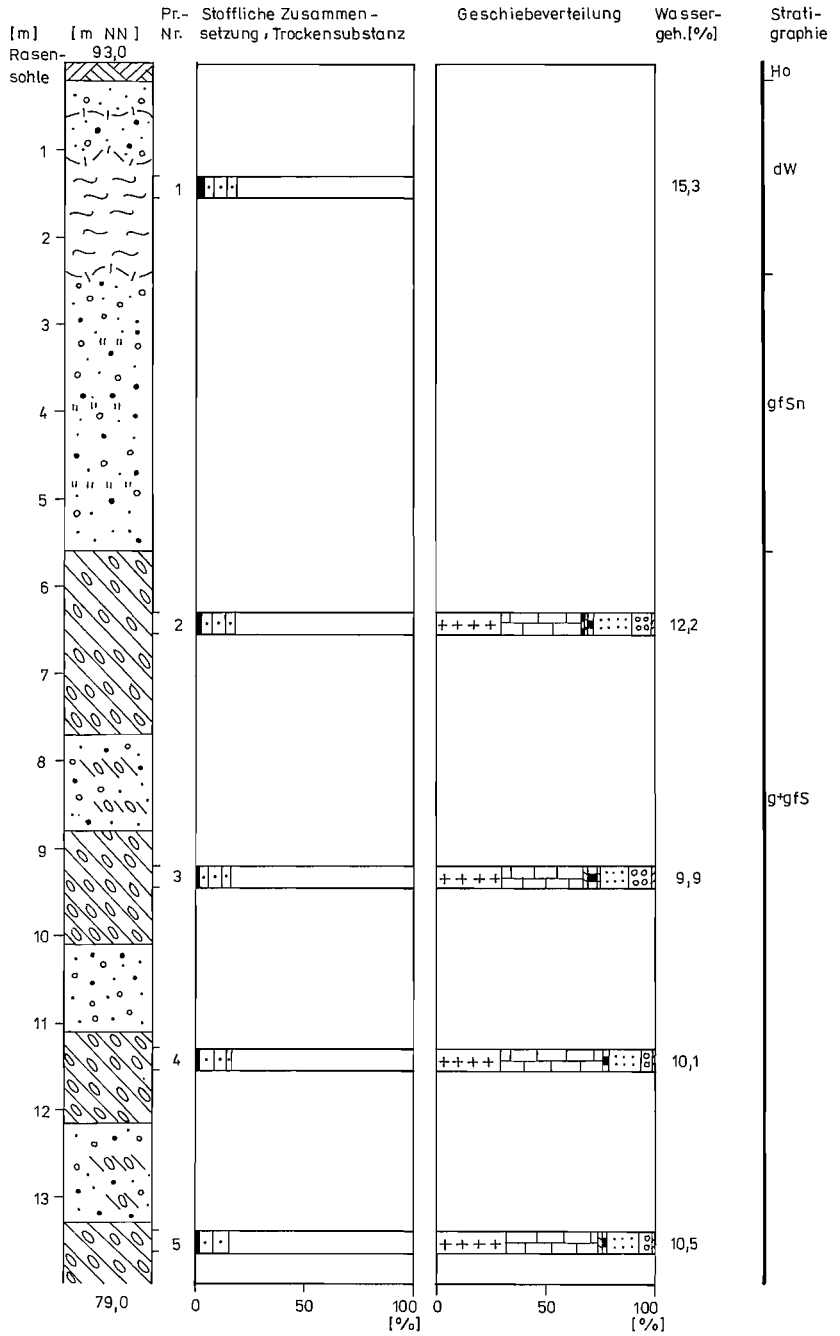


Abb. 4. Profil 1, Proben 1/1-5 - Gröbern

von Tertiärmaterial durch den Gletscher bereits am Ende der Elster-I-Vereisung (Zwickauer Phase), so daß nicht endgültig entschieden werden kann, ob diese Till-Lagen einem späten Abschnitt der ersten oder einem frühen Abschnitt der zweiten Elstervereisung (Markranstädter Phase) zuzuordnen sind. Die vorerst gewählte Bezeichnung „g2E-flow till“ trägt dem geschiebestatistischen Befund Rechnung. Allerdings ist zu bedenken, daß diese Ablagerungen, für deren Entstehung eine eisrandnahe Position vorausgesetzt werden darf, vom g2E mitunter durch mächtige Beckenschluffe getrennt sind, was für ein elster-I-glaziales Alter spricht.

Die Quotienten gestatten keine Trennung zwischen g1E und g2E (vgl. Tab. 2). Inwieweit die differierenden S- und MK-Gehalte zur Abgrenzung herangezogen werden können, ist wegen der geringen Probenzahl nicht zu entscheiden. Dolomit wurde nur in einer g2E-Probe gefunden. Im g1E deutet sich die von EISSMANN (1982) nachgewiesene und begründete Abnahme des Quarzgehaltes vom Liegenden zum Hangenden an (vgl. Abb. 6 u. Tab. 2), auch der Geschiebegehalt zeigt diese Tendenz.

Bei den 25 Proben mit jeweils mehr als 200 bestimmten Geschieben aus dem **Saale-Till** ergaben sich besonders in den Verhältnissen NK/D, NK/PK, Ffr/PK und Pk + D/S markante Unterschiede zu den Elster-Tills (Tab. 2). Der Geschiebegehalt (G/kg) ähnelt dem des g1E. Der PK-Gehalt ist etwa doppelt so groß wie im g1E und g2E. Dagegen sind die Gehalte an F, MK und Q deutlich geringer als in den älteren Geschiebemergeln.

Für die Unterscheidung von S I- und S II-Grundmoränen im Sinne der TGL 25232/06 bzw. CEPEK (1967) hat der NK/D-Wert besondere Relevanz. Die ermittelten Verhältnisse von NK/D, NK/PK und auch PK + D/S kennzeichnen den Saale-Till des Untersuchungsgebietes als zwischen S I und S II stehend. MÜLLER (1988) führte im Auswertungsdreieck ein entsprechendes S 1/2-Feld ein (Abb. 3). Der im Vergleich zu typischen S I-Geschiebemergeln erhöhte Dolomitgehalt ist nach MÜLLER (1988) durch eine Änderung der Eisstromrichtung auf NE – SW noch in der Leipziger Phase erklärbar. Eine Zunahme des Dolomitanteils vom Liegenden zum Hangenden konnte aber nicht registriert werden, wodurch das Moränenmaterial als relativ isochrone Bildung ausgewiesen wird. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist das Gebiet um Gräfenhainichen während der Zeitzer und Leipziger Phase der Saaleeiszeit ohne Unterbrechung eisbedeckt gewesen. Der mächtige Geschiebemergel wird im wesentlichen als Ablagerung der Leipziger Phase betrachtet.

5.2. Korngrößenanalysen

Üblicherweise beschränken sich Aussagen zur Kornverteilung von Tills auf Angaben zum Ton-, Schluff- und Sandgehalt, die unter Umständen zur Untermauerung der Till-Stratigraphie beitragen können. Leider werden die von MARSAL (1967) und FÜCHTBAUER & MÜLLER (1970) vorgestellten Parameter für die Kennzeichnung von Kornverteilungen bei Geschiebemergeluntersuchungen kaum genutzt. Der Vorteil dieser Moment-Parameter besteht in der Berücksichtigung aller ermittelten Gewichtsanteile von Korngrößenfraktionen (FÜCHTBAUER u. MÜLLER 1970, WELLER 1985). Durch den Einsatz von EDV-Technik kann der damit verbundene hohe Rechenaufwand minimiert werden.

Die Kornverteilungen der Tills wurden im Bodenphysikalischen Labor des Braunkohlenkombinates Bitterfeld in Beuna an Probenmaterial aus Stechzylindern (10 cm Durchmesser) nach TGL 11462/07 ermittelt. Über das Grundprogramm SUPERCALC und das von Herrn Geol.-Ing. K. SOMMERWERK, Braunkohlenwerk Geiseltal, entwickelte Anwenderprogramm LITHOKE wurden mittels Bürocomputer die Moment-Parameter berechnet. Dafür war die Eingabe der Klassenmitten (Mitten der Korngrößenfraktionen in Φ -Graden) und der darauf bezogenen kumulativen Häufigkeiten erforderlich. Die Klasse $< 0,002$ mm wurde als Klasse bis $0,0002$ mm betrachtet und erhielt die Klassenmitte $10,62675 \Phi$. Bedingt durch das Materialangebot in den Stechzylindern blieb der Grobkies- und Steinanteil faktisch unberücksichtigt. Alle Kornsummenkurven enden bei 99%. Für die Berechnungen wurde 99% gleich 100% gesetzt.

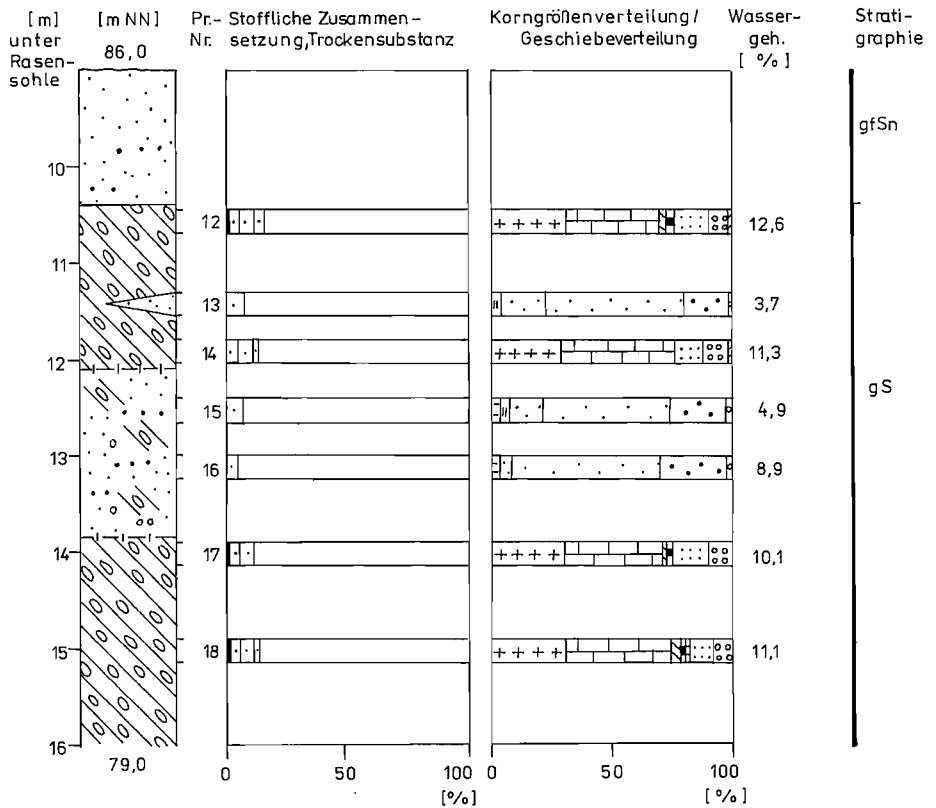


Abb. 5. Profil 2, Proben 2/12-18 - Gröbern

Insgesamt liegen die Kornverteilungen von 101 Till-Proben vor:

- Gröbern:	gS	44	Proben
	g2E	14	„
	g2E-flow till	10	„
	g1E	10	„
- Golpa-N.:	gS	9	„
	g2E	8	„
	g1E	6	„

Es wurden jeweils zwei Proben im Abstand von 1,5 m aus dem selben Niveau entnommen. Bis auf eine gS-Probe aus Golpa-N. waren alle für die Analysen nutzbar.

Die **mittleren Kornsummenkurven** der stratigraphisch unterscheidbaren Till-Bänke liegen mit Ausnahme der g2E von Gröbern und Golpa-N. dicht beieinander. Sie sind durch einen steileren Abschnitt im Fein- und Mittelsandbereich charakterisiert, der am deutlichsten im g2E-Golpa und im g2E-flow till ausgeprägt ist (Abb. 7). Den geringsten Ton-/Schluffgehalt führen die Golpaer Elster-Tills, den eindeutig höchsten der g2E-Gröbern (Tab. 3). Auffällig ist die generell abrupte Häufigkeitsabnahme in der Grobsandfraktion.

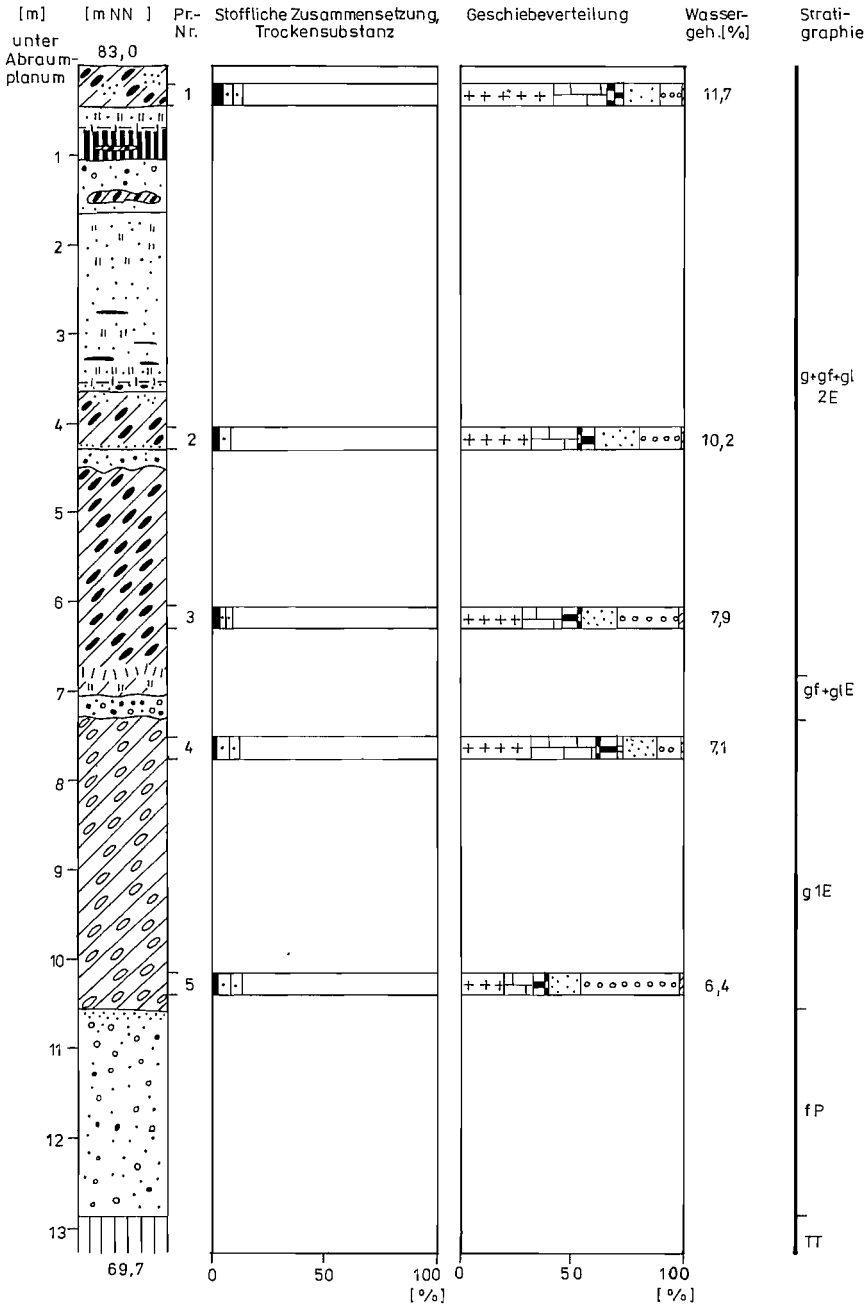


Abb. 6. Profil 3, Proben 3/1-5 - Gröbern

Tabelle 3
Mittlere Kornverteilungen [%]

	T	UF	UM	UG	SF	SM	SG	KF	KM
Gröbern									
gS	17	6	7	14	24	20	6	2	3
g2E	17	11	21	21	21	5	2	1	0
g2E-flow till	12	8	8	11	33	20	4	1	2
g1E	11	7	9	14	26	20	7	3	2
Golpa-N.									
gS	12	7	10	16	27	20	5	1	1
g2E	7	6	5	11	33	26	6	2	3
g1E	11	6	8	12	26	23	9	2	2

T – Ton, UF – Feinschluff, UM – Mittelschluff, UG – Grobschluff, SF – Feinsand, SM – Mittelsand, SG – Grobsand, KF – Feinkies, KM – Mittelkies

Bei einem Vergleich aller Einzelproben ergab sich, daß 8 gS-Proben bereits ab der Grobschlufffraktion einen merklich steileren Kurvenverlauf aufweisen. Der stets flache Verlauf der Gröberner g2E-Summenkurven wird nur von zwei Proben nicht bestätigt, die ein markantes Grobschluffmaximum zeigen. Beziehungen zwischen den abweichenden Kornverteilungen einzelner Proben und der Position im Vertikalprofil, den Lagerungsverhältnissen der Till-Bank oder dem Kalkgehalt konnten nicht festgestellt werden (vgl. BIERMANN 1984, LINKE u. VALETON 1984).

Im Hinblick auf die Frage nach den Interpretationsmöglichkeiten von Kornverteilungen glaziger Sedimente im allgemeinen und nach den Ursachen der andersartigen Kornsummenkurven der g2E-Proben im besonderen sollen einige Quellen zu Rate gezogen werden. Als Haupteinflußgrößen für die Korngrößenzusammensetzung von Basalgeschiebemergeln gelten nach SLADEN u. WRIGLEY (1983) unter Bezugnahme auf andere Autoren:

- die Ausbildung des überfahrenen Untergrundes
- die Länge des Transportweges von der Materialaufnahme bis zur Ablagerung
- die Aufnahme älterer, aufgearbeiteter Sedimente
- die postsedimentäre Verwitterung.

REINECK u. SINGH (1973) führten nach KUKAL (1970) außerdem die morphologischen Verhältnisse und die Eisbewegungsgeschwindigkeit, die Position des transportierten Materials bezüglich des Gletschers, die Art der Ablagerung und die nachfolgende Aufarbeitung durch Schmelzwässer an. Daraus erklären sich die oft stark variierenden Korngrößenzusammensetzungen, wie sie z. B. HÖFLE (1983, S. 41) für die Elstermoränen auf der Osterholz-Scharmbecker Geest (Elbe-Weser-Dreieck) beschrieb: „Während die untere Moräne aus einem braungrauen stark sandigen, schwach kiesigen, tonigen Schluff (= Geschiebelehm) besteht, ist die obere ein grüngrauer, schluffiger, kiesiger Sand (= Geschiebesand).“ NIELSEN (1983) stellte typische Kornsummenkurven für verschiedene in Dänemark untersuchte genetische Geschiebemergeltypen vor, aus denen hervorgeht, daß der Austageschiebemergel (melt-out till) und der Fließgeschiebemergel (flow till) gegenüber dem Basalgeschiebemergel (lodgement till) durch einen gleichmäßigeren Kurvenanstieg charakterisiert sind, wobei der Feinkornanteil jedoch wesentlich geringer als im g2E-Gröbern ist.

Von besonderer Relevanz für die Wertung der bei Gräfenhainichen ermittelten Kornverteilungen ist der Vergleich mit den Ergebnissen aus der Leipziger Tieflandsbucht (EISSMANN 1975, 1982) und dem mittleren Elbegebiet (MÜLLER 1988). Die bei EISSMANN (1975, S. 30) abgebildeten Streubreiten der Korngrößenzusammensetzungen stratigraphisch verschiedener Geschiebemergel stimmen mit den eigenen Untersuchungsergebnissen gut bis sehr gut überein. EISSMANN (1982) und MÜLLER (1988) führen den hohen Feinkornanteil des g2E auf

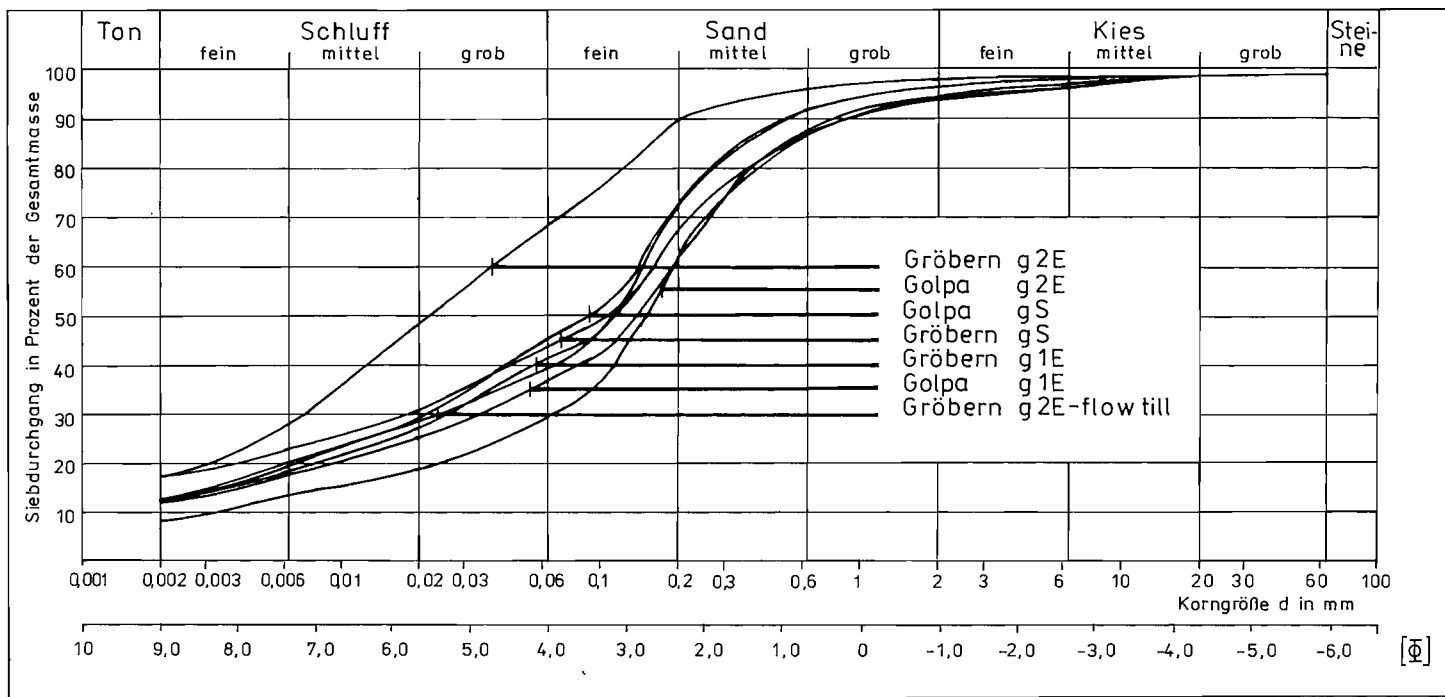


Abb. 7. Mittlere Kornsummenkurven

die verstärkte Aufnahme tertiären Materials zurück. MÜLLER nannte Tone, Schluffe und Feinsande aus mehreren tertiären Sediment-Komplexen sowie Braunkohle und kohlige Sedimente. Auch im Gräfenhainichener Raum ist der g2E durch reichlich Tertiärmaterial geprägt, doch bleibt die Frage nach der Ursache für die Grobkörnigkeit des g2E von Golpa-N. Einerseits kann man darin einen Beleg für die beträchtliche laterale Variabilität des g2E sehen, andererseits kann aber auch nicht ausgeschlossen werden, daß es sich in Golpa-N. um die von EISSMANN (1981, 1987) dargestellte obere Bank des g1E handelt. Dann würde der g2E im Untersuchungsgebiet des Tagebaues Golpa-N. jedoch völlig fehlen.

Nachfolgend sollen die **Moment-Parameter** Mean, Standard Deviation, Skewness und Kurtosis betrachtet werden.

Mean: Die mittleren Korndurchmesser (Mean) streuen im gS zwischen 0,03 und 0,11 mm (\bar{x} in Gröbern und Golpa-N. = 0,05 mm), wobei erhebliche laterale Unterschiede auftreten. So sind im Profil 1 nahezu alle Einzelproben feinkörniger als der gS im Profil 2. Mitunter deuten sich auch in der Vertikalen schwache Tendenzen einer Abnahme oder Zunahme der mittleren Korndurchmesser an. Eine klare Differenzierung ohne jegliche Überschneidung bei den Einzelproben ergibt der Vergleich des Gröberner g2E mit dem g2E-flow till, hingegen ähneln sich gS und Elster-2-flow till. Mit 0,02 mm ist der g2E-Gröbern der unbestritten feinkörnigste Till im Untersuchungsgebiet. Der Golpaer g2E weist mit \varnothing 0,09 mm den größten Mean-Wert auf, gefolgt von den beiden g1E mit jeweils 0,07 mm.

Standard Deviation: Als Kennzeichen der Tills gilt die im Normalfall fehlende bzw. extrem schlechte Kornsortierung. Entsprechend groß ist die Standardabweichung (Standard Deviation: > 2,60 (nach FRIEDMAN 1962). Alle untersuchten Proben entsprechen diesem Kriterium. Mit Ausnahme des g2E-Gröbern sind die durchschnittlichen Sortierungswerte stets > 3 (Abb. 8).

Skewness: Durch die Schiefe (Skewness) wird die Asymmetrie der Kornverteilungskurve beschrieben. Lediglich 7 der 101 Proben enthalten negativ schiefes Material, d. h. hier dominieren die größeren Kornfraktionen. Die Durchschnittswerte liegen in der Regel im stark positiven Bereich (> + 0,30 nach FOLK u. WARD 1957), doch ist die Variationsbreite erheblich. Nur im feinkörnigen g2E von Gröbern ist die positive Schiefe geringer ausgebildet, beim gS-Gröbern liegt sie im Grenzbereich positiv – stark positiv.

Kurtosis: Die Kurtosis charakterisiert die Gipfligkeit der Kornverteilungskurve. Außer dem Golpaer g2E weisen die Tills platykurtose (flachgipflige) Kurvenverläufe auf (Kurtosis < 3), allerdings mit beträchtlichen Streubreiten, die, mit Ausnahme des Gröberner g2E, auch in den leptokurtosen (spitzgipfligen) Bereich greifen.

Clusteranalysen nach dem iterierten Minimaldistanzverfahren MINDS (STEINHAUSEN u. LANGER 1977) auf der Basis der Häufigkeiten der Korngrößenklassen ergaben bei Clusterläufen mit 3, 4 und 5 Clustern jeweils ein stabiles, ausschließlich mit den g2E-Proben aus Gröbern besetztes Cluster. In Golpa-N. erlauben die Clusteranalysen eine gewisse Abgrenzung der Elster-Tills gegen den Saale-Till.

5.3. Chemische Analysen

Die chemischen Analysen beschränken sich hier auf die Bestimmungen von Kalkgehalt und Anteil an organischer Substanz, die am Physisch-geographischen Labor der Sektion Geographie der Martin-Luther-Universität Halle erfolgten.

Der Kalkgehalt wurde nach der SCHEIBLER-Methode ermittelt. Es wurde nur das Karbonat der Matrix (Fraktion < 2 mm) erfaßt. Für die quantitative Bestimmung der organischen Substanz ist der Glühverlust bei 800–850°C genutzt worden. Da sich CaCO₃ bei 825°C zersetzt, machte sich eine Umrechnung erforderlich. Der reduzierte Glühverlust (Differenz zwischen Glühverlust und CO₂-Anteil im CaCO₃) entspricht annähernd dem Gehalt an organischer Substanz. Insgesamt wurden von 60 Proben die Kalkgehalte und die Anteile an organischem Material bestimmt.

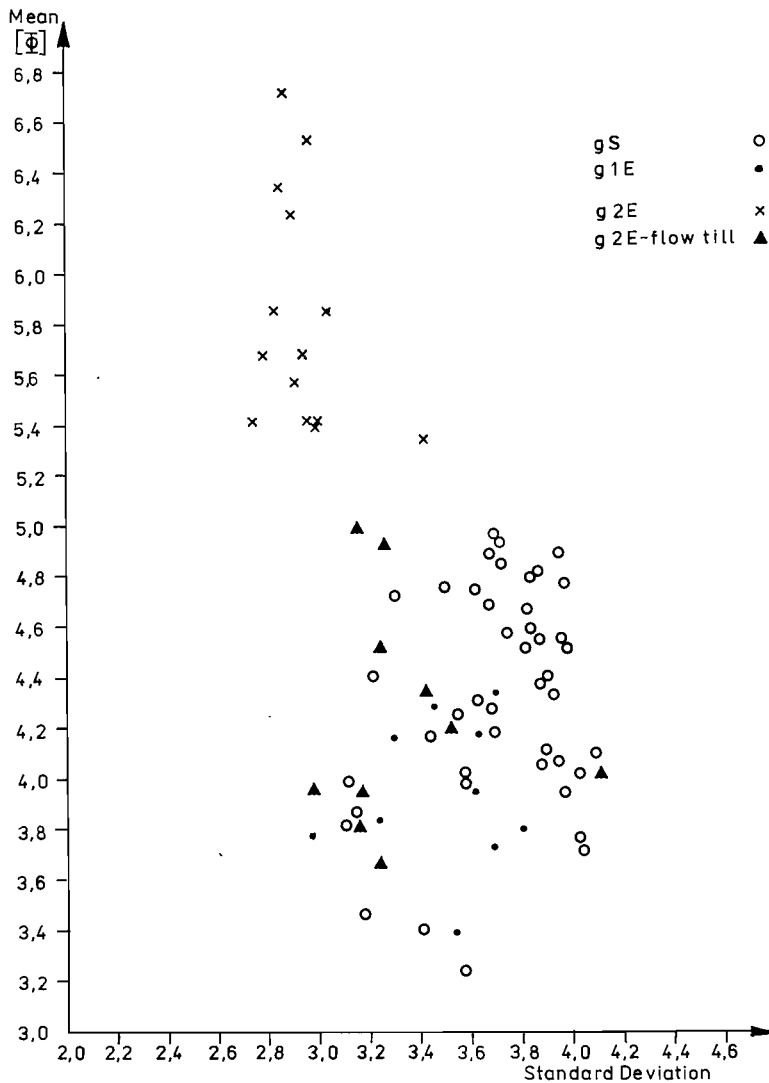


Abb. 8. Momentkorrelogramm Mean-Standard Deviation

Den größten **Kalkgehalt** mit \varnothing 14% führt der Saale-Till, der auch den höchsten Anteil an PK-Geschieben aufweist. In den Mittelwert sind nur die Gröberner Proben einbezogen, da sie in den Vertikalprofilen keinerlei Anzeichen einer allmählichen Kalkreduzierung erkennen lassen. Die Grenzen zum Geschiebelehm sind relativ scharf, verlaufen aber nur selten geradlinig, sondern zeigen viele Ausbuchtungen in der dm-Dimension. Farbwechsel infolge von Eisenoxidfällungen stimmen nur im Ausnahmefall mit der Entkalkungsgrenze überein (vgl. FELIX-HENNINGSSEN 1981). Wo der Geschiebemergel direkt unter dem Geschiebedecksand ansteht, erreichen die Entkalkungstiefen normalerweise 1,5–2,3 m von der Rasensohle aus bzw. max. 1,6 m im Till. Im Liegenden der

jungpleistozänen Limnite von Gröbern kommt nirgends entkalkter Till vor. Bei einigen gS-Profilen sind die größten Kalkgehalte in der jeweils obersten Geschiebemergelprobe festgestellt worden (Abb. 4 u. 5). Vermutlich ist diese Erscheinung auf eine geringe Kalkverlagerung aus dem Hangendbereich in das unmittelbar unterlagernde Substrat zurückzuführen.

Der Kalkgehalt des Gröberner g1E beträgt im Mittel 11% und der des g2E (incl. flow till) 7%. Fast alle gS-Proben enthalten einen höheren CaCO₃-Anteil als die g2E-Proben.

Der erhöhte **Gehalt an organischer Substanz** im g2E (incl. flow till) von Gröbern (Ø 3,4%) steht zwar im Einklang mit dem großen Xylitgehalt, doch ist auf die beachtliche Streubreite von 0,2 bis 8,0% hinzuweisen sowie auf die Tatsache, daß der organische Anteil im gS durchschnittlich nur 0,8% und im g1E 2,1% beträgt, obgleich der Xylitgehalt im gS höher ist als im g1E. In Golpa-N. wurden die höchsten Gehalte an organischem Material im gS-Geschiebelehm (Ø 4,2%) festgestellt, der zum Teil sichtlich durch den hangenden Humushorizont beeinflusst ist. Bei den kalkhaltigen Proben aus diesem Tagebau liegen die mittleren Gehalte des gS, g1E und g2E jeweils zwischen 1 und 2%.

5.4. Farbliche Kennzeichnung

Für die Bestimmung der Till-Farben wurde die TGL 34329-Gesteinsfarben genutzt. Leider fiel es oft schwer, das Substrat sicher einem TGL-Farbtönen zuzuordnen. In diesen Fällen wurde versucht, näherungsweise einen Farbtönen anzugeben, der zwischen zwei in der TGL enthaltenen Farben liegt (Bsp.: SBG-SLG; S.K-S entspricht dunkler als S.K). Auf methodische Fragen kann hier nicht näher eingegangen werden (siehe dazu WANSA 1989).

Nach TGL 34329 bestimmte Till-Farben:

WLG — Weißolivgrau	MNG — Mittelgrüngrau
HLG — Hellolivgrau	HGL — Hellgrauoliv
MLG — Mittellolivgrau	DRK — Dunkelrotocker
DLG — Dunkelolivgrau	D.K — Dunkelocker
SLG — Schwarzolivgrau	S.K — Schwarzocker
DBG — Dunkelbraungrau	S — Schwarz
SBG — Schwarzbraungrau	

Elster-1-Till

- Hauptfarbtöne: MLG, DLG, SLG
- untergeordnet: S.K-S, DLG-SBG, SLG-S.K

In Abhängigkeit von der Kornverteilung und vom Wassergehalt differieren die olivgrauen Farbtöne (hell \cong geringem Wassergehalt). Bei frischem Anschnitt weist der Geschiebemergel deshalb häufig unregelmäßige Farbwechsel im dm-Bereich auf, so daß er gefleckt erscheint. S.K-Töne treten vor allem bei höherem Sandgehalt auf. Sehr dunkle Farben (S.K-S) deuten auf Bereiche mit aufgearbeitetem Tertiärmaterial, die jedoch von untergeordneter Bedeutung sind.

Elster-2-Till

- Hauptfarbtöne: S.K, SLG mit bräunlichem Schimmer, S.K-S
- untergeordnet: DLG, SLG

Die im Vergleich zum g1E dunkleren Farbtöne resultieren aus der Aufnahme und Aufarbeitung tertiären Materials. Häufig wurden Kohlepartikel mit über 1 cm Durchmesser gefunden (vgl. EISSMANN 1982, MÜLLER 1988).

Elster-2-flow till

Nach der TGL wäre das Material oft als bunt anzusprechen. Die Heterogenität des Farbgefüges ist durch den Wechsel zwischen olivgrauen, oliven und braungrauen Farben mit

bläulichem oder bräunlichem Akzent gekennzeichnet. Meist dominieren olivgraue Töne. Wo gehäuft Tertiärmaterial eingearbeitet ist, kommen dunklere, g2E-ähnliche Farben vor. Im Gegensatz zum g1E sind die Farbwechsel vornehmlich in Lagen, zum Teil streng parallel, geordnet. Innerhalb der relativ farbkonstanten, max. 30 cm mächtigen Lagen treten andersfarbige Bereiche auf, die entweder an Linsen bzw. Flasern gebunden sind oder konvolute Texturen (Schlieren) bilden. Das Farbgefüge spiegelt sehr deutlich Fließprozesse wider, die mit ausschlaggebend für die Klassifizierung als flow till waren.

Saale-Till

- Hauptfarbtöne: DLG-S.K, SLG-S.K, DBG-DLG
- untergeordnet: DLG, SLG, heller als S.K

Vor allem unter dem limnischen Jungpleistozänbecken von Gröbern ist folgende Horizontierung zu beobachten: Im hangenden, bis ca. 1 m mächtigen Bereich ist der Geschiebemergel etwas dunkler als HGL, manchmal auch MNG. Darunter folgt ein max. 1,7 m mächtiger MLG-Horizont mit rötlich-bräunlichem Schimmer. Im Liegenden schließt sich dann der typische gS mit den genannten Hauptfarbtönen an. Die Grenzen sind stets diffus, die Farbkontraste insgesamt wenig auffällig. Zu den Ursachen der Farbdifferenzen wurden keine Untersuchungen durchgeführt. Eine Abnahme des Kalkgehaltes zum Hangenden tritt nicht auf.

Weit intensiver ist der gS örtlich an der Südböschung des Tagebaues Gröbern verwittert. Hier kommt Geschiebelehm in den Farben WLK-HLG (überwiegend im oberen Bereich), DRK-D.K und DRK vor. In der Regel ist er in diesen Farbtönen gefleckt, vorherrschend in vertikal gerichteten Texturen. Die Enkalkungsgrenze verläuft oft durch DRK-gefärbtes Material. Ohne scharfe Grenze sind ein oberer Bleichhorizont und ein unterer Oxidanreicherungshorizont unterscheidbar (vgl. FELIX-HENNINGSEN 1981).

Eine **Gesamteinschätzung** über die Trennbarkeit der Tills im Untersuchungsgebiet nach dem Farbgefüge fällt nicht leicht. Der g2E kann relativ gut ausgehalten werden, wohingegen eine ausschließlich nach der Farbe vorgenommene Unterscheidung zwischen dem g1E und dem gS kaum zuverlässig wäre. Die Variabilität der Farbspektren des gS und des g2E läßt aber ebenfalls Zweifel an der Möglichkeit einer sicheren Abgrenzung aufkommen.

5.5. Gefügeuntersuchungen und Genese

Der g1E ist generell schichtungslos. Mitunter sind unregelmäßig geformte Mittel- und Feinsandlinsen mit Durchmessern im dm-, seltener im m-Bereich festzustellen. Scherflächen und eine basisnahe Klüftung treten nur örtlich in Erscheinung.

Einregelungsmessungen an länglichen Geschieben (längste Achse 1–10 cm) ergaben ein deutliches Maximum in der N–S-Richtung.

Die Till-Unterfläche ist vereinzelt durch Grabenstrukturen gestört, die von steilen Verwerfungen (Sprunghöhe max. 1,1 m) begrenzt werden und sowohl den g1E als auch die unterlagernden Schotter betreffen. Alle Bruchflächen klingen im g1E sofort aus, d. h., sie sind nur innerhalb der Schotter und an der Grenze Schotter – Till sichtbar. Daraus muß man auf einen plastischen Zustand des Tills während der Grabenbildung schließen.

Insbesondere im Bereich der Burgkennitzer Rinne ist der obere Teil des g2E häufig durch Fließtexturen charakterisiert. Diffuse, sehr unregelmäßig verlaufende Übergänge, nahezu ohne Farbwechsel, von typischem Till zu schluffigem Material mit Sandschlieren, das wohl größtenteils aus aquatisch aufgearbeitetem Till besteht, sind vielfach zu beobachten. Im g2E kommen Sandlinsen in der cm- bis dm-Dimension vor, die vorzugsweise horizontal orientiert sind; gelegentlich beträgt die Längserstreckung auch mehr als 1 m. Daneben treten hauchdünne, nur kurz lateral aushaltende Feinsandlaminae auf. Sie werden als Hinweise auf eine örtlich schwach ausgebildete Schichtung angesehen. In Golpa-N. wurden im basisnahen Bereich des g2E manchmal steile und vertikale Klüfte sowie fein- und mittelsandgefüllte Scherklüfte festgestellt.



Abb. 9. Gekappter und von Geschiebedecksand überlagerter Till-Diapir (g2E), elsterkataglaziale Schmelzwassersande in den Randsenken; Tagebau Gröbern, März 1988, Stoßhöhe ca. 15 m

Bemerkenswert ist ein über 15 m hoher, gekappter und von Geschiebedecksand überlagerter g2E-Diapir (Abb. 9). Die elsterglazialen Nachschüttsande in den Randsenken sind an den Diapirflanken deutlich aufgeschleppt. Dadurch ist belegt, daß der Aufstieg mindestens bis zur Akkumulation dieser Sande anhielt. Ursachen der solikinnetischen Bewegungen bzw. des Till-Aufstiegs waren wahrscheinlich der statische Druck der Schmelzwassersande und die hohe Mobilität des wassergesättigten Tills im Liegenden. Auch die Auflast des Elster-2-Eises kann als primärer Auslöser der Bewegungen nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Für den g2E-flow till sind vor allem am Rinnenrand Fließtexturen und Substratdifferenzierungen kennzeichnend. Die zur Burgkennitzer Rinne geneigten flow till-Lagen gehen in den höher gelegenen Bereichen allmählich in feinsandige Schluffe über. Oft sind die Lagen zerrissen bzw. partiell erodiert, ihr Interngefüge weist eine parallele oder konvolute Schichtung auf, die sich auch in Farbunterschieden äußert (vgl. Abschn. 5.4.).

Das gS-Gefüge ist sehr vielgestaltig. Die normale, schichtungslose Ausbildung wird örtlich durch zahlreiche dm- bis > 1 m mächtige und über mehrere Dekameter (bis ca. 100 m) verfolgbare Sandlagen unterbrochen. Auch kleinere, meist flache und ebenfalls horizontal orientierte Mittel- und Feinsandlinsen sind häufig. In der Literatur werden Sandeinlagerungen im Till genetisch als Sedimente inglaziärer Schmelzwässer oder als in gefrorenem Zustand vom Gletscher aufgenommene, transportierte und abgelagerte Schollen erklärt (vgl. RÖSSLER 1981). Für die nur im gS anzutreffenden großen Sandeinelagerungen darf die glazifluviale Entstehung angenommen werden, bei den anderen ist die Entscheidung nur am konkreten Objekt anhand von Gefügemerkmalen zu fällen. Der Grad der Zerspülung des Saale-Tills ändert sich engräumig, d. h., neben Arealen mit dominierender Geschiebemergel-Sand-Wechselagerung (Abb. 10) existiert im größeren Teil des untersuchten Gebietes mächtiges glazigenes Material ohne nennenswerte Aufspaltung.

Mitunter direkt auf dem gS, meist aber bis ca. 1 m unter der Oberfläche, läßt sich weithin eine Geschiebelage beobachten, die als Hauptkomponenten gerundete rötliche Quarzite und



Abb. 10. Oberer Teil des Saale-Tills unter jungpleistozänen Mudden, glazifluviatile Sandeinlagerungen (im unteren Bildteil von mehr als 1 m Mächtigkeit); Tagebau Gröbern, Oktober 1987. Stablänge 120 cm

Quarzitschiefer sowie eckige bis kantengerundete weißbraungraue quarzitische Sandsteine führt. Die längsten Achsen sind in der Regel kürzer als 20 cm. Die Till-Matrix ist in der unmittelbaren Umgebung der Steinsohle stellenweise rötlich gefärbt.

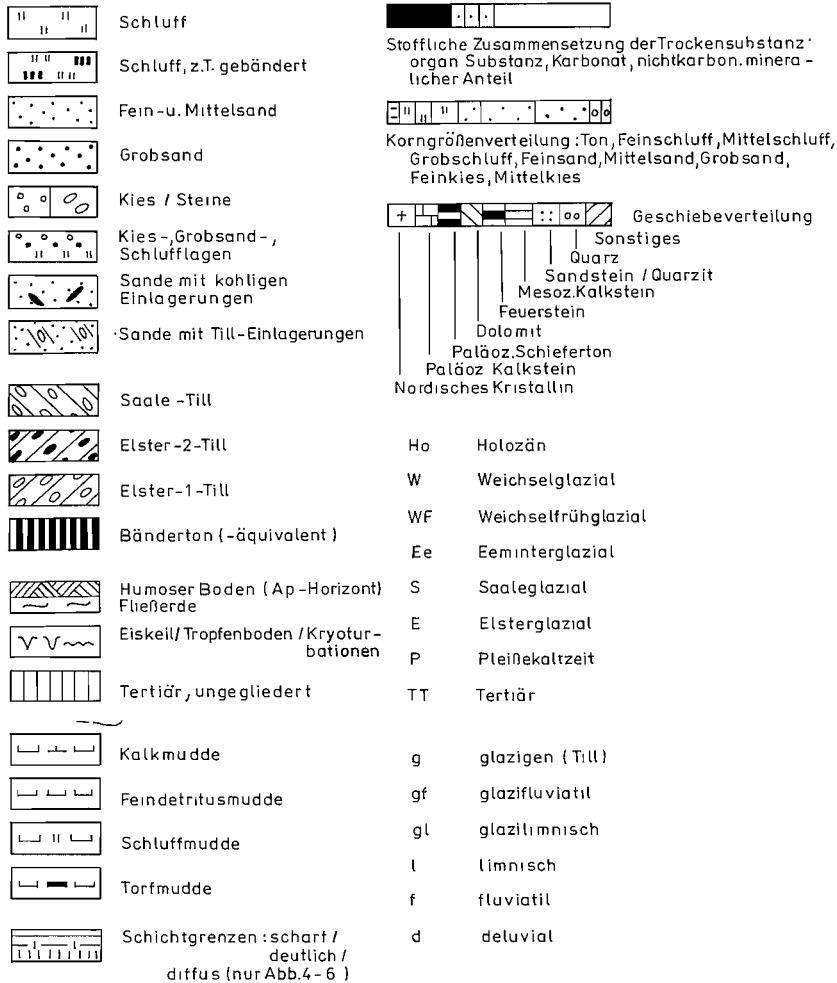
Für die **genetische Till-Klassifikation** sind Gefügemerkmale von maßgebender Bedeutung (Tab. 4). Nach HALDORSEN u. SHAW (1982) ist die genetische Interpretation der Tills nur vorzunehmen, indem man auf der Basis der festgestellten Merkmale die wahrscheinlichste Variante auswählt; der absolute Beweis kann nicht erwartet werden.

Die untersuchten Geschiebemergel sind demnach folgendermaßen zu klassifizieren:

- gs: lateral wechselnde Dominanz von Basalgeschiebemergel (Subtyp lodgement till) und Ablationsgeschiebemergel (Subtyp melt-out till)
- g2E: überwiegend Ablationsgeschiebemergel, im Basisbereich meist Basalgeschiebemergel
- g1E: fast nur Basalgeschiebemergel (lodgement till).

Für die flow till-Genese ist die Mitwirkung von Schmelzwässern kennzeichnend. BOULTON (1971) unterschied in Abhängigkeit vom Gefälle und vom Wassergehalt drei Prozesse, die zur Bildung von Fließmoränen führen können: mobiles, liquides Fließen, semiplastisches Fließen, Hangabwärtskriechen. Der Gröberner g2E-flow till ist wohl vorwiegend „semiplastisch“ geflossen, mitunter wohl auch liquid. Seine Einbettung in mächtige glazifluviatile Rinnensedimente spricht für ein subaquatisches Ablagerungsmilieu, also für einen „waterlain till“ (vgl. MORAWSKI 1985).

Unter anderem aus der Grundmoränenfazies leitete MÜLLER (1988) eine Gesetzmäßigkeit der **Gletscherdynamik** ab. Danach gleitet der jeweils erste Eisvorstoß einer Eiszeit über tief gefrorenen Untergrund hinweg und nimmt nur oberflächlich anstehendes Material auf. Bei längerer Eisbedeckung schwindet der Dauerfrostboden, wodurch das grundbruchartige Einsinken von Gletscherteilen ermöglicht wird. Damit sind die Voraussetzungen für die Aufarbeitung von Untergrundmaterial in einem Gletscher gegeben, der kurz nach dem



Die Buchstaben "v" bzw. "n" hinter dem stratigraphischen Symbol bezeichnen Vorschütt- bzw. Nachschuttsedimente

Abb. 11. Legende – Signaturen und Symbole

Abtauen wieder über das noch permafrostfreie Gebiet vordringt. Die Ausbildung der beiden Elster-Tills im Gräfenhainichener Raum bestätigt die Theorie. Das Fehlen einer Ablationsfazies beim glE unterstützt außerdem die Feststellung von MÜLLER (1988), daß die Zwickauer Phase von kurzer Dauer war, Eisvorstoß und Abschmelzen also relativ schnell vonstatten gingen.

Aus der Mächtigkeit und der Zusammensetzung des gS sind eine langanhaltende Eisbedeckung und langsamere Abschmelzprozesse zu vermuten, was mit der Aufspaltung des gS südlich des Untersuchungsgebietes gut vereinbar ist. Bei Delitzsch sind zwei, im Leipziger Raum sogar drei saalezeitliche Geschiebemergelbänke bekannt, die ein Oszillieren des Gletschers anzeigen und auf eine längere, während dieser Oszillationen kontinuierliche Eisbedeckung im nördlich angrenzenden Gebiet schließen lassen.

Tabelle 4

Kriterien zur Bestimmung der häufigsten genetischen Geschiebemergeltypen im terrestrischen Bereich (zusammengestellt nach BOULTON 1971, 1976, KRÜGER 1979, NILSSON 1983, RAPPOL 1983, RÖSSLER 1983)

Geschiebemergeltyp	Kennzeichen
Basalgeschiebemergel = basal till = subglacial till	<ul style="list-style-type: none"> – sandig-schluffige, tonige Matrix – keine Schichtung und Sortierung – Scherflächen – stark kompaktiert – Geschiebe unterschiedlich gerundet, meist entsprechend der Eisbewegung orientiert und gekritz – Schollen und Großgeschiebe – höherer CaCO₃-Gehalt – kleindimensionierte Matrixdeformationen – Sand-, Schluff- und Tonlinsen
Ablationsgeschiebemergel = ablation till = supraglacial till	<ul style="list-style-type: none"> – sandige, tonarme Matrix – meist keine Schichtung und Sortierung – zum Teil Sandadern, mitunter mit Geschiebemergel wechsellagernd – gering kompaktiert – Geschiebe meist eckig, zum Teil entsprechend der Eisbewegung orientiert – geschiebereich
Fließgeschiebemergel (Subtyp des ablation till) = flow till	<ul style="list-style-type: none"> – Gefüge abhängig vom Fließprozeß: <ul style="list-style-type: none"> • mobiles liquides Fließen • semiplastisches Fließen • Hangabwärtskriechen – größere Streubreite der Kornverteilung als bei anderen Tills – Mächtigkeit \varnothing 1–2 m

6. Kurze Zusammenfassung

In den Braunkohlentagebauen Gröbern und Golpa-Nord auf der Gräfenhainicher Grundmoränenplatte sind drei stratigraphisch unterscheidbare Till-Bänke aufgeschlossen, zwei elsterglaziale und eine saaleglaziale. Außerdem kommen im Tagebau Gröbern elsterzeitliche Fließgeschiebemergel (flow till-Lagen) vor. Die lithologische Charakterisierung der Sedimente erfolgt mittels quantitativer Geschiebeanalysen, Korngrößenanalysen, Bestimmungen von Kalkgehalt und Anteil an organischer Substanz, farblicher Kennzeichnung und Gefügeuntersuchungen.³⁾ Es ergeben sich Ableitungen zur lateralen und vertikalen Differenziertheit und zur Genese der Tills. Schlußfolgerungen zum Ablauf des Elster- und Saaleglazials im Untersuchungsgebiet werden angesprochen.

7. Abstract

Three stratigraphic distinguished till layers (two from the Elsterian glacial stage and one from the Saalian glacial stage) are exposed in the open-cast lignite mines Groebern and Golpa-Nord, situated on the ground moraine plateau of Graefenhainichen. Besides flow till layers from the Elsterian glacial stage exist in the open mine Groebern. The lithologic characterization of the sediments is carried out by means of quantitative analyses of the pebbles, grain-size analyses, determinations of the calcium carbonate content and of the content of organic matter, colours and fabric researches. The results of heavy mineral analyses were published by KNUTH u. WANSA (1990). It follows knowledges on the lateral and vertical diversification and the genesis of the tills. Conclusions are suggested to the course of the Elsterian and Saalian glaciations in the investigated area.

³⁾ Die Ergebnisse von Schwermineralanalysen sind bereits publiziert worden: KNUTH u. WANSA 1990.

8. Literatur

- BIERMANN, M.: Sedimentologie und Geochemie der Weichselmoräne von Timmerhorn. — Mitt. Geol.-Pal. Inst. Univ. Hamburg, **57**, Hamburg 1984, 5–25
- BOULTON, G. S.: Till genesis and fabric in Svalbard, Spitsbergen. — In: GOLDTHWAIT, R. P. (ed.): Till — A symposium. — Columbus 1971, 41–72
- A genetic classification of tills and criteria for distinguishing tills of different origin. — In: STANKOWSKI, W. (ed.): Till, Its genesis and diagenesis. — Univ. Poznan, Ser. Geografia, **12**, Poznan 1976, 65–80
- CEPEK, A. G.: Stand und Probleme der Quartärstratigraphie im Nordteil der DDR. — Ber. Deutsch. Ges. Geol. Wiss., **12 A**, Berlin 1967, 375–404
- DASSOW, W.: Das Mittelpleistozän im Saale-Elbe-Gebiet nördlich von Leipzig unter besonderer Berücksichtigung der geologischen Probleme im Elsterkataglacial und im Holstein-Interglacial. — Diss. A, Halle 1988, unveröff.
- DREIMANIS, A.: Work Group 1 — Genetic classification of tills and criteria for their differentiation: Progress report on activities 1977–1982 and definitions of glacial terms. — In: SCHLÜCHTER, C. (ed.): INQUA-Commission on genesis and lithologie of Quarternary deposits, Report on activities 1977–1982. — Zürich 1982, 12–31
- Tills: Their genetic terminology and classification. — In: GOLDTHWAIT, R. P.; MATSCH, C. L. (eds.): Genetic classification of glacial deposits. — Rotterdam 1988, 17–83
- EHLERS, J.: Different till types in North Germany. — In: EVENSON, E. B.; SCHLÜCHTER, C.; RABASSA, J. (eds.): Tills and related deposits. — Rotterdam 1983, 61–80
- Untersuchungen zur Morphodynamik der Vereisungen Nordeutschlands unter Berücksichtigung benachbarter Gebiete. — Bremer Beitr. z. Geogr. u. Raumplanung, **19**, Bremen 1990, 166 S.
- EISSMANN, L.: Das Quartär der Leipziger Tieflandsbucht und angrenzender Gebiete um Saale und Elbe. — Schriftenreihe f. geol. Wiss., **2**, Berlin 1975, 228 S.
- Periglaziäre Prozesse und Permafroststrukturen aus sechs Kaltzeiten des Quartärs. — Altenburger naturwiss. Forsch., **1**, Altenburg 1981, 171 S.
- Zum Ablauf der Elstereiszeit in der Leipziger Tieflandsbucht unter besonderer Berücksichtigung geschiebepetrologischer Befunde. — Z. f. geol. Wiss., **10**, Berlin 1982, 771–781
- Lagerungsstörungen im Lockergebirge — Exogene und endogene Tektonik im Lockergebirge des nördlichen Mitteleuropa. — Geophysik u. Geol., Geophys. Veröff. Univ. Leipzig, **3**, Berlin 1987, 7–77
- EISSMANN, L. (ed.): Die Eemwarmzeit und die frühe Weichseleiszeit im Saale-Elbe-Gebiet: Geologie, Paläontologie, Palökologie. — Altenburger naturwiss. Forsch., **5**, Altenburg 1990, 301 S.
- EISSMANN, L.; LITT, T.; WEBER, T.; HENTSCHEL, D.; WIMMER, R.; WANSA, S.: Bemerkenswerte Eemvorkommen in glaziären Becken der Saaleeiszeit südlich der „Warthe-Linie“ im Raum Halle—Leipzig. — Z. f. geol. Wiss., **16**, Berlin 1988, 543–555
- FOLK, R. L.; WARD, W. C.: Brazos River Bar — A study in the significance of grain-size parameters. — J. Sedim. Petrol., **27**, Tulsa 1957, 3–26
- FELIX-HENNINGSSEN, P.: Verwitterung und Bodenbildung auf den Moränen am Roten Kliff von Sylt. — Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg N. F., **24**, Hamburg 1981, 57–71
- FRIEDMANN, G. M.: On sorting, sorting coefficients and the lognormality of the grain-size distribution of sandstones. — J. Geology, **70**, Chicago 1962, 737–753
- FÜCHTBAUER, H.; MÜLLER, G.: Sediment-Petrologie Teil II — Sedimente und Sedimentgesteine. — Stuttgart 1970, 726 S.
- GRIPP, K.: Nicht „flowtill“ sondern „tilloides Glacifluvial“ — flowtill is not glacial but glacialfluvial. — Eiszeitalter u. Gegenw., **31**, Hannover 1981, 211
- GRUBE, F.: Zur Morphogenese und Sedimentation im quartären Vereisungsgebiet Nordwestdeutschlands. — Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg N. F., **23**, Hamburg 1980, 69–79
- HALDORSEN, S.; SHAW, J.: The problem of recognising melt-out till. — Boreas, **11**, Oslo 1982, 261–277
- HÖFLE, H.-C.: Strukturmessungen und Geschiebeanalysen an eiszeitlichen Ablagerungen auf der Osterholz-Scharmbecker Geest. — Abh. Naturwiss. Ver. Bremen, **40**, Bremen 1983, 39–53
- HOUMARK-NIELSEN, M.: Pleistocene stratigraphy and glacial history of the central part of Denmark. — Bull. Geol. Soc. Denmark, **36**, Copenhagen 1987, 1–189
- KNOTH, W.: Die geologischen Verhältnisse der Hochfläche von Gräfenhainichen — Bad Schmiedeberg. — Hall. Jb. f. Geowiss., **3**, Gotha/Leipzig 1978, 43–56
- KNUTH, G.; WANSA, S.: Ergebnisse der Schwermineralanalysen von Tills bei Gräfenhainichen. — Mauriana, **12**, Altenburg 1990, 465–476

- KRÜGER, J.: Structures and textures in till indicating subglacial deposition. — *Boreas*, **8**, Oslo 1979, 323–340
- KUKAL, Z.: Geology of recent sediments. — Prag 1970, 490 S.
- LEGLER, B.: Regionale geographische Untersuchung der Raumstruktur des Elbe-Mulde-Winkels (Dübener Heide). — Diss. A, Leipzig 1968, unveröff.
- LINKE, M.; VALETON, I.: Beitrag zur Petrographie elsterzeitlicher Grundmoränen im Harburger und Bremer Raum. — *Mitt. Geol.-Pal. Inst. Univ. Hamburg*, **57**, Hamburg 1984, 57–68
- MARSAL, D.: Statistische Methoden für Erdwissenschaftler. — Stuttgart 1967, 152 S.
- MEISSNER, I.: Quartärgeologische Untersuchungen im Raum Gräfenhainichen unter besonderer Berücksichtigung des Tagebaues Golpa-Nord. — Diss. A, Halle 1979, unveröff.
- Zur Geologie der Naderkauer Rinne nördlich von Gräfenhainichen (Bezirk Halle). — *Hall. Jb. f. Geowiss.*, **8**, Gotha/Leipzig 1983, 43–58
- MORAWSKI, W.: Pleistocene glaciogenic sediments of the watermorainic facies. — *Quaternary studies in Poland*, **6**, Poznan 1985, 99–116
- MÜLLER, A.: Das Quartär im mittleren Elbegebiet zwischen Riesa und Dessau. — Diss. A, Halle 1988, unveröff.
- NIELSEN, P. E.: The lithology and genesis of the Danish tills. — In: EHLERS, J. (ed.): *Glacial deposits in North-West Europe*. — Rotterdam 1983, 193–196
- NILSSON, T.: The Pleistocene — Geology and life in the Quaternary Ice Age. — Dordrecht 1983, 651 S.
- PESTER, L.; RADTKE, H.: Tertiär und Pleistozän im Raum Gräfenhainichen. — *Bergakad. Freiberg*, **17**, Freiberg 1965, 258–262
- RAPPOL, M.: Glaciogenic properties of till — Studies in glacial sedimentology from the Allgäu Alps and The Netherlands. — *Pupl. Fysisch-Geogr. en Bodemkundig Laborat. Univ. Amsterdam*, **34**, Amsterdam 1983, 225 S.
- RAUKAS, A.: Field and laboratory methods of investigation of tills. — In: SCHLÜCHTER, C. (ed.): *INQUA-Commission on genesis and lithology of Quaternary deposits, Report on activities 1977–1982*. — Zürich 1982, 32–37
- REINECK, H.-E.; SINGH, I. B.: *Depositional sedimentary environments*. — Berlin 1973, 439 S.
- RÖSSLER, H.: Lithologische Untersuchungen an Geschiebemergeln im Vereisungsgebiet des Pommerischen Stadiums (Daniglazial) auf dem Territorium der DDR. — Diss. A, Greifswald 1981, unveröff.
- Die Lithofaziestypen von Geschiebemergel — Diskussion und Überblick. — *Z. f. geol. Wiss.*, **11**, Berlin 1983, 113–122
- SLADEN, J. A.; WRIGLEY, W.: Geotechnical properties of lodgement till — A review. — In: EYLES, N. (ed.): *Glacial geology — An introduction for engineers and earth scientists*. — Oxford 1983, 184–212
- STEINHAUSEN, D.; LANGER, K.: *Clusteranalyse*. — Berlin/N. Y. 1977
- STEPHAN, H.-J.; EHLERS, J.: North German till types. — In: EHLERS, J. (ed.): *Glacial deposits in North-West Europe*. — Rotterdam 1983, 239–247
- WANSA, S.: Untersuchungen zur Lithologie und Stratigraphie des quartären Deckgebirges in den Braunkohlentagebauen bei Gräfenhainichen. — Diss. A, Halle 1989, unveröff.
- WANSA, S.; WIMMER, R.: Geologie des Jungpleistozäns der Becken von Gröbern und Grabschütz. — *Altenburger naturwiss. Forsch.*, **5**, Altenburg 1990, 49–91
- WELLER, H.: Charakterisierung von Korngrößenverteilungen durch Momentparameter. — *Wiss. Z. Univ. Greifswald, math.-nat. Reihe*, **34**, Greifswald 1985, 13–16

TGL 11462/07 Baugrundmechanik, Bestimmung der Korngrößenverteilung, 1969

TGL 25232/01-06 Analyse des Geschiebebestandes quartärer Grundmoränen, 1971 (06), 1980 (01-05)

TGL 34329 Gesteinsfarben, 1979

Eingegangen am 20. 2. 1991

Dipl.-Geogr. Dr. STEFAN WANSA, Martin-Luther-Universität, FB Geowissenschaften, Institut für Geologische Wissenschaften und Geiseltalmuseum, Domstraße 5, O-4020 Halle