

Glaziäres Labyrinth – Pfadsuche in einer Grundmoränenplatte des skandinavischen Vereisungsgürtels in Mitteleuropa (Tagebau Espenhain, südlich Leipzig)

Mit 20 Abbildungen und 8 Bildern

KERSTIN HOFFMANN & LOTHAR EISSMANN

Dem Erkundungsgeologen und Kollegen
Rolf Große (1939–1996), dem die Quartärgeologie
nützliche Wissenschaft, doch immer auch Selbstzweck war,
in Dankbarkeit gewidmet.

Zusammenfassung: Das Untersuchungsgebiet ist eine typische glaziale Landschaft am Südrand des Norddeutschen Tieflandes. Der Tagebau Espenhain erschließt die wichtigsten Schichten des mitteldeutschen Quartärs von der rezenten Pleiße bis zur Liebertwolkwitz-Belgershainer Hochfläche. In diesem Artikel werden zwei grundsätzlich unterschiedliche Quartärfolgen aus dem Tagebaug Gebiet vorgestellt, zum einen die Tillfolge im Bereich der frühsaaleiszeitlichen Täler und zum anderen die der angrenzenden Hochfläche. In den Tälern haben die frühsaaleiszeitlichen Flüsse die elstereiszeitlichen Sedimente bis auf eine Steinsohle erodiert. Über den frühsaaleiszeitlichen Schottern der Pleiße und Gösel war eine ca. 12 m mächtige Tillfolge aus der Saaleiszeit (1. Saaletill, Bruckdorfer Horizont, 2. Saaletill) aufgeschlossen. Die Liebertwolkwitz-Belgershainer Hochfläche, die die rezente Pleiße im Osten begrenzt, wurde bereits in der Spätelster- bis Frühsaaleiszeit angelegt und bildete auch den Talhang der frühsaaleiszeitlichen Flüsse. Die Hochfläche wird von einer ca. 30 m mächtigen Tillfolge aus der Elster- und Saaleiszeit aufgebaut, deren stratigraphische Auflösung im Mittelpunkt dieser Arbeit steht. Diese Tillfolge wird von mehreren vielgestaltigen glazifluviatilen und glazilimnischen Sedimentkörpern, die in ihrer Basishöhe und vor allem in der Mächtigkeit (0–15 m) stark schwanken und teilweise auch völlig fehlen, unregelmäßig gegliedert. Es gibt nur wenige echte Leithorizonte. Die morphologisch monoton erscheinende Hochfläche (Grundmoränenplatte) besitzt daher einen sehr komplizierten Innenaufbau.

Die Basis der Geschiebemergelfolge der Hochfläche bildet der ca. 15 m mächtige 1. Elstertill. Durch die Frühelsterterrasse bzw. die Untere frühpleistozäne Terrasse und den Dehltitz-Leipziger Bänderton im Liegenden ist dessen stratigraphische Stellung gesichert. In der Tauphase des 1. Elstereisvorstoßes wurde der Till in den oberen zwei Dritteln auf mannigfaltige Weise zerspült und umgelagert. Neben einfachen Abflußkanälen (Röhren) in und auf dem Till, die mit glazifluviatilen Sanden und Kiesen gefüllt sind, schnitten die Schmelzwässer vielgestaltige Rinnen und Wannen in die Oberfläche des 1. Elstertills. Diese wurden am Anfang des Miltitzer Intervalls (zwischen dem 1. und 2. Elstereisvorstoß) mit einem bis 15 m mächtigen Gemisch (Wechselagerung, Verzahnung und/oder Vermengung) aus glazifluviatilen Sanden und Kiesen (z. T. schwemmfächerartig), glazilimnischen Sanden, Schluffen und Bändertonen und vielgestaltigen, umgelagerten Diamiktiten zügig verfüllt. Diese z. T. chaotische Sedimentfolge (Unterer Teil des Miltitzer Horizontes) wird diskordant von dem Oberen Teil des Miltitzer Horizontes überlagert. Dieser beginnt idealerweise mit einer Steinsohle an der Basis und setzt sich mit horizontal lagernden gebänderten Sanden fort. Die Sande gehen in den Miltitzer Bänderton über, das Liegende des ca. 4 m mächtigen 2. Elstertills. Den Abschluß der Tillfolge auf der Hochfläche bildet meist der ca. 4 m mächtige 1. Saaletill, der nur durch eine Steinsohle und gering mächtige Sande von dem 2. Elstertill getrennt wird. An den Hängen der Hochfläche kann in den oberen I bis maximal 2 m des kompakten Saaletills noch der Till des 2. Saaleisvorstoßes (2. Saaletill) vertreten sein. Stellenweise werden beide Saaletills von einem linsenartigen, meist zerschertem Rest des ehemaligen Bruckdorfer Horizontes (gebänderte Schluffe und Sande, z. T. tonig) getrennt. Über einer Steinsohle mit Windkantern bildet der ca. 0,5 m mächtige weichseleiszeitliche Sandlöß den Abschluß der Quartärfolge auf der Hochfläche.

Summary: The study area represents a typical glacial landscape in the south of the North German Lowland. The opencast mine Espenhain has exposed the most important Quaternary layers of Central Germany from the recent floodplain of the river Pleiße to the Liebertwolkwitz-Belgershainer High Plateau. Two completely

different Quaternary sections are introduced in this paper: first the till record of the Early Saalian valley and second the Plateau sequence. The Early Saalian rivers left only a boulder pavement from the Elsterian glacial sediments. An approximately 12 m thick till succession of Saalian age was exposed (First and Second Saalian till with the Bruckdorf Horizon in between) on top of the Early Saalian gravel terrace of the rivers Pleiße and Gösel. The Liebertwolkwitz-Belgershainer High Plateau, which is limited by the recent Pleiße valley to the east, initially formed from the Late Elsterian onward until the Early Saalian. It already determined the gradient of the Early Saalian river valley at that time. The Plateau consists of an approximately 30 m thick till succession of Elsterian and Saalian age. The main aim of this work is to resolve the stratigraphical succession of this record and to specify its evolution. The till sequence is subdivided by numerous different glaciofluvial and glaciolacustrine beds. These beds are very different in thickness (0–15 m) and position, while some of them may be locally absent. There are only few marker horizons. The Plateau morphology is monotone but it has a very complicated internal structure.

The base of the Plateau succession is represented by the approximately 15 m thick First Elsterian till. Its stratigraphical position is proved by the underlying Early Elsterian Terrace gravel or the Early Pleistocene Lower Terrace gravel and the Dehlitz-Leipzig laminated clay at the bottom. During the melting of the ice of the First Elsterian glacier advance hollows were excavated in the top of the till and subsequently filled with glaciofluvial sand and gravel. Later on the top of the till was partly eroded and re-deposited when it was in a proglacial position. The melt water formed polymorphic channels and basins at the surface of the First Elsterian basal till. These melt water basins filled during the beginning of the Miltitz Interval (between the First and Second Elsterian ice advance) with a bedded succession or mixture of glacio-fluvial sands and gravels, glaciolimnic sands, silts and varves, and redeposited polymorphic diamicts. This partly chaotic sediment sequence of the lower part of the Miltitz Horizon is discordantly overlain by the upper part of the Miltitz Horizon. It has ideally a stone pavement at its base and consists of horizontally bedded sand. On top of the sand we find the Miltitz laminated clay which represents the sediment of the ice-dammed lake at the ice margin of the Second Elsterian glacier. The clay is covered by the approximately 4 m thick Second Elsterian till. The latter till is overlain by the approximately 4 m thick First Saalian till which is only separated from the Second Elsterian till by a boulder pavement and a thin sand layer.

The upper 1 or 2 metres of the, mostly compact, Saalian till is represented by the Second Saalian till (second advance of the Saalian ice) that occurs especially on the slope to the plateau. An often sheared residual of the Bruckdorf Horizon (laminated silt and sand, partly clayey) occurs locally between the two Saalian tills. Often, it is not possible to distinguish the Second Saalian till from the First Saalian till. Finally, the top of the Quaternary sequence of the Plateau is formed by the 0,5 m thick Weichselian sand loess with a stone pavement at its base.

Schlüsselwörter: Quartär, Quartärstratigraphie, Tillstratigraphie, Elstereiszeit, Saaleeiszeit, Miltitzer Intervall, Miltitzer Horizont, Miltitzer Bänderton, Wachauer Folge, Mitteldeutschland, Tagebau Espenhain

Keywords: Quaternary, Elsterian and Saalian glaciation, till stratigraphy, Central Germany, Saxony, open-cast Espenhain

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	19
2.	Die Problemstellung	22
3.	Die Basis der elster- und saaleeiszeitlichen Tillfolge im Bereich der Hochfläche	24
3.1.	Frühelstereiszeitliche und frühpleistozäne Flußschotter	24
3.2.	Dehlitz-Leipziger Bänderton	25
4.	Der 1. Elstertill im Bereich der Hochfläche	25
4.1.	Die Entstehung einer Beckenlandschaft	25
5.	Der Miltitzer Horizont	28
5.1.	Der Miltitzer Horizont in Auenhain	29
5.1.1.	Der Untere Teil des Miltitzer Horizontes – Eine Sandfolge	31
5.1.2.	Der Obere Teil des Miltitzer Horizontes – Der Miltitzer Bänderton	33
5.2.	Der Miltitzer Horizont zwischen Güldengossa und Störmthal	35
5.2.1.	Der Untere sandig-diamiktische Teil des Miltitzer Horizontes – Die Beckenfüllungen	35
5.2.2.	Eine spezielle Beckenfüllung südlich von Güldengossa	36
5.2.3.	Der Obere Teil des Miltitzer Horizontes – Der Miltitzer Bänderton	39
5.3.	Der Miltitzer Horizont im Bereich der frühsaaleeiszeitlichen Täler – Der Markkleeberger Muldelauf	39

6.	Der 2. Elstertill im Bereich Hochfläche	41
7.	Diskussion zur stratigraphischen Auflösung der elstereiszeitlichen Tillfolge im Bereich der Hochfläche	43
8.	Die Spätelster- bis Frühsaaleeiszeit im Bereich Hochfläche	49
9.	Die Saaleeiszeit	49
9.1.	Die Saaleeiszeit im Bereich der frühsaaleeiszeitlichen Täler	49
9.2.	Die Saaleeiszeit im Bereich der Hochfläche	50
9.2.1.	Der Geschiebebestand des 1. Saaletills im Vergleich	50
10.	Weichseleiszeitliche und jüngere Ablagerungen	51
11.	Danksagung	51
12.	Literaturverzeichnis	52

1. Einleitung

Während der letzten drei Eiszeiten (Elstereiszeit, Saaleeiszeit, Weichseleiszeit) wurden ca. 45 Millionen Quadratkilometer der Erde mit Inlandeis und Gebirggletschern bedeckt (EHLERS 1994). Vor allem in Nordamerika und Europa hinterließen die Gletscher im Flachland ausgedehnte Landschaften, die weithin durch Grundmoränenplatten geprägt werden. Diese wurden meist über verschiedene Eisvorstöße einer oder mehrerer Eiszeiten hinweg aufgebaut. Die glazigenen Sedimente, die übereinander gestapelt und u. a. von glazilimnischen, glazifluviatilen und fluviatilen Sedimenten getrennt werden, bezeichnet man als Till oder Geschiebemergel. Hauptanliegen der Arbeit ist es, am Beispiel einer Quartärfolge in Mitteldeutschland die große Mannigfaltigkeit dieser glaziären Sedimente auf kleinstem Raum zu zeigen. Scheinbar monotone Landschaften, wie z. B. eine Grundmoränenplatte, können einen komplizierten Innenbau aufweisen. Durch die zahlreichen Braunkohlentagebaue im Mitteldeutschen Raum waren in den letzten Jahrzehnten großartige Einblicke in glaziale Sedimentfolgen möglich (EISSMANN 1994, 2002). Neben dem wissenschaftlichen Interesse, die Schichtenfolge aufzulösen und den einzelnen Eisvorstößen zeitlich und räumlich zuzuordnen sowie die geologischen (vor allem subglaziale) Prozesse zu erkennen und zu verstehen, d. h. gedankliche Ordnung in das Chaos zu bringen, hat dies auch praktische Bedeutung hinsichtlich der Standsicherheit und Wasserdurchlässigkeit. Die Auflösung der stratigraphischen Folgen in ein oberflächliches Schichtmosaik hat auch für die Land- und Forstwirtschaft in den ehemaligen Vereisungsgebieten weltweit Bedeutung.

In dieser Arbeit sollen die graphischen Darstellungen und Bilder für sich sprechen. Allein die Betrachtung der beiden Normalprofile bzw. Idealprofile der Tagebaus Espenhain (Abb. 5 und 6), die als Resümee dieser Arbeit betrachtet werden können, sollte schon ausreichen um einen Eindruck von der Vielfalt der glazigenen Landschaften am Südrand des Norddeutschen Tieflandes zu erhalten.

Der Braunkohlentagebau Espenhain (Kohleförderung: 1939–1996) in Mitteldeutschland liegt unmittelbar an der südlichen Stadtgrenze von Leipzig (Abb. 1). Er erschließt die wichtigsten Schichten des mitteldeutschen Quartärs von der rezenten Pleißeau bis zur Liebertwolkwitz-Belgershainer Hochfläche bzw. Grundmoränenplatte (Abb. 2), die auf einer Länge von 10 km angeschnitten wird und einen komplizierten Aufbau von Schichten mit nur wenigen echten Leithorizonten aufweist. Dazu gehören in erster Linie Flußterrassen und in zweiter Linie Ablagerungen von Stauseen im Vorfeld der Gletscher.

Die Flußterrassen gliedern den Tagebau in zwei grundsätzlich unterschiedlich ausgeprägte Quartärfolgen. Die gesamte Westhälfte des Tagebaus (etwa zwei Drittel) wurde von der frühsaaleeiszeitlichen Pleiße und Gösel (Abb. 2) durchflossen, die die elstereiszeitliche Tillfolge bis auf eine Steinsohle erodierten, und deren Schotter dort überwiegend die Basis des Quartärs (+ 117 m NN) bilden, von einer tiefen elstereiszeitlichen Rinne abgesehen (Markkleeberger Muldelauf). Darüber sind zwei insgesamt bis 10 m mächtige Saaletills aufgeschlossen, die durch den Bruckdorfer Horizont mit Sanden und Bänderton getrennt werden. Die saaleeiszeitliche Folge ihrerseits wurde von der frühweichseleiszeitlichen und holozänen Pleiße und Gösel im westlichen Teil des Tagebaus erodiert, so daß die Hauptterrasse mit den beiden Saaletills nur in einem 1 bis 1,5 km breiten Steifen (von Süd nach Nord) in der Mitte des ehemaligen Tagebaus erhalten blieb (Abb. 2). Das

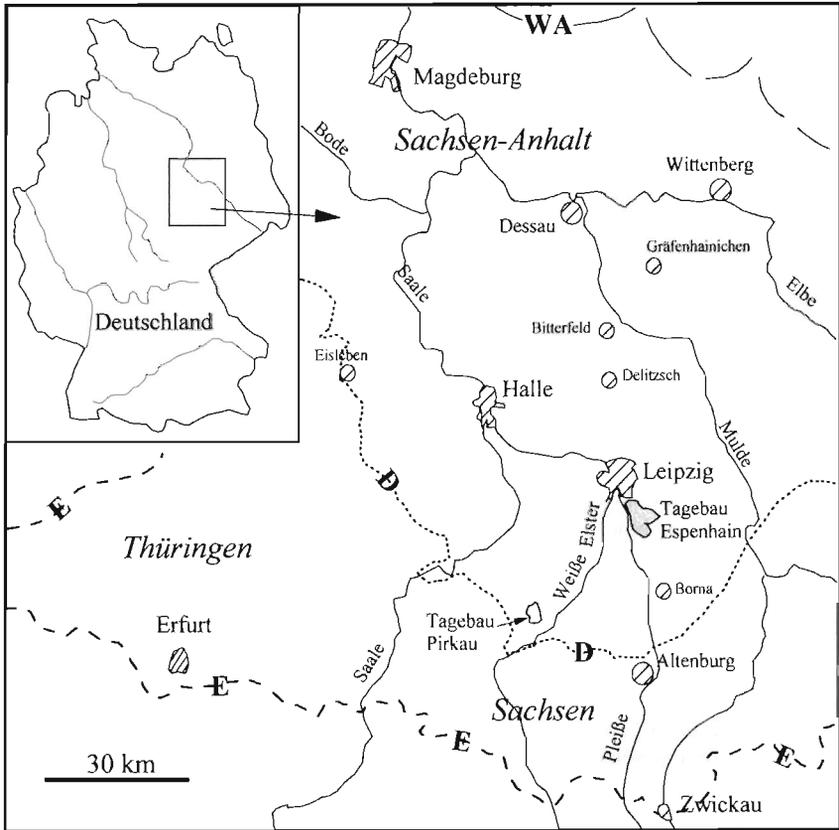


Abb. 1. Der Tagebau Espenhain in Mitteldeutschland

Legende: Maximalausdehnungen der Gletschervorstöße: E – Elstereiszeit, D – Saaleeiszeit, Drenthe-Stadium, WA – Saaleeiszeit, Warthe-Stadium

Profil 11 (Abb. 5, Bild 8) kann als Normalprofil für die Quartärfolge im Verbreitungsgebiet der (noch erhaltenen) frühsaaleeiszeitlichen Flußschotter im Tagebau Espenhain angesehen werden.

Die 7 km lange Nordostböschung des Tagebaus (Endstand) fällt ungefähr mit dem südwestlichen Ufer eines frühelstereiszeitlichen Flusses (Großpösnaer Fluß, Zwickauer Mulde, Wyhra) zusammen, dessen Schotterterrasse hier die Basis des Quartärs bildet (bei ca. +120 m NN) (Abb. 2, 3). Dieser Bereich wurde später nicht mehr von Flüssen durchflossen und ausgeräumt, so daß mit der Liebertwolkwitz-Belgershainer (Geschiebemergel-)Hochfläche eine bis zu 40 m mächtige Quartärfolge erhalten blieb. Die stratigraphische Auflösung dieser Folge, die in Abb. 6 als Normalprofil zusammengefaßt ist, steht im Mittelpunkt dieser Arbeit.

Zwischen dem Verbreitungsgebiet der Frühelsterterrasse und dem der frühsaaleeiszeitlichen Hauptterrasse blieb ein NW – SE verlaufender Rücken (bis +140 m NN) aus tertiären Sedimenten (meist Formsande aus dem Unteroligozän) erhalten, der das nordöstliche Drittel des ehemaligen Tagebaus einnimmt (Abb. 2). Auf ihm sind Reste der Unteren frühpleistozänen Terrasse (Menap-Kaltzeit, regional auch Pleiße-Kaltzeit genannt) erhalten, die hier mit Basishöhen zwischen +120 m und +135 m NN die Grenze Tertiär/Quartär bildet.

Anlaß der erneuten geologischen Bearbeitung der Nordostböschung des Tagebaus Espenhain sind Grabungen des Archäologischen Landesamtes Sachsen in den Jahren 1999 bis 2001 (Leitung:

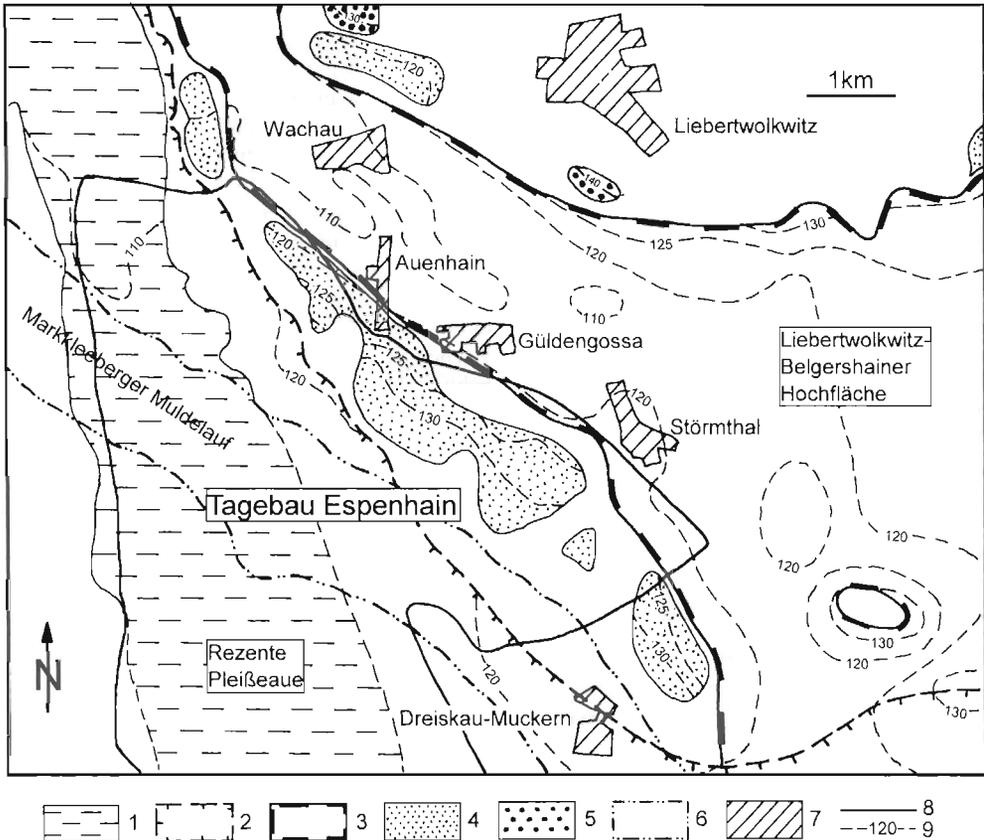


Abb. 2. Die Verbreitung der quartären Flußterrassen im Bereich des Tagebaus Espenhain

Legende: 1 – Frühweichseleiszeitliche und holozäne Terrasse (Pleiße, hier ohne Nebenflüsse dargestellt), 2 – Frühsaaleiszeitliche Terrasse (Pleiße, Gösel), 3 – Frühelstereiszeitliche Terrasse (Großpösnaer Fluß, Zwickauer Mulde, Wyhra), 4 – Untere frühpleistozäne Terrasse (Großpösnaer Fluß, Wyhra, im Westen auch Saale), 5 – Mittlere frühpleistozäne Terrasse (Großpösnaer Fluß, Wyhra, im Westen auch Saale), 6 – elstereiszeitliche Rinne (Markkleeberger Muldelauf), 7 – Ortschaften, 8 – Maximalausdehnung (Endstand) des Tagebaus Espenhain, 9 – Isohypsen der jeweiligen Terrassenbasis (Terrassenverbreitung nach Lithofazieskarte Quartär, Blatt Leipzig)

Dr. Schäfer). Die Hauptgrabungen fanden an der Nordböschung des Tagebaus bei Markkleeberg (Profil 1 in Abb. 3 und 4) statt, hierbei sollte an die berühmten Funde von mittelpaläolithischen Silexartefakten in den 70er Jahren angeknüpft werden (BAUMANN et al. 1983, EISSMANN 1969). Dazu wurden an der Nord- und Nordostböschung im ehemaligen 1. Abraumschnitt über 20 Schürfe angelegt. Die Schürfe an der Nordostböschung dienen dabei einerseits der Verfolgung der Fundschicht bis in den äußersten Randbereich der frühsaaleiszeitlichen Terrasse und andererseits für ein besseres Verständnis der Fundsituation allgemein. Die archäologischen Schürfe bei Auenhain, Güldengossa und Störnthal bilden meist den Kern der neu aufgenommenen geologischen Profile, die Zusammenhänge zeigt die Abb. 3.

Neben den archäologischen Untersuchungen war im Rahmen der Tagebausanierung in den letzten Jahren geologischer Rat hinsichtlich der bodenmechanischen Standsicherheit der Endböschung des ehemaligen Tagebaus gefragt, die den künftigen Markkleeberger See und Störnthaler See umranden wird (EISSMANN & RUDOLPH 2002).

2. Die Problemstellung

In dieser Arbeit steht die Nordostböschung der Tagebaus Espenhain (Endstand), die die Liebertwolkwitz-Belgershainer-Hochfläche anschneidet, im Mittelpunkt (Abb. 3, 4). In die aufgeschlossene Tillfolge aus der Elster- und Saaleeiszeit, mit dem Grenzbereich Frühelsterterrasse und Unterer frühpleistozäner Terrasse an der Basis, soll etwas mehr Klarheit gebracht werden. Die durchschnittlich 25 m (maximal 35 m) mächtige Tillfolge wird von mehreren vielgestaltigen glazifluviatilen und glazilimnischen Sedimentkörpern (0–15 m), die in ihrer Basishöhe und vor allem in der Mächtigkeit stark schwanken und teilweise völlig fehlen, unregelmäßig gegliedert.

Die stratigraphische Stellung des untersten ca. 15 m mächtigen Tills ist durch den Dehltz-Leipziger Bänderton im Liegenden sicher, er wird dem 1. Gletschervorstoß der Elstereiszeit zugeordnet. Der 1. Elstertill geht im Hangenden in ein zerspültes und unübersichtliches Gemisch aus glazifluviatilen, glazilimnischen und diamiktitischen Sedimenten über. Diese durchschnittlich 3–5 m (0 bis 15 m) mächtige Mischfolge ist der Schlüssel für die stratigraphische Einstufung der oberen Tills. Die stratigraphische Auflösung dieser Folge war durch komplizierten heterogenen Aufbau, kleinräumigen Fazieswechsel, stark schwankende Basishöhen und deren streckenweise völliges Auskeilen immer unsicher. Da diese Folge auch Diamiktitbänder bzw. -bänke einschließt, nannte man die glazilimnischen und -fluviatilen Sedimente unter diesem Tillmaterial Untere Wachauer Folge und die darüber Obere Wachauer Folge. Die Untere Wachauer Folge sollte dem Miltitzer Horizont (zwischen 1. und 2. Elstereisvorstoß abgelagert) entsprechen. Die „Zwischen-Tills“ wurden dem 2. Elstereisvorstoß zugeordnet, und die Obere Wachauer Folge wurde als dessen Rückzugs sediment angesehen.

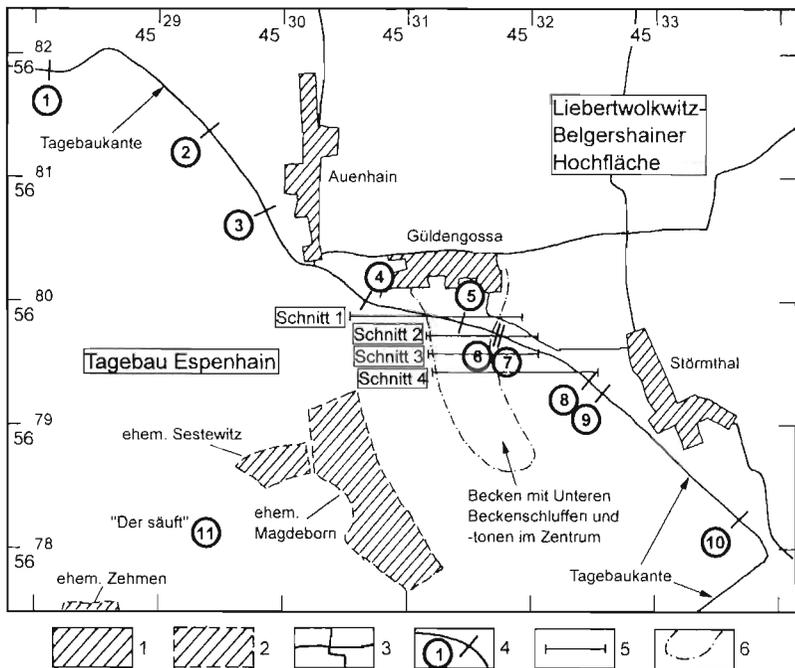


Abb. 3. Die Nordostböschung des Tagebaus Espenhain – Eine Profilübersicht

1 – Ortschaften, 2 – ehemalige Ortschaften (im Tagebauggebiet), 3 – Straßen, 4 – Tagebaurand mit geologischen Profilen und Profildnummern, 5 – geologische Schnitte nach Bohrungen, 6 – Verbreitung der Unteren Beckenschluffe bzw. -tone (Unterer Teil des Miltitzer Horizontes)

Zusammenhang zwischen geologischen Profilen in dieser Karte und archäologischen Schürfen (der Jahre 1999–2001): Profil 1 – archäol. Schurf 17, Profil 2 – archäol. Schurf 14, Profil 3 – archäol. Schurf 12, Profil 4 – archäol. Geoschnitt 2, Profil 6 – archäol. Geoschnitt 1, Profil 7 – archäol. Geoschnitt 1, Profil 8 – archäol. Geoschnitt 3

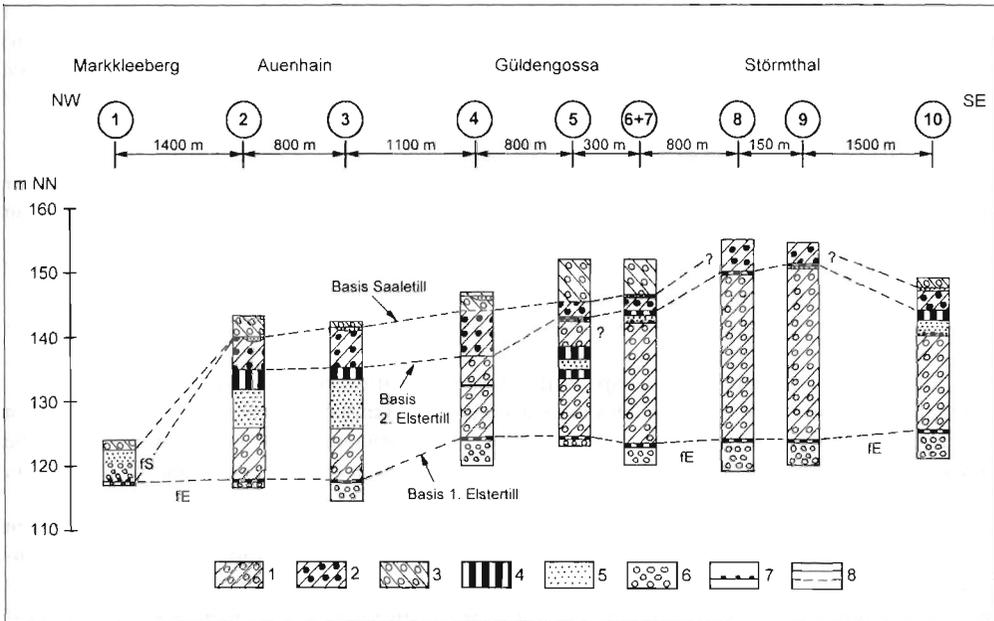


Abb. 4. Quartärgeologischer Schnitt durch die Nordostböschung des Tagebaus Espenhain – Eine Profilübersicht

Legende: 1 – 1. Elstertill, 2 – 2. Elstertill, 3 – Saaletill, 4 – Bändertone und Bänderschluflfe, 5 – Sande, z. T. schluffig, z. T. kiesig, 6 – Flußschotter, vor allem FE – Frühelesterterrasse (z. T. Untere frühpleistozäne Terrasse), nur in Markkleeberg: fs – frühsaaletiszeitliche Hauptterrasse, 7 – markante Steinsohle, 8 – nachgewiesene und vermutete Grenzen (in den Profilen), ? – unsichere stratigraphische Einstufung des Tills

Die Profile sind stark vereinfacht, schichtinterne Strukturen werden nicht dargestellt. Der Untere diamiktische Teil des Miltitzer Horizontes (umgelagerter und umsortierter 1. Elstertill), mit Ausnahme der darin vorkommenden Bändertone, wird mit der Signatur des 1. Elstertills dargestellt, da hier oft keine genaue Grenze gezogen werden kann. Die frühsaaletiszeitliche Hauptterrasse in Markkleeberg (fs) hat an ihrer Basis eine Steinsohle, die den Rückstand der erodierten Elstertills enthält. Im oberen Teil verzahnt sich die Hauptterrasse stark mit diluvialen Sanden, Einschwemmungen vom ehemaligen Talhang. Der 1. und 2. Saaletill werden nicht getrennt dargestellt. Der 2. Saaletill tritt nur punktuell auf und nimmt im Hangbereich (Auenhain, z. T. Güldengossa) maximal die oberen 1 bis 1,5 m des Saaletills ein, meist ist er erodiert. Der weichseleiszeitliche Sandlöß mit einer Steinsohle an der Basis, der in allen Profilen ca. 0,5 m mächtig ist und das Quartärprofil abschließt, wird nicht dargestellt.

In dieser Arbeit soll gezeigt werden, daß beide Folgen (die gesamte Mischfolge) in das Miltitzer Intervall gehören und damit erst der hangende Till der Oberen Wachauer Folge zumindest weitflächig dem 2. Elstereisvorstoß zuzuordnen ist und nicht dem der 1. Saaletiszeit, wie oft angenommen. Wenn keine eindeutigen Sedimente aus dem Miltitzer Horizont (regionaler Name = Wachauer Folge), wie z. B. der Miltitzer Bänderton (regionaler Name = Obere Wachauer Folge), erhalten sind, wird die Trennung der beiden Elstertills schwierig werden. Meist setzt sich jedoch der kompaktere 2. Elstertill von der „weichen“ umgelagerten, sandigen Folge über dem 1. Elstertill ab. Bei der Betrachtung der neuen Schürfe fällt auf, daß sich dieser kompakte Till über dem Miltitzer Bänderton teilweise noch untergliedern läßt. In verschiedenen Aufschlüssen in unterschiedlichen Niveaus wurde darin eine Steinsohle mit Windkantern und eine wenige cm mächtige Sandlage beobachtet, die die Grenze zu einem weiteren Till im Hangenden bildet (z. B. Abb. 15, Bild 4). Diese unauffällige Grenze zum 1. Saaletill konnte vor allem in den Bohrungen leicht übersehen werden. Manchmal fehlt sie auch komplett, so daß sich beim Betrachten der Aufschlußwand, auch während der aktiven Zeit, kaum erschloß, aus welchem Till oder welchen Tills sich der bankartige Geschiebemergel an der Oberkante des Tagebaus (über der „weichen“ Mischfolge) zusamm-

men setzt (z. B. Bild 1). Nach den neusten Untersuchungen handelt es sich vermutlich überwiegend um einen zusammengesetzten 2. Elster- und 1. Saaletill oder nur um den 2. Elstertill. Durch die enge Verknüpfung von 2. Elstertill und 1. Saaletill wurden beide Tills in der Vergangenheit z. T. der Saaleeiszeit zugeordnet (1. und 2. Saaletill).

Es gibt aber auch Aufschlüsse, vor allem südlich von Störmthal (Profil 9, Abb. 18) bis zur Plattform (Profil 10 in Abb. 3 und 4), wo sich nur der geschiebene 1. Saaletill als ca. 1 bis 2 m mächtige, markante Bank an der Tagebauoberkante zeigt und der geschiebene 2. Elstertill weicher und sandiger ausgeprägt ist und zurücktritt. Beide Tills sind hier jedoch eindeutig von der schon erwähnten 0,2 m (max. 0,5 m) mächtigen Sandlage getrennt.

Auf dem Hang der Hochfläche etwa zwischen Profil 2 (Abb. 3, 9) und Profil 6 (Abb. 3, 15) wird noch ein vierter Till vermutet. Dieser kann die oberen 1 bis 2 m des kompakten Saaletills einnehmen. Es handelt sich um den Till des 2. Saaleeisvorstoßes (2. Saaletill), der vom 1. Saaletill hier z. T. schwer zu trennen ist. Manchmal treten linsenartige, unregelmäßig gebänderte Schluffe auf, die oft vom Gletscher zerschert und später durch Kryoturbation verformt wurden, Reste des ehemaligen Bruckdorfer Bändertones. Das heißt also, daß im Hangbereich in dem oberen kompakten Till über dem Miltitzer Bänderton oder direkt über dem umgelagerten 1. Elstertill drei Eisvorstöße stecken können, der 2. Elstereisvorstoß, der 1. Saale- und der 2. Saaleeisvorstoß (z. B. Profil 6, Abb. 15).

Selbst bei der Durchsicht von ca. 1 000 Bohrungen und ihrer Verknüpfung zu 30 Schnitten (einen kleinen Ausschnitt davon zeigen Abb. 7 und 8) über das gesamte Ostfeld des Tagebaus (Hochfläche) gelang es bis vor kurzem nicht, Klarheit in die Grundmoränenfolge zu bringen. Einige der weit aushaltenden bis über 10 Tillbänke wurden in der Bohrungsauswertung als autonome Körper angesehen, weil angenähert gleich hoch liegende Sand/Kies- bzw. Bänderton/Schluff-Linsen fälschlich zu zusammenhängenden Schichten verbunden wurden. Ein Anliegen der Arbeit ist es daher, auch zu zeigen, daß Einzelbohrungen in glazigenen Folgen gelegentlich die Wahrheit bezüglich stratigraphischer Position, Lithologie und Lagerung ans Licht bringen können, daß dieses aber in einigen Fällen nicht einmal durch tausend Bohrungen und dichte Schnittnetze möglich ist.

In den folgenden Kapiteln wird die Quartärfolge der Nordostböschung des Tagebaus Espenhain, die die Liebertwolkwitz-Belgershainer Hochfläche anschneidet, von Auenhain über Güldengossa bis Störmthal im Detail vorgestellt und vom Liegenden zum Hangenden beschrieben. Dabei wird die stratigraphische Zuordnung der einzelnen Tills und Zwischensedimente diskutiert. Wenn auf die Hochfläche verwiesen wird, ist immer die Liebertwolkwitz-Belgershainer Hochfläche gemeint.

In den Abbildungen 3 und 4 sind alle Profile dargestellt, die die Grundlage für diese Arbeit bilden. Bis auf Profil 11 wurden alle Profile in den Jahren 1999 bis 2003 aufgenommen. Fehlende Angaben wurden aufgrund älterer Erkundungsbohrungen (Abb. 7, 8) in der Nähe der Aufschlußpunkte ergänzt. Insgesamt war der Zustand der Tagebauwand, außerhalb der frischen Schürfe und der schon sanierten (abgeflachten) Bereiche, nach z. T. über 10 bis 15 Jahren Standzeit durch Rutschungen, Nachbruch und Bewuchs für die geologischen Untersuchungen schlecht.

Das Profil 11 (Abb. 5) wurde 1969 während der aktiven Tagebauzeit aufgenommen, als das früh-saaleeiszeitliche Tal durchschnitten und damit eine typische saaleeiszeitliche Tillfolge abgeschlossen wurde.

3. Die Basis der elster- und saaleeiszeitlichen Tillfolge im Bereich der Hochfläche

3.1. Frühelstereiszeitliche und frühpleistozäne Flußschotter

Die Nordostböschung des Tagebaus Espenhain folgt fast genau der Grenze zwischen der frühelstereiszeitlichen Terrasse im Nordosten und der Unteren frühpleistozänen Terrasse im Südwesten (Abb. 2, 4). Die Basishöhe der Flußschotter und damit die Quartärbasis schwankt in den Aufschlüssen um +120 m NN (+117 bis +121 m NN). Die Basis der Profile bei Auenhain, weiter flußabwärts, liegt durchschnittlich 3 m tiefer als in Störmthal. Die Mächtigkeit der Terrasse beträgt ca. 3 m (1–5 m).

Bei der frühelsterezeitlichen Terrasse handelt es sich um Ablagerungen des Großpönaer Flusses (heute keinen Nachfolger), der Wyhra und der Zwickauer Mulde (Connewitzer Muldelauf). Die fein- bis grobkiesigen Flußablagerungen bestehen zu über 90% aus Quarzgeröll, dazu tritt etwas Kieselschiefer, Schiefer, Porphyr, Granit und metamorphes Gestein, darunter Granulit (GROSSE 1973, GROSSE & FISCHER 1989).

Die Untere frühpleistozäne Terrasse (Menap-Kaltzeit) mit Basishöhen zwischen +120 m und +135 m NN wurde von der Wyhra, dem Großpönaer Fluß und ganz im Westen zusätzlich von der Saale (mit Porphyren aus dem Thüringer Wald) abgelagert. Nach der Lithofazieskarte Quartär (Blatt Leipzig) wäre sie z. B. im Profil 4 (Abb. 2, 13) vertreten.

3.2. Dehlitz-Leipziger Bänderton

Der Dehlitz-Leipziger Bänderton ist das Sediment des großen Eisstausees an der Front des vordringenden Elstergletschers (1. Vorstoß) und bildet in ganz Mitteldeutschland einen Leithorizont (JUNGE 1998). Im Bereich der Liebertwolkwitz-Belgershainer-Hochfläche wurde er im gesamten Verbreitungsgebiet der Frühelsterterrasse sedimentiert (Abb. 2) und liegt teilweise auch auf der Unteren frühpleistozänen Terrasse bis +130 m NN. In Auenhain liegt die Basis des Bändertons, der in allen Aufschlüssen ca. 0,2 bis 0,5 m mächtig ist, bei +118 m NN, bei Güldengossa und Störnthal durchschnittlich bei +124 m NN (+122,5 bis +125 m NN).

Bei dem Dehlitz-Leipziger Bänderton handelt sich um eine Wechsellagerung von 0,1 bis 1,5 cm mächtigen dunkelbraunen bis dunkelgraubraunen, fast ganz aus Ton bestehenden Winterlagen und 0,5 bis 2 cm mächtigen hellgrauen bis weißgelben Sommerlagen aus glimmerreichem Schluff und z. T. mittel- bis grobsandigem Feinsand. Hier treten auch Kiese und Steine, sogar Blöcke auf, bei denen es sich um Eisdriftmaterial handelt. Die Schichtflächen sind meist eben, z. T. auch welligbuckelig durch Rippelbildung in den Sommerlagen.

Die oberen 20 cm des Bändertons sind in der Regel glazigen deformiert, er kann in Wellen bzw. Falten zusammengeschoben, komplett mylonitisiert (zermahlener Bänderton, kleinste Bruchstücke) oder bis auf wenige Warven z. T. auch vollständig abgehobelt sein.

4. Der 1. Elstertill im Bereich der Hochfläche

Mit dem Dehlitz-Leipziger Bänderton (und den Flußterrassen) im Liegenden ist die stratigraphische Einstufung des untersten Tills als 1. Elstertill sicher. In Mitteldeutschland ist dieser als dunkel- bzw. olivgrauer und kompakter Till bekannt, der brettartig auf dem Bänderton liegt. Typisch sind die flachen bis steilen glazigen Scher- oder Trennflächen, oft mit Bänderton- und Feinsandbelägen in den unteren 2 Metern. Alle diese Eigenschaften erfüllt auch der durchschnittlich 15 m (7–20 m) mächtige 1. Elstertill an der Nordostböschung des Tagebaus Espenhain, allerdings nur im unteren Drittel. Die oberen zwei Drittel sind völlig untypisch ausgebildet. Auf den ersten Blick fallen viele große Linsen, Nester und Wolken von Schmelzwassersanden und -kiesen auf, die den Till durchsetzen. In einzelnen Aufschlüssen scheint der Till in 0,2 bis 3 m mächtige Streifen bzw. Bänke zerlegt, als ob mehrere „autonome“ Tillbänke übereinander liegen (Bild 1). Sie werden von sandig-kiesigen Lagen bzw. Körpern getrennt, die schräg und horizontal geschichtet sind. Diese können deformiert und abgerissen sein, weisen diskontinuierliche Übergänge auf, Feinsand liegt unvermittelt über grobem Kies, und sie können aufgearbeitete, diamiktische Schlieren und Bänder enthalten.

4.1. Die Entstehung einer Beckenlandschaft

Die Veränderungen bzw. Umbildungen des 1. Elstertills setzten unmittelbar in der ersten Tau-phase ein, große Mengen von Schmelzwässern wurden offenbar plötzlich freigesetzt. Es begann mit dem subglazialen Anlegen von Abflußbahnen, der obere Teil des Tills wird großflächig durch-

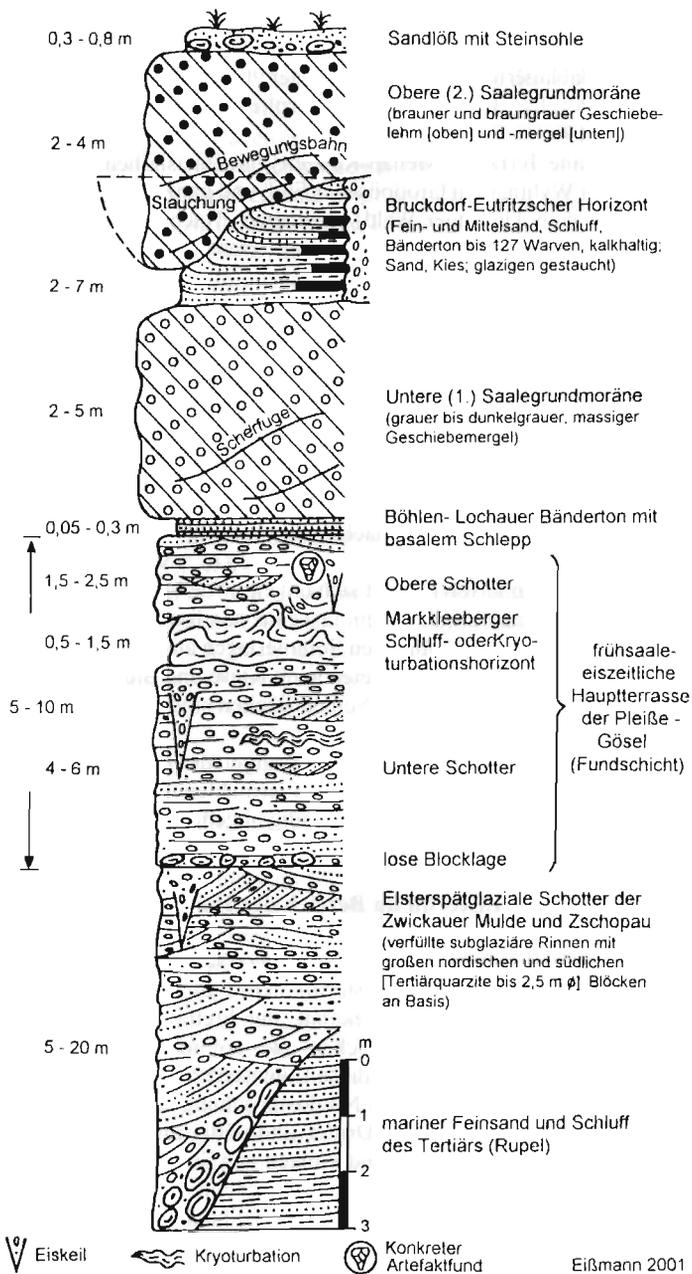


Abb. 5. Geologisches Normalprofil des Tagebaus Espenhain im Bereich der frühsaaleeiszeitlichen Täler – Profil 11 („Der säuft“) zwischen (ehem.) Sestewitz und (ehem.) Zehmen (Tagebau Espenhain). Dieses Profil wurde 1968 während der aktiven Tagebauzeit aufgenommen. Die Lage des Profils wird in Abb. 3 dargestellt.

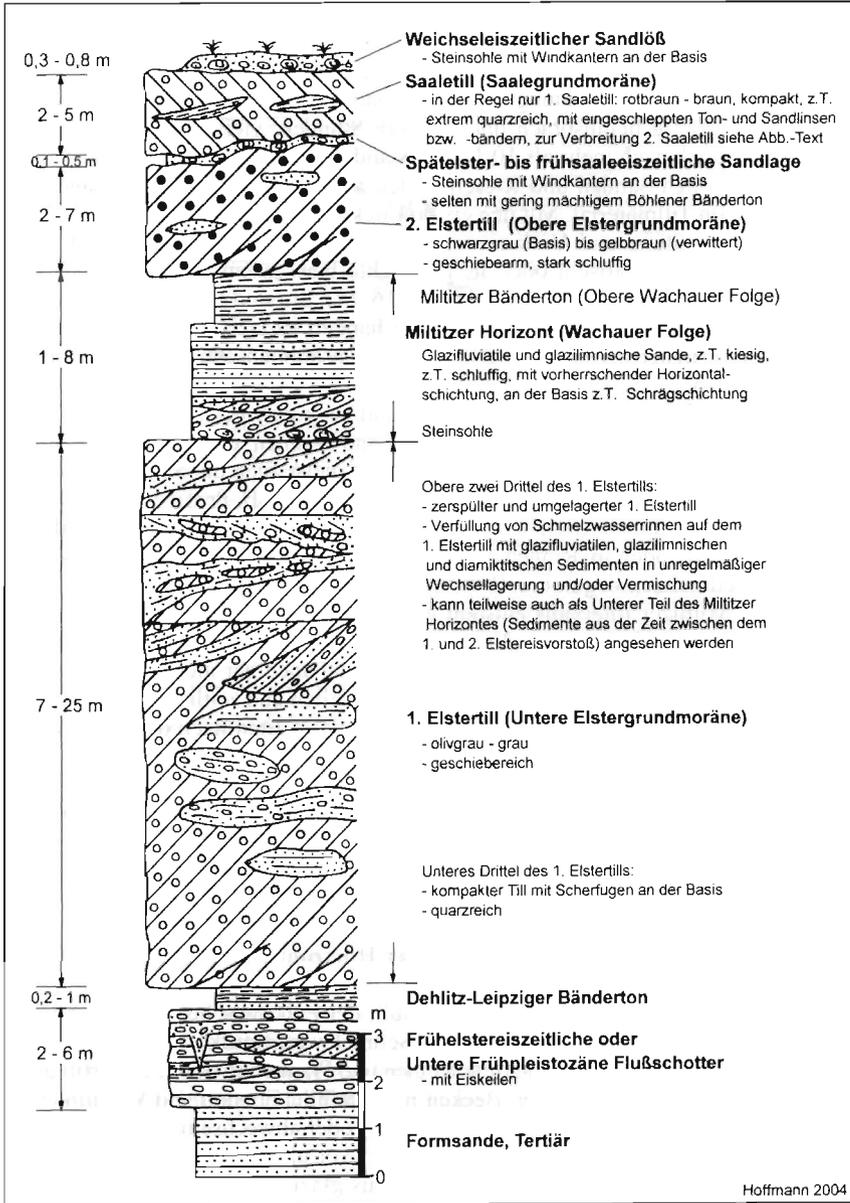


Abb. 6. Geologisches Normalprofil des Tagebaus Espenhain im Bereich der Liebertwolkwitz-Belgershainer Hochfläche

Der 2. Saaletill wurde auf der Hochfläche (wenn überhaupt ursprünglich vorhanden) als oberste Grundmoräne meist abgetragen und der 1. Saaletill in seiner Mächtigkeit reduziert. Am Hang der elstereiszeitlichen Hochfläche bzw. der frühsaaleiszeitlichen Täler tritt der 2. Saaletill stellenweise auf und nimmt maximal die oberen 1 bis 2 m des kompakten Saaletills ein. Stellenweise sind an seiner Basis linsenförmige, z. T. zerscherzte Reste des Bruckdorfer Bändertones in Form von max. 0,5 m mächtigen gebänderten Schluffen und Sanden (z. T. mit Diamiktitlagen) erhalten. Der 2. Saaletill ist auf der Hochfläche schwer nachweisbar, da eine seiner typischen Eigenschaften (nördlich von Leipzig) der hohe Gehalt an Paläozoischen Kalken ist, der Till aber fast immer im Verwitterungsbereich (Entkalkung) nahe der Geländeoberfläche liegt und stark durch Kryoturbandation und Bodenbildung beeinflusst ist. Beide Saaletills sind im Bereich der frühsaaleiszeitlichen Täler ideal vertreten (vgl. Profil 11, Abb. 5).

löchert, örtlich bilden sich kleine Rinnen. Der Till wird aus-, durch- und umpült. Das Ergebnis sind mit Sanden und Kiesen gefüllte Kanäle, die im Aufschluß als große Linsen und Lagen (0,5 bis 3 m Höhe bzw. Mächtigkeit) sichtbar werden („durchschossene Grundmoräne“). Viele stehen hydraulisch miteinander in Verbindung. Beim Tagebauanschnitt konnte es passieren, daß Grundwasser z. T. fontänenartig herausbrach und mehrere Stunden, vielleicht auch Tage, lief. Einige Quellen existieren noch nach mehr als 10 Jahren Standzeit der Böschung.

In den glazifluviatilen Sanden und Kiesen finden sich untergeordnet auch Lagen und Stücke (z. T. fetzenartig) von Tillmaterial. Mit den ersten Lücken zwischen dem Toteis beginnt auch eine oberflächliche Aufarbeitung und Umlagerung von Tillmaterial, das als 0,1 bis 30 cm mächtige Lagen und Bänder aus Tillbröseln oder als gerutschte bzw. zusammengebrochene 0,5 bis 1 m mächtige blockartige Körper zu erkennen ist (Abb. 16, 17). Sie sind eingebettet und wechsellagern mit glazifluviatilen Sanden und Kiesen. Teilweise handelt es sich auch um Fließtill. Das Ausgangsmaterial (der 1. Elstertill) ist aber meist an Farbe, Zusammensetzung und z. T. am Bruch noch eindeutig zu erkennen.

Im Höhepunkt des Schmelzwasseraufkommens und bei zunehmenden Eislücken kommt es zur Kanalisierung der Wässer in Abflußbahnen, Rinnen und Wannen, die auf dem 1. Elstertill ein unruhiges Relief erzeugen. Mit der intensiven Erosion ist meist auch die Sedimentation von größeren Schmelzwassersedimenten, kiesigen Sanden oder Kiesen (z. B. Profil 3, Abb. 10) an der Basis der Abflußbahnen verbunden. Gleichzeitig entstehen zwischen niederschmelzenden und -brechenden Toteiskörpern oder in Rinnen auch abflußlose Becken, in denen die Verfüllung mit glazilimnischen Sedimenten beginnt (z. B. Profil 5, Abb. 14).

Zu Beginn des Miltitzer Intervalls entsteht eine Seenlandschaft; eine weiche, instabile Landschaft, die zu zerfließen scheint (Abb. 20). Viele kleine Seen, die sich in Lage und Ausdehnung ständig verändern, die mal mehr, mal weniger, manchmal auch gar nicht in das aktivere Abflußgeschehen einbezogen werden. Die Fazies wechseln räumlich und zeitlich stark. Immer noch stürzen Eisberge hinein, ständig rutscht Hangmaterial von den Seiten nach oder wird eingespült, so daß eben gebildete, vor allem kleinere Abflußbahnen wieder aufgestaut werden und stehende Becken sich leeren.

Die Sedimentfolgen, die bei der Verfüllung der Abflußbahnen, Rinnen und Wannen entstehen, werden im Kapitel 5 detailliert beschrieben.

5. Der Miltitzer Horizont

Der Miltitzer Horizont wird im Miltitzer Intervall, der Zeit zwischen dem 1. und 2. Elstereisvorstoß, sedimentiert. Nach dem Maximum des Schmelzwasseraufkommens in der großen Tau-phase des 1. Elstereises, in der bis 15 m tiefe Rinnen und Wannen in den 1. Elstertill geformt wurden, werden diese mit Wasser gefüllten Becken nun verfüllt. Erosion und Verfüllung lassen sich dabei meist kaum trennen, beides passiert gleichzeitig oder abwechselnd, anfangs dominierte die Erosion (vor allem glazifluviatil), nun die Verfüllung (vor allem glazilimnisch). Das Resultat ist eine mannigfaltige, z. T. chaotische Sedimentfolge aus glazifluviatilen Sanden und Kiesen (z. T. schwemmfächerartig), glazilimnischen Sanden, Schluffen und Bändertonen, vielgestaltigen, umgelagerten diamiktischen Lagen, die wechsellagern, sich verzahnen oder vermengen (Abb. 15, 16, 17). Der Aufbau und die Zusammensetzung der einzelnen Anteile (Schichten) wechselt von Aufschluß zu Aufschluß und von Becken zu Becken. In den mehr aktiven Rinnen oder Wannen entwickelte sich eine sandig-kiesige Fazies (Abb. 9, 10), und in den Randbereichen der Abflußkanäle oder in Becken mit nur langsam fließendem oder stehendem Schmelzwasser entstand eine diamiktische (Solifluktsions- und Rutschungs-) Fazies (Abb. 13, 15, 16, 17). Diese heterogene Beckenfüllung wird hier als Unterer sandig-diamiktischer Teil des Miltitzer Horizontes bezeichnet. Einhergehend mit der zunehmenden Verfüllung und Einebnung nimmt das Schmelzwasserangebot ab.

Der Obere schluffige Teil des Miltitzer Horizontes (Miltitzer Horizont im engeren Sinne) beginnt im Idealfall (Abb. 15, Bild 5) mit einer Erosionsdiskordanz, die die schräg geschichteten und

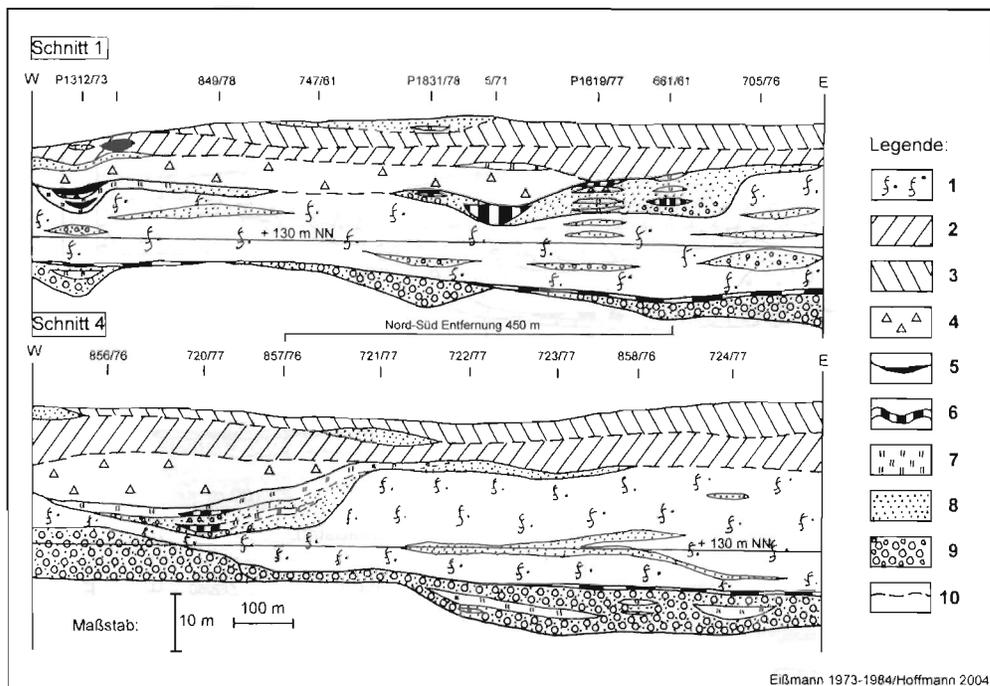


Abb. 7. Geologische Schnitte (vereinfacht) nach Bohrungen südlich von Güldengossa (Tagebau Espenhain) – Schnitt 1 und 4

1 – 1. Elstertill, 2 – 2. Elstertill, 3 – 1. Saaltill, 4 – umgelagerter 1. Elstertill oder 2. Elstertill (Stellung unsicher), 5 – Ton, fett, 6 – Bändertone und Bänderschluflfe, 7 – Schluff, 8 – Sand, 9 – Kies, 10 – vermutete Grenzen (durch Bohrungen nicht eindeutig oder gar nicht belegt)
Die Lage der Profile ist in Abb. 3 dargestellt.

chaotischen Beckenfüllungen abschneidet und eine Steinsohle bildet. Darüber folgen horizontal lagernde z. T. rippelige Sande, die im Hangenden in den Miltitzer Bänderton bzw. -schluff übergehen. Dieser wurde im Stausee an der Front des 2. Elstergletschers abgesetzt.

Da die stratigraphische Einstufung dieser Sedimente (des Miltitzer Horizontes) lange unklar war, gab man der gesamten Folge zwischen dem 1. und 2. Elstertill im Tagebau Espenhain den Regionalnamen Wachauer Horizont oder Wachauer Folge.

5.1. Der Miltitzer Horizont in Auenhain

Der Miltitzer Horizont ist westlich von Auenhain (Profil 2, Abb. 9, Bild 2 und Profil 3, Abb. 10, Bild 3) ca. 9 m mächtig, seine Basis liegt bei +126 m NN. Es handelt sich um ein Gebiet, in dem während der Tauphase der Abfluß dominierte (eine ehemalige Schmelzwasserrinne); der 1. Elstertill wurde bis auf ca. 7 m Mächtigkeit erodiert.

Die unteren 6 bis 8 m werden von einer glazifluvialen und -limnischen Sandfolge (ohne Diamiktit-Lagen) eingenommen, sie wird dem Unteren sandig-diamiktitischen Teil des Miltitzer Horizontes (hier die sandige Fazies) zugeordnet.

In Auenhain geht diese meist horizontal geschichtete Mittelsandfolge fließend in den Obere schluffigen Teil des Miltitzer Horizontes über. Eine Steinsohle wurde hier nicht beobachtet. Der Obere Teil ist 1 bis 3 m mächtig und wird vor allem durch den Miltitzer Bänderton bzw. -schluff gebildet, mit dem 2. Elstertill (Basis bei +135 m NN) im Hangenden.

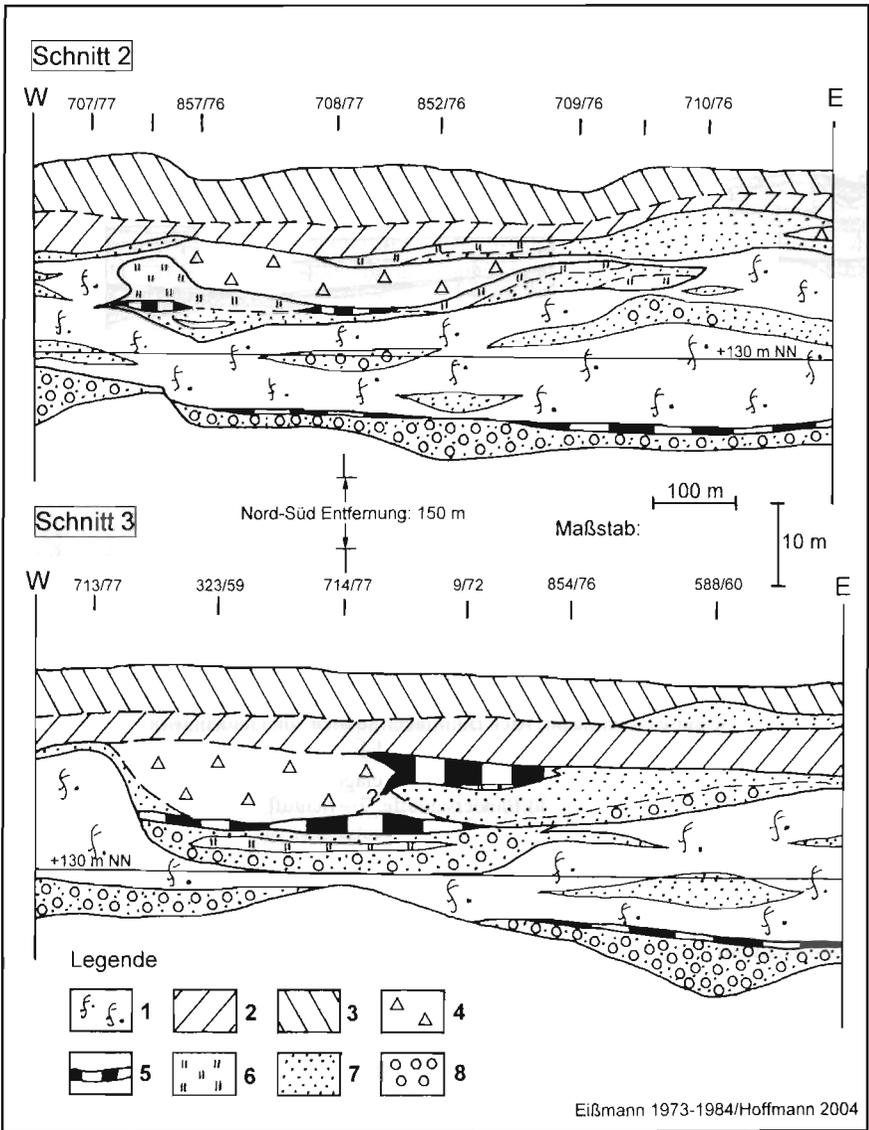


Abb. 8. Geologische Schnitte (vereinfacht) nach Bohrungen südlich von Güldengossa (Tagebau Espenhain) –
Schnitte 2 und 3

1 – 1. Elstertill, 2 – 2. Elstertill, 3 – 1. Saaletill, 4 – umgelagerter 1. Elstertill oder 2. Elstertill (Stellung un-
sicher), 5 – Bändertone und Bänderschluflfe, 6 – Schluff, 7 – Sand, 8 – Kies

Die gestrichelten Linien zeigen vermutete Grenzen, die durch die Bohrungen nicht eindeutig oder gar nicht
belegt werden. Die Lage der Profile ist in Abb. 3 dargestellt.

Im Schnitt 3 sieht man den unteren Bänderton (Basis hier ca. +134 m NN) und den oberen Bänderton (Basis
hier ca. +141 m NN) in einem Becken südlich von Güldengossa besonders deutlich. Der untere Bänderton wird
dem Unteren Teil des Miltitzer Intervalls zugeordnet, eine reine limnische Fazies innerhalb der chaotischen
Verfüllung eines Schmelzwasserbeckens auf dem 1. Elstertill. Der obere Bänderton wird als Miltitzer Bän-
derton bezeichnet, der im Eisstausee an der Front des 2. Elstereisvorstoßes abgesetzt wurde. Einen mög-
lichen Zusammenhang beider Bändertone und die Genese des dazwischen liegenden Tillis wird in Kapitel 7
diskutiert.

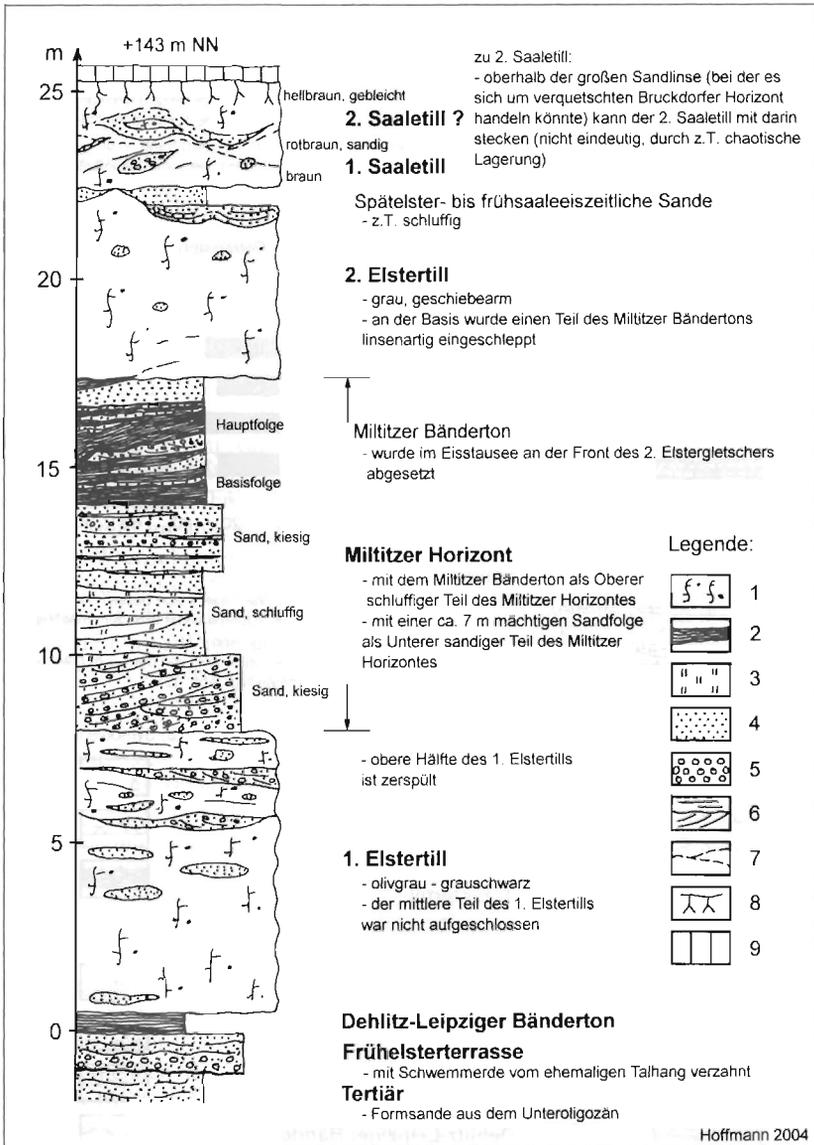


Abb. 9. Profil 2 westlich von Auehain (Tagebau Espenhain)

Legende: 1 – Till, 2 – Bänderton bzw. -schluff, 3 – Schluff bzw. stark schluffiger Feinsand, 4 – Sand, 5 – Kies, 6 – Horizontal- und Schrägschichtung, 7 – Farbgrenzen im Saaletill, 8 – intensive Bodenbildung, u. a. Bleichung, 9 – verschüttet bzw. rezent umgelagert

5.1.1. Der Untere Teil des Miltitzer Horizontes – Eine Sandfolge

Die 6 bis 8 m mächtige Mittelsandfolge (Abb. 10, 11) ist im unteren Drittel stark feinkiesig; Schrägschichtung herrscht vor. Der Feinkiesanteil nimmt innerhalb dieses Drittels vom Liegenden zum Hangenden ab, und die Schrägschichtung geht in eine Horizontalschichtung über. Die zunächst rein glazifluviale Folge gerät unter glazilimnischen Einfluß (Becken mit Bodenströmung). Im Geröllbestand fiel eine größere Menge von südlichem Material (u. a. Quarz, Por-

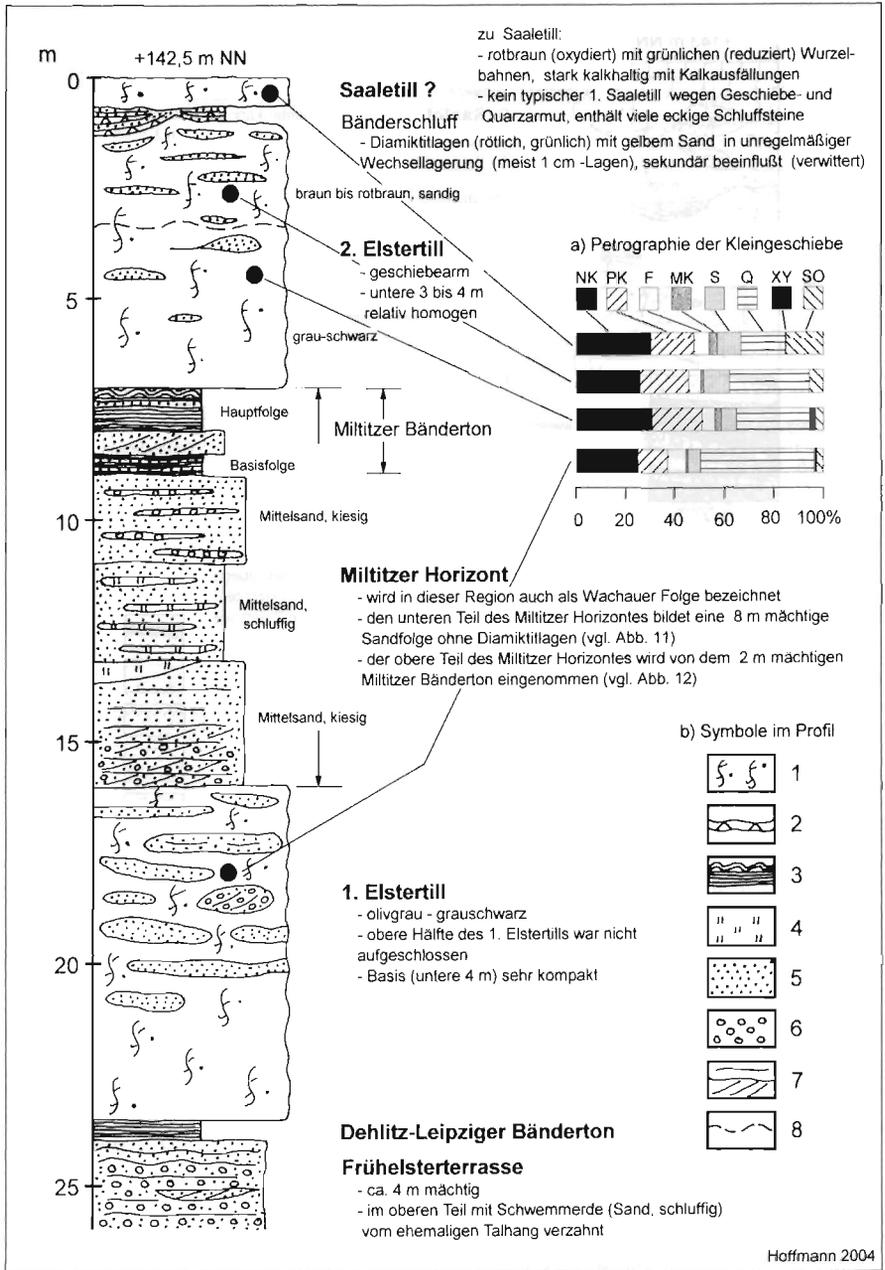


Abb. 10. Profil 3 westlich von Auenhain (Tagebau Espenhain)

Legende: a) Petrographie der Kleingeschiebe: NK – Nordisches Kristallin, PK – Paläozoischer Kalkstein und Dolomite, F – Flint, MK – Mesozoische Kalksteine, S – Sandsteine, Quarzite und Paläozoische Schiefertone, Q – Quarz, XY – Xylit, SO – Sonstige (u. a. Einheimisches Paläozoikum, Tertiär)
 b) Symbole im Profil: 1 – Till, 2 – Diamiktillagen, 3 – Bänderton bzw. -schlufl, 4 – Schluff, 5 – Sand, 6 – Kies, 7 – Horizontal- und Schrägschichtung, 8 – markante Farbgenze im Till

phyr, Granit, Grauwacke) auf. Vermutlich vermischt sich hier erstmals in der Eiszerfallsphase Schmelzwasser mit südlichem Flußwasser.

Das mittlere Drittel ist eine Wechselfolge von ca. 10 cm mächtigen Lagen aus hellem Fein- bis Mittelsand und graubraunem, schluffigem Feinsand. Parallele Horizontalschichtung ist vorherrschend, dazu kommen Flaser- und Rippelschichtung. Hier dominiert die glazilimnische Fazies mit langsamem, ruhigerem Fließen bis Stehen, die aber immer wieder unter glazifluviatilen Einfluß gerät.

Im oberen Drittel wird die Folge wieder grobkörniger, feinsandiger Mittelsand im Liegenden entwickelt sich zu fein- bis mittelkiesigem Mittelsand mit Feinkieslagen, Horizontalschichtung ist vorherrschend. Eine randnahe glazilimnische Fazies wird von häufigen glazifluviatilen Einträgen mit teilweise höheren Fließgeschwindigkeiten beeinflusst.

5.1.2. Der Obere Teil des Miltitzer Horizontes – Der Miltitzer Bänderton

Auffällig ist der kleinräumige Wechsel in der Mächtigkeit einzelner Schichten. Eine 5 cm rippelige Feinsandlage in einem Aufschluß kann sich 300 m entfernt zu einer 1 m mächtigen kompakten, flaserigen Feinsandbank entwickeln. Selbst innerhalb eines Aufschlusses enden Lagen bzw. verändern dramatisch ihre Mächtigkeit. In einem Aufschluß kann eine Abfolge als Bänderton ausgebildet sein, im anderen als Bänderschlufl. Die Faziesräume waren eng begrenzt und einem ständigen Wechsel unterzogen, so daß hier nur Tendenzen angegeben werden können.

Der Miltitzer Bänderton (Abb. 9, 10, 12, Bild 2, 3) besteht aus maximal 3 Hauptfolgen (mit analogen Tendenzen in den Unterfolgen), die immer mit einem kompakteren, dunkelgrauen bis schwarzen Bänderton bzw. tonigen Bänderschlufl beginnen, in dem die einzelnen Warven noch relativ gut zu unterscheiden sind, der im Hangenden immer feinsandiger und flaseriger, z. T. mit 2 bis 5 cm rippeligen Feinsandlagen wird.

a) Die Basisfolge des Miltitzer Bändertones

Die Bänderton- bzw. Bänderschlufl-Folge (Profil 3, Abb. 12, Bild 3) beginnt z. T. unvermittelt in dem kiesigen oberen Teil der Sandfolge mit bis zu drei 5 bis 20 cm mächtigen Schichten aus grau-schwarzem, tonigem Schluff, die von 2 bis 5 cm mächtigen Mittelsanden (z. T. schluffig und feinsandig, mit Kleinrippelschichtung) getrennt werden (Abb. 12). Die tonigen Schluffschichten wirken auf den ersten Blick kompakt, sind aber in sich unregelmäßig gegliedert. Es dominieren 2 bis 5 cm mächtige schluffige Tonlagen mit interner (< mm) Feinstlaminiierung bzw. -flaserung mit kleinsten Variationen in Korngröße und Farbe. Diese wechsellagern unregelmäßig mit 0,2 bis 0,5 cm mächtigen, braunen Feinsandlagen mit Rippelansätzen.

Im Profil 2 (Abb. 9) beispielsweise sind diese tonigen Schluffschichten 10 bis 30 cm mächtig und als olivgrauer, flaseriger, feinsandiger Schluff ausgebildet, der weiche sich verzahnende Übergänge zu den trennenden hellen Feinsandlagen hat.

Grundsätzlich ist diese Basisfolge invers gradiert, innerhalb der einzelnen Schichten (20 cm Schluff- bzw. Tonschicht unten und 5 cm Feinsandlage oben) und als gesamte Folge, da die Schluff- bzw. Tonschichten im Hangenden an Mächtigkeit verlieren und die Folge mit einer 0,2 bis 0,5 cm mächtigen Mittelsandlage mit z. T. ausgeprägter Schägsschichtung abschließt (Abb. 12, Bild 3).

b) Die Hauptfolge des Miltitzer Bändertones

Über der eben beschriebenen Basisfolge liegt ein weiterer ca. 1 m mächtiger Bänderton (Profil 3, Abb. 12, Bild 3), ebenfalls mit kompakter toniger Basis und zunehmenden Schluff- und Feinsandanteilen im Hangenden. Der grau-schwarze, laminierte Bänderton (z. B. Profil 3: 1 bis 4 cm mächtige, dominierende Tonlagen mit interner Feinstlaminiierung bzw. -flaserung liegen im Wechsel mit 0,1 bis 0,5 cm mächtigen hellen bis hellbraunen Feinsandlagen) geht in einen flaserigen, schluffigen Sand bzw. sandigen Schluff (z. B. Profil 3: 0,1 bis 5 cm mächtige hellen Feinsandlagen mit Rippelschichtung und flaseriger Horizontschichtung in unregelmäßiger Wechsellagerung bzw. flaserig und rippelig verwoben mit 0,5 bis 2 cm mächtigen grauen Schlufflagen, z. T. feinsandig, z. T. leicht tonig) über. Dieser kann auch kompaktere, dunkelgraue bis schwarze 5 bis 10 cm mächtige Bänder aus Bänderschlufl mit wieder erhöhtem Tonanteil enthalten.

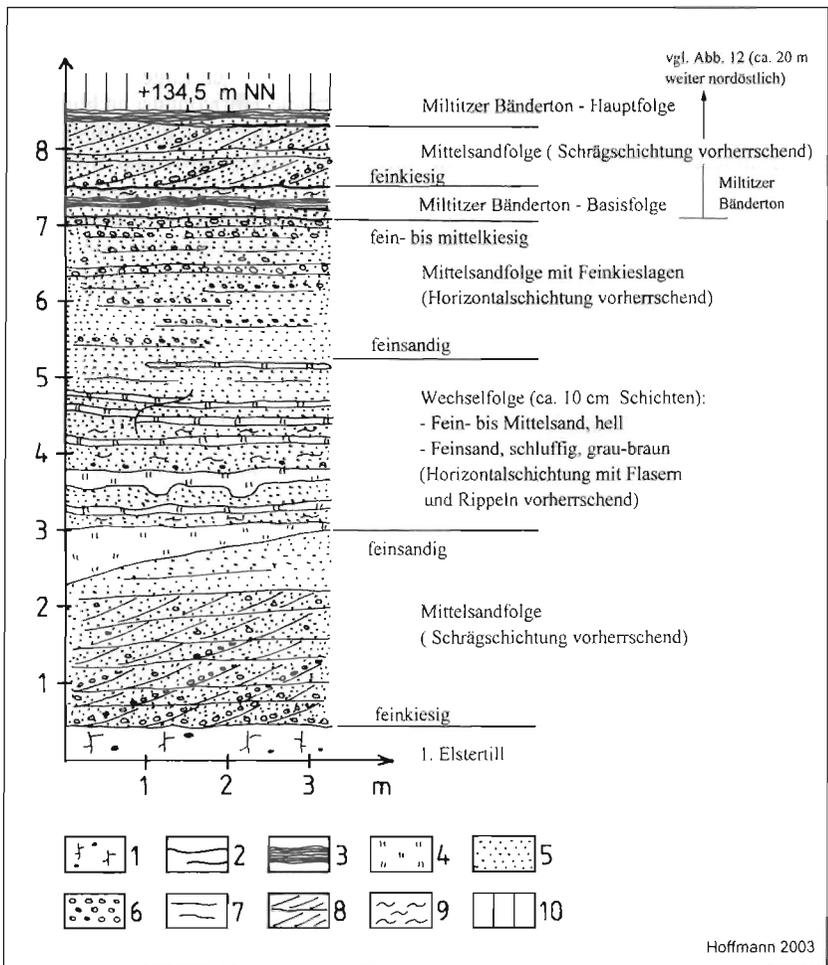


Abb. 11. Sandfolge (Unterer Teil des Miltitzer Horizontes) – Profil 3 westlich von Auenhain (Detail aus Abb. 10)

Legende: 1 – Till, 2 – einzelne tonige Schlufflagen (ca. 1 cm mächtig), 3 – Bänderschluft bzw. Bänderton, 4 – schluffiger Feinsand, 5 – Mittelsand, z. T. feinsandig, z. T. grobsandig, 6 – Feinkies, 7 – Horizontalschichtung, 8 – Schrägschichtung, 9 – Rippelschichtung, 10 – verschütteter Bereich

Im Profil 2 (Abb. 9, Bild 2) ist der Miltitzer Bänderton über der Basisfolge 1,5 m mächtig und als flaserige Schluff-Folge ausgebildet. ein 1 m mächtiger olivgrauer, flaseriger Schluff (dunkelgrauer bis -brauner, feinsandiger, z. T. leicht toniger Schluff im Wechsel mit hellbraunem schluffigen Feinsand) geht in einen kompakt wirkenden, hellbraunen, z. T. schluffigen, 0,5 m mächtigen mittelsandigen Feinsand (horizontale bis wellige Lagerung) über.

Über der eben beschriebenen Hauptfolge des Miltitzer Bändertones könnte teilweise noch eine weitere Bändertonfolge (die dritte) liegen, wieder mit einem mehr kompakten, schwarzgrauen Bänderton an der Basis. Es kann sich aber auch um eine dieser mehr tonigen Bänderschluft-Bänke im oberen sandigen Teil der Hauptfolge handeln. In Profil 3 (Abb. 12, Bild 3) scheint dieser obere 0,2 m mächtige Bänderton, der stark glazigen gestört ist, mit einer cm-Wechselagerung von hellem Feinsand und grauem, tonigem Schluff zu beginnen. In Profil 2 (Abb. 9, Bild 2) liegt diese dritte Bändertonfolge über dem 0,5 m mächtigen kompakten Feinsand (dem oberen Teil der Hauptfolge), ist aber nur als 0,5-cm-Fetzen erhalten, der teilweise in den 2. Elstertill geschert wurde.

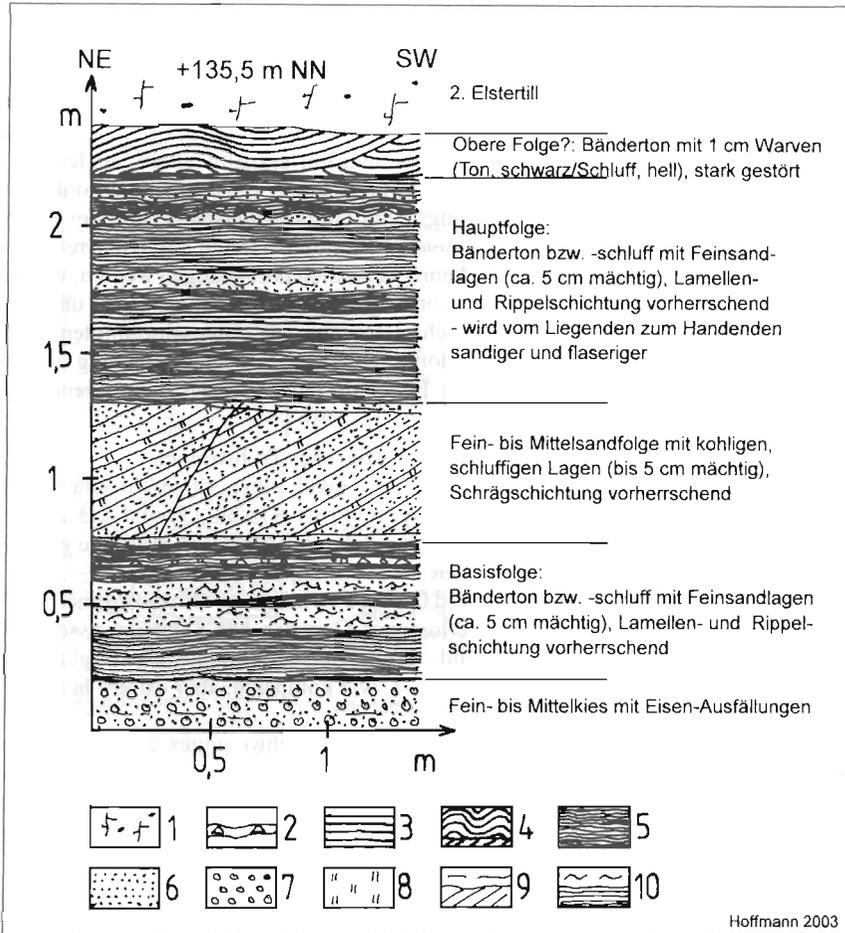


Abb. 12. Miltitzer Bänderton (Oberer Teil des Miltitzer Horizontes) – Profil 3 westlich von Auenhain (Detail aus Abb. 10)

Legende: 1 – Till, 2 – Diamiktitlagen, 3 – Bänderton, regelmäßig (mit ca.-1-cm-Warven), 4 – Bänderton, gestörte Lagerung, 5 – Bänderton bzw. -schluff, unregelmäßig mit warveninterner Flaserung, 6 – Fein- bis Mittelsand, 7 – Fein- bis Mittelschluff, 8 – Feinsand, schluffig, 9 – Horizontal- und Schrägschichtung, 10 – Rippelschichtung (oben) und Lamellen bzw. Lagen (unten)

5.2. Der Miltitzer Horizont zwischen Güldengossa und Störmthal

Der Miltitzer Horizont ist zwischen Güldengossa und Störmthal 4 bis 15 m mächtig. Der Untere sandig-diamiktitische Teil, der die Verfüllungen der Rinnen und Becken repräsentiert, ist durchschnittlich 10 m mächtig, seine Basis kann bis +132 m NN abtauchen. Bei +142 m NN liegt eine Steinsohle, die Basis des 2 bis 3 m mächtigen Oberen schluffigen Teils des Miltitzer Horizontes mit dem Miltitzer Bänderton (Abb. 15, Bild 5). Die Basis des 2. Elstertills im Hangenden der Folge liegt bei ca. +144 m NN.

5.2.1. Der Untere sandig-diamiktitische Teil des Miltitzer Horizontes – Die Beckenfüllungen

Wie bereits mehrfach erwähnt, handelt es sich hierbei um eine heterogene, 0 bis 10 m mächtige, teilweise chaotische Verfüllung der lokalen, vom Schmelzwasser geschaffenen Senken und Abflußbahnen, mit einer Verzahnung, Wechsellagerung oder Vermischung von glazifluviatilen

Sanden und Kiesen, glazilimnischen Bändertonen, Schluffen und Sanden und diamiktitischem Material (glazifluviatil und glazilimnisch).

In den Aufschlüssen in Störmthal und Güldengossa wird die Füllung der Becken durch eine stark diamiktische Fazies (des Unteren sandig-diamiktischen Teils des Miltitzer Horizontes) dominiert. Die Basis der Becken bildet hier, wie im Kapitel 4 beschrieben, der in der ersten Tauphase schon durchlöcherter und oberflächlich umgelagerter und mit glazifluviatilen Sanden und Kiesen mit Tillbröselagen (z. T. Fließstill) und Tillblöcken bedeckte 1. Elstertill. Eine konkrete Grenze zwischen der ersten Erosions-, Durchlöcherungs- und Umlagerungsphase und der beginnenden Beckenfüllung zu finden, ist kaum möglich; viele Verzahnungen treten auf. Die Grenze zwischen dem 1. Elstertill und dem Miltitzer Horizont kann gedanklich dort gezogen werden, wo die Wechsellagerung von diamiktischem Material mit vorwiegend glazifluviatilen Sanden und Kiesen mit Horizontal- und Schrägschichtung in eine Wechsellagerung von eingeschwemmten Diamiktiten und vorwiegend glazilimnischen Sanden mit dominierender Horizontalschichtung übergeht. Bei dem Diamiktiteintrag in der oberen Hälfte der Beckenfüllungen lassen sich folgende, dominierende Formen unterscheiden:

- 1) Diamiktiteintrag in Form von Schlammströmen bzw. eher Trübströmen (Abb. 16, 17, Bild 6, 7). Es handelt sich dabei um dunkelbraunen bzw. dunkelgrauen, diamiktischen Schluff aus vorsortiertem (ausgespültem) Tillmatrixmaterial. Im Profil 8 (Abb. 17) sind z. B. drei ca. 0,5 m mächtige Trübstrombänke aufgeschlossen. Sie sind durch 0,5 bis 2 m mächtige glazifluviatile Sande und Kiese, sowie mit ihnen vermengte Tillbröselagen getrennt.
- 2) Eine zweite Form sind Mischlagen. Das sind 0,5 bis 5 m mächtige Olisthostrome, ein von Tillmaterial dominiertes, gerutsches und geflossenes Gemisch aus Schmelzwassersanden und -kiesen, verschiedensten Tillmaterialien und -formen und vermutlich auch aus glazilimnischen Schluffen und Sanden (Abb. 13). Sie wirken z. T. wie kompakte, aber extrem heterogene Tillbänke.
- 3) Eine dritte Form ist ein vielgestaltiges eingespültes, eingeschwemmtes, auch schon vorsortiertes Netzwerk aus dünnen (0,1 bis 5 cm) Diamiktitlagen, die mit Schluffen und Feinsanden flaserig, seltener in paralleler Horizontalschichtung oder Rippelschichtung, verwebt sind. Das sind Ablagerungen eines langsam fließenden Gewässers oder z. T. von Strömungen am Seegrund.

Im Profil 6 (Abb. 15, Bild 5) war der Rand eines solchen Beckens aufgeschlossen, das bis ca. +132 m NN in den 1. Elstertill eingebettet ist. Die Basis bilden schräg geschichtete, z. T. chaotische kiesige Sande. Dann treten ca. 0,5 m mächtige Diamiktitlagen bzw. -fetzen auf, die mit einem steilen (fast 45°) Winkel zwischen schräg geschichteten Sanden in das Becken einfallen. Das Profil 7 (Abb. 16) ca. 30 bis 40 m weiter südöstlich zeigt den detaillierten Aufbau der hier wieder horizontal lagernden, oberen 8 m der Beckenfolge (Bild 6). Hier treten deutlich mehrere ca. 0,5 m mächtige trübstromartige Diamiktitlagen auf (typisch für den oberen Teil der Beckenfüllung), die mit glazifluviatilen, schräg geschichteten Sanden und Kiesen und glazilimnischen Sanden und Schluffen unregelmäßig wechsellagern. Letztere haben sich durch Überfließen und z. T. auch Überbrutschen mit Diamiktitströmen gefaltet (Bild 6).

5.2.2. Eine spezielle Beckenfüllung südlich von Güldengossa

In den Beckenfolgen treten, wie schon mehrfach erwähnt, auch glazilimnische Sande, Schluffe und Tone auf. Die Sedimentation verlief jedoch meistens zu schnell, der Materialeintrag war zu massiv und die Bodenbewegung zu heftig, als daß sich Bänderton bzw. -schluff mit über einem Meter (bzw. nennenswerter) Mächtigkeit bilden konnte.

Eine Ausnahme bildet ein Becken zwischen Profil 4 (Abb. 13) und Profil 6 (Abb. 15), welches mit dem Profil 5 (Abb. 14) erschlossen wurde. Das Becken (Abb. 3) ist ca. 500 m breit und mindestens 1 km lang und verläuft Nord-Süd, etwa über der Grenze Frühelsterterrasse/13rühpleistozäne Terrasse.

Neben den Umrissen dieses Beckens ist in Abb. 3 auch die Lage der geologischen Schnitte nach alten Erkundungsbohrungen (Abb. 7, 8) durch das Becken dargestellt. Die Schnitte deuten auf eine

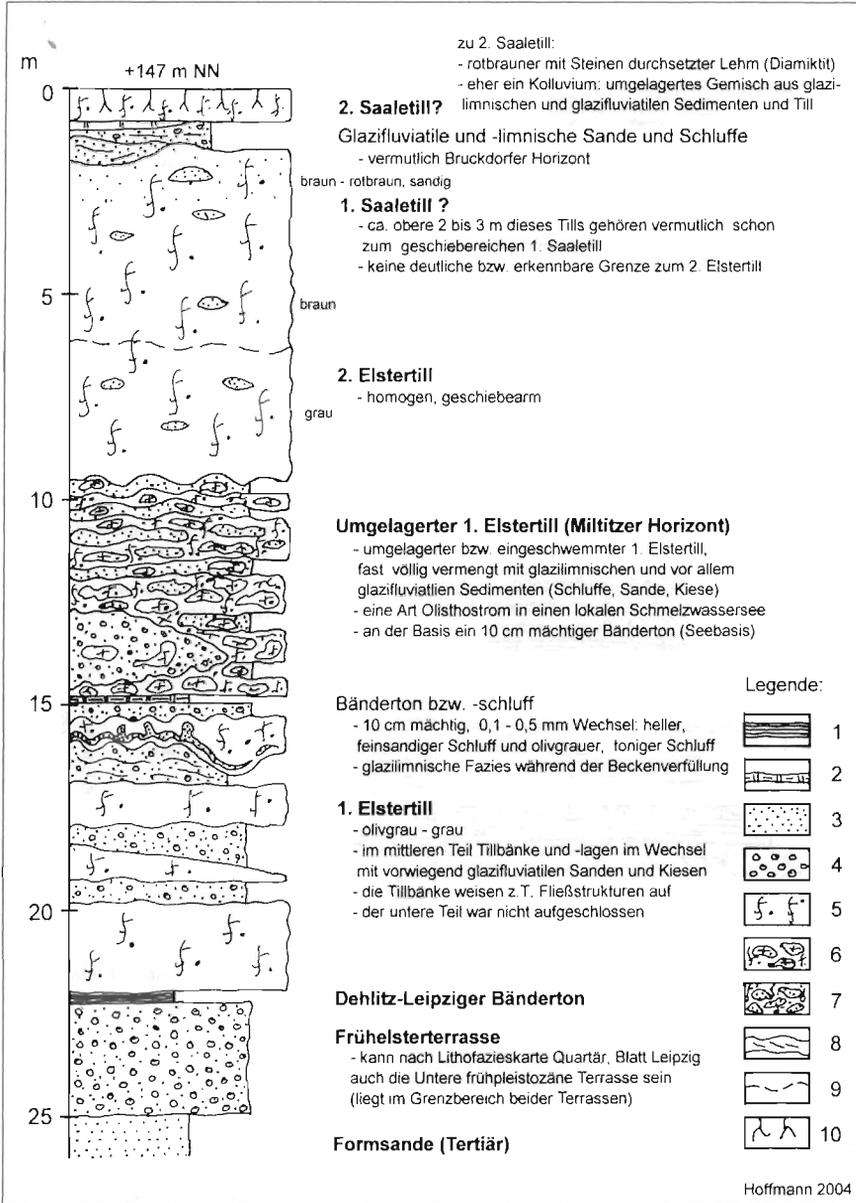
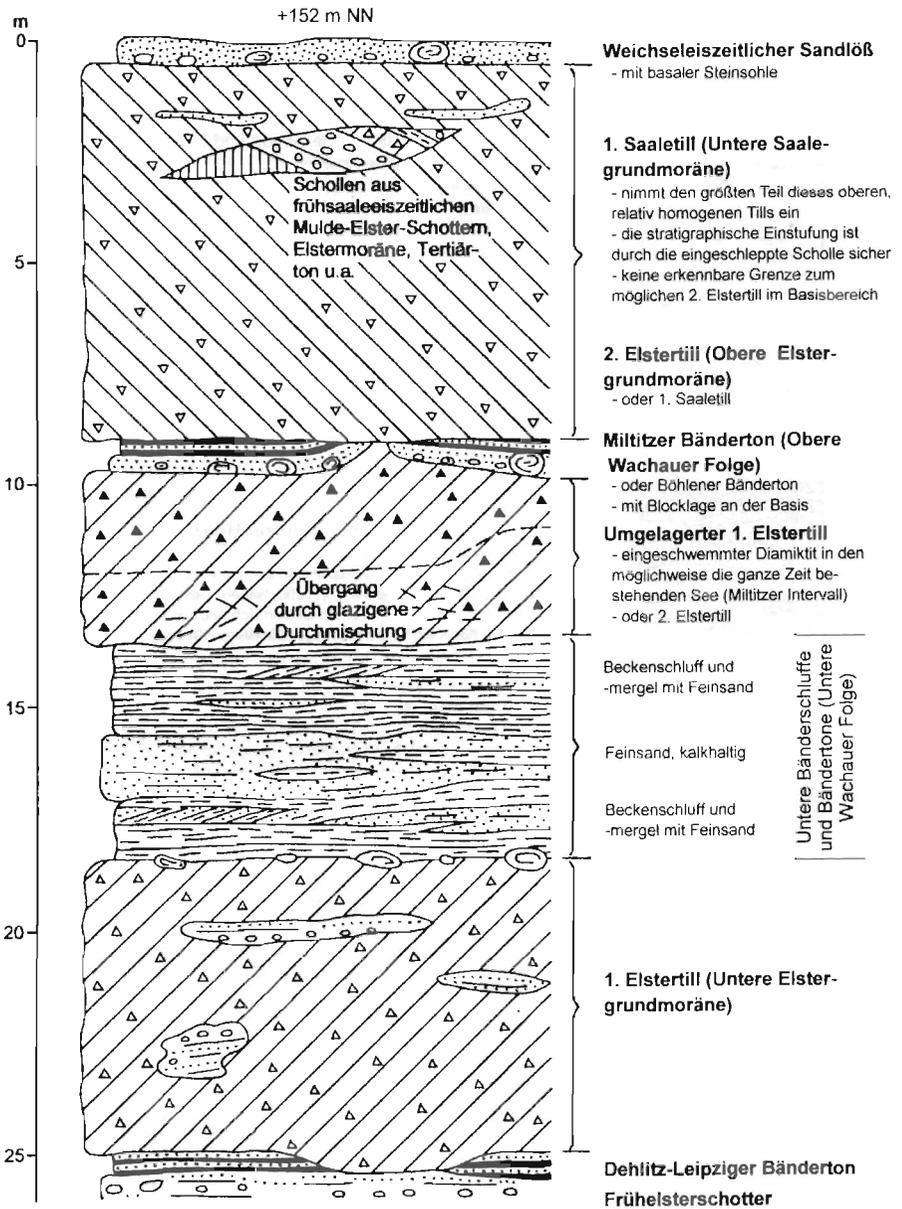


Abb. 13. Profil 4 westlich von Güldengossa (Tagebau Espenhain)

Legende: 1 – Bänderton, 2 – Bänderschluff, z. T. Bänderton, 3 – Sand, 4 – Kies, 5 – Till, 6 – Till, umgelagert, 7 – Till mit Sand (z. T. kiesig, z. T. schluffig) vermengt bzw. mit Sandlinsen durchsetzt, 8 – interne Schichtung, 9 – markante Farbgrænze, 10 – intensive Verwitterung und Bodenbildung

singuläre Beckensituation hin, ein isoliertes Becken mit ruhigen Sedimentationsbedingungen. Möglich wäre auch die Ausbildung einer Beckenfazies eines etwas größeren Sees, im Gegensatz zu der möglicherweise dazugehörenden Randfazies in den eben beschriebenen Folgen zwischen Güldengossa und Störmthal (Profile 6, 7, 8).

Ab 650 m südöstlich des Profils 4 (Abb. 3, 13) bis kurz vor dem Profil 6 (dem östlichen Ende des Beckens) treten mit einer Basishöhe zwischen +132 m und +134 m NN Bändertone und



Eißmann 2003

Abb. 14. Profil 5 südlich von Güldengossa (Tagebau Espenhain)

-schluflte von 2 bis 3 m Mächtigkeit auf. Im Zentrum des Beckens teilt sich der Bänderton, zwei ca. 1 bis 1,5 m mächtige Bändertone und -schluflte werden durch 1 bis 2 m mächtige Sande getrennt (Abb. 14). Während der Tagebauzeit, Ende der achtziger Jahre, kam es in diesem Bereich wiederholt zu bandartigem Wasseraustritt und zu Rutschungen. Diese tief liegenden Bändertone und -schluflte werden auch als Untere Wachauer Folge bezeichnet. Über den Beckenschluflten wurde ein z. T. auffallend dunkler Till beobachtet, der stellenweise wie Schwemm-Material ausgesehen haben soll und als Übergangstill bezeichnet wurde (Abb. 14). Da dieser Till über den un-

teren Beckenschluffen oft für den 2. Elstertill gehalten wurde, folgt im Kapitel 7 eine Diskussion über dessen stratigraphische Stellung. Bohrungen aus dem Bereich des Beckens (Abb. 7, 8) zeigen neben Till auch Sande im Hangenden der 2 bis 3 m mächtigen unteren Bändertone und -schluffe (Untere Wachauer Folge), am häufigsten sind jedoch Till- und Sandmischfolgen. Ebenfalls in Kapitel 7 wird ein möglicher Zusammenhang dieser Bändertone und -schluffe an der Basis des Beckens mit dem Miltitzer Bändertone (in den Schnitten bei ca. 142 m NN) diskutiert.

5.2.3. Der Obere Teil des Miltitzer Horizontes – Der Miltitzer Bändertone

Die Steinsohle an der Basis des hier ca. 2 bis 3 m mächtigen Oberen schluffigen Teils des Miltitzer Horizontes, der auch als Obere Wachauer Folge bezeichnet wird, liegt südlich von Güldengossa (Abb. 15, 16, Bild 5, 6) bei +142 m NN, ebenso wie südlich von Störmthal (Profil 10 in Abb. 3 und 4). In der Regel gehen die an der Basis kiesigen Sande über der Steinsohle in schluffige Sande (Horizontalschichtung dominiert, z. T. Rippelschichtung) über. Den Abschluß der Folge bildet der Miltitzer Bändertone (Bild 5), das Liegende des 2. Elstertills. In den Aufschlüssen südlich von Güldengossa liegt die Basis des 0,5 bis maximal 1 m mächtigen Bändertones bei durchschnittlich +143 m NN (+142 m bis +145 m NN), westlich von Störmthal (Abb. 17, 18, Bild 7) steigt sie bis +150 bis +151 m NN an.

Im Profil 4 (Abb. 13) ist kein Miltitzer Bändertone aufgeschlossen, der 2. Elstertill liegt direkt auf umgelagertem Tillmaterial (Olisthostrom) des 1. Elstereisvorstoßes bei ca. +137 m NN.

Der Aufbau des Miltitzer Bändertones (Abb. 15, Bild 5) hier ist dem in Auenhain (Kapitel 5.1.2.) ähnlich. Die Basisfolge ist hier nur 10 cm mächtig und wird von den rippeligen Sanden im Liegenden durch eine bis 5 cm mächtige, unregelmäßige, sandige Fein- bis Mittelkieslage getrennt. Die in Auenhain 5 bis 20 cm mächtigen tonigen Schluffbänder der Basisfolge (Abb. 12) sind hier 1 bis 2 cm mächtig; drei schwarze schluffige Tonlagen mit Feinstgliederung, die durch 2 bis 3 cm mächtige hellbraune, flaserige, z. T. rippelige Feinsandlagen getrennt werden. Die Basisfolge geht direkt in einen zunächst kompakt erscheinenden schwarzen Bändertone mit undeutlichen Warven über, auf den im Hangenden ein flaseriger, toniger Bänderschlufl folgt, der schließlich in einen grauen, feinsandigen Bänderschlufl mit eingeschalteten 1 bis 3 cm mächtigen braunen bis hellbraunen Feinsandlagen mit Rippelschichtung übergeht. Das oberste Drittel wird wieder toniger, ein schwarzer flaseriger, toniger Bänderschlufl (Bild 5).

5.3. Der Miltitzer Horizont im Bereich der frühsaaleeiszeitlichen Täler – Der Markkleeberger Muldelauf

In der Westhälfte des Tagebaus Espenhain haben die frühsaaleeiszeitliche Pleiße und Gösel die elstereiszeitlichen Sedimente erodiert (Abb. 2). Eine Ausnahme bildet ein schmaler rinnenartiger Streifen mit ca. 15 m mächtigen elstereiszeitliche Sanden und Kiesen, die mal punktförmig, mal streifenartig unter der Hauptterrasse der Pleiße und Gösel auftreten (Abb. 5). Der ca. 0,5 bis 1 km breite Streifen verläuft von Dreiskau-Muckern (ähnlich Göselverlauf), westlich vom ehemaligen Magdeborn über Gaschwitz bis nach Leipzig-Lindenau (Abb. 2).

Diese Sedimente waren nicht im Bereich der Liebertwolkwitz-Belgershainer Hochfläche aufgeschlossen, sollen hier aber dennoch erwähnt werden, da sie in der Tauphase des frühen Miltitzer Intervalls und der Spätelstereiszeit entstanden sind und das Bild der elstereiszeitlichen Schmelzwasserbildungen im Tagebau komplettieren.

Dieser Abfluß ist Teil des großen Rinnen- und Beckensystems in der Tauphase des Elstergletschers. Es handelt sich offenbar um die größte und tiefste elstereiszeitliche Abflußrinne auf dem Gebiet des Tagebaufeldes Espenhain. Die hier dominante Schräg- bis Kreuzschichtung in den 5 bis 15 m mächtigen (maximal 30 m) sandigen Kiesen weist auf den mehr glazifluvialen Charakter hin, im Gegensatz zu den frühsaaleeiszeitlichen Flußsandlagen und -kiesen der Pleiße und Gösel im Hangenden mit überwiegender Horizontalschichtung (Abb. 5). Im Unterschied jedoch zu anderen,

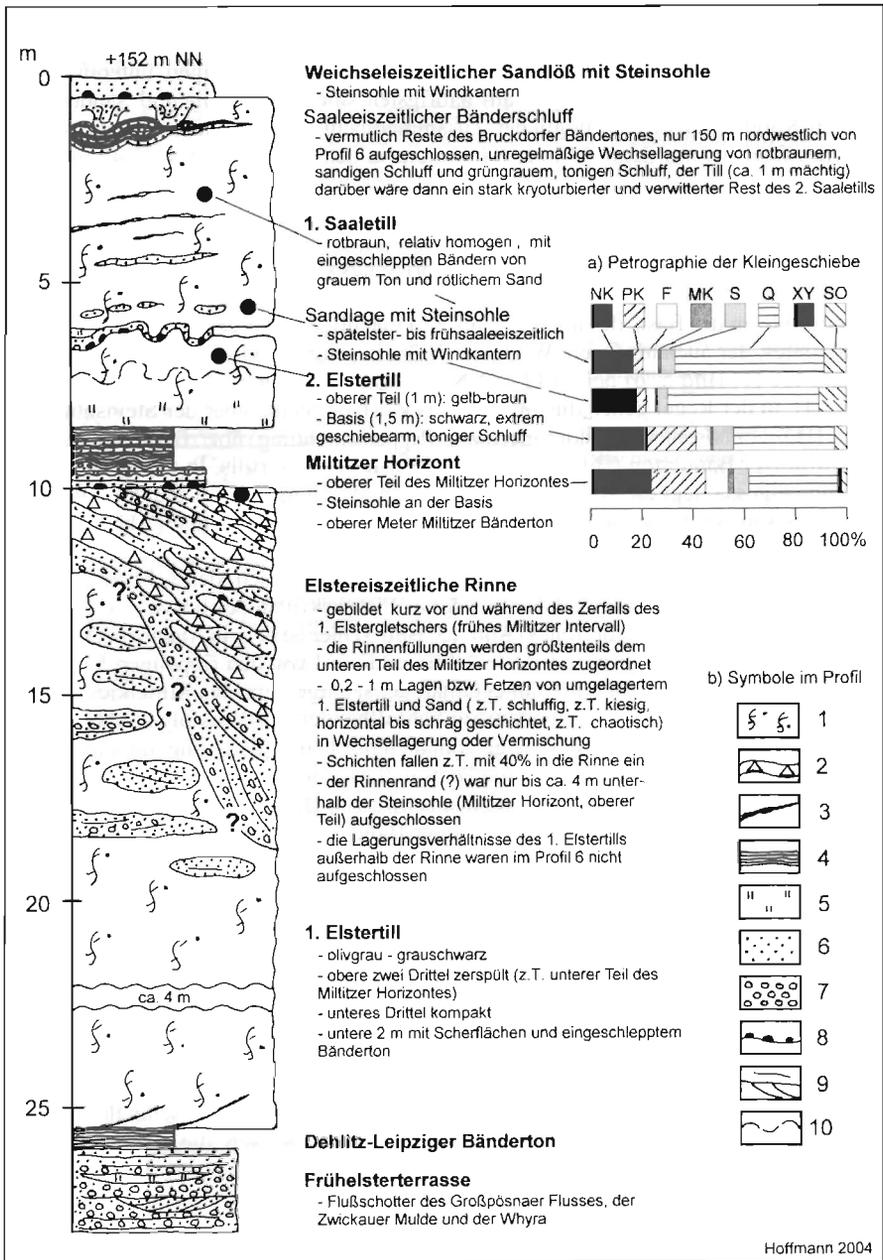


Abb. 15. Profil 6 südlich von Güldengossa (Tagebau Espenhain)

Legende: a) Petrographie der Kleingeschiebe: NK – Nordisches Kristallin, PK – Paläozoischer Kalk und Dolomit, F – Flint, MK – Mesozoische Kalksteine, S – Sandsteine, Quarzite und Paläozoische Schiefersteine, Q – Quarz, XY – Xylit, SO – Sonstige (z. B. Einheimisches Paläozoikum, Tertiärsedimente, Toneisenstein);

b) Symbole im Profil: 1 – Till, 2 – Diamiktillite, 3 – eingeschleppter Ton im Till, 4 – Bänderton und -schlufl, 5 – Schluff, 6 – Sand, 7 – Kies, 8 – Steinsohle, 9 – Horizontal- und Schrägschichtung, 10 – markante Farb- und Schichtungsänderung im Till

auch mit sandigen Kiesen gefüllten elstereiszeitlichen Abflußbahnen (z. B. westlich von Auenhain Abb. 9, 10), die an der Basis erste Hinweise auf Fernmaterial liefern, enthält diese eine deutliche und zuordenbare Menge an Fernmaterial. Durch Anteile von Material aus der Zwickauer Mulde und der Zschopau, sporadisch auch aus der Freiburger Mulde, wurden diese sandigen Kiese als Markkleeberger Muldeschotter (EISSMANN 1975) bezeichnet und als Rückzugsschotter des 2. Elstereises angesehen. Gewaltige Tertiärquarzite (bis 5 m Länge) und riesige nordische Geschiebe fanden sich als Hindernisse an der Rinnenbasis, der „grobe“ Rückstand aus den Elstertills.

Angelegt wurde diese Rinne wahrscheinlich im Miltitzer Horizont und wieder genutzt und ausgebaut in der Spätelstereiszeit. Im Randbereich der Rinne im Ostfeld des Tagebaus Espenhain zwischen Störmthal und Dreiskau-Muckern liegen diese Kiese über der Unteren frühpleistozänen Terrasse und dem 1. Elstertill; der Miltitzer Bänderton greift darüber. Im Bereich des Pleiße- und Göseltales liegen die elstereiszeitlichen Sande und Kiese mit einer Steinsohle im Hangenden direkt unter der frühsaaleeiszeitlichen Hauptterrasse (Abb. 5). In einigen Aufschlüssen war zwischen Rinnenkiesen und Hauptterrasse ein Schluff, der sogenannte Gaschwitzer Schluff, aufgeschlossen, der die endgültige Verfüllung der Rinne in diesem Bereich bis in die frühe Holsteinwarmzeit wahrscheinlich macht.

6. Der 2. Elstertill im Bereich Hochfläche

Der 2. Elstertill liegt auf dem Miltitzer Bänderton, der im Stausee an der Front des erneut vorrückenden Elstereises (2. Vorstoß) abgesetzt wurde. Die Basis des 2. Elstertills steigt von +135 m NN in Auenhain über +137 m NN (Profil 4, dort fehlt der Bänderton) und +144 m NN südlich von Güldengossa (Profil 6, Abb. 15, Profil 7, Abb. 16) bis vermutlich +151 m NN westlich von Störmthal (Profil 8, Abb. 17, Profil 9, Abb. 18). Die tief liegende Basis in Auenhain (Abb. 4) erklärt sich durch die starke Erosion der Schmelzwässer am Beginn des Miltitzer Intervalls (Abflußrinne). Der 2. Elstergletscher schob sich von Auenhain bis Störmthal den Hang dieser Abflußbahn (Basis des Glazialstausees) hinauf (Abb. 4).

Der 2. Elstertill erschließt sich im Gelände (Hochfläche) als kompakter, geschiebearmer, durchschnittlich 4 m mächtiger Till (2–8 m), der z. T. wie sandiger Schluff wirkt. Er ist an der Basis grau, z.T. schwarzgrau, und geht in Oberflächennähe in einen braunen, z. T. gelbbraunen oder rotbraunen verwitterten Till über (Abb. 10, Bild 3). An der Basis des 2. Elstertills sind manchmal Teile des Miltitzer Bändertones in Form von Linsen und Fetzen eingeschleppt (Abb. 9, Bild 2). Je nach Ausprägung der liegenden Schichten, kann die Basis des 2. Elstertills die dunkle Farbe des liegenden Beckenschluffes annehmen (Assimilierung). Im Profil 8 (Abb. 17) wurden liegende, helle schluffige Sande als Falten eingeschleppt.

Im Profil 6 (Abb. 15, Bild 4, 5) sind die unteren 1,5 m des Tills über dem Miltitzer Bänderton als massiger, schwarzer, toniger Schluff ausgebildet. Dieser Schluff, der die typische Bruchstruktur eines Tills besitzt, ist fast geschiebeleer, in 14 kg „Schluff-Till“ wurden nur 16 Kleingeschiebe (insgesamt 4 g) über 4 mm Korngröße gefunden. Um so mehr fallen einzelne größere Geschiebe (z. B. 40 × 30 × 30 cm nordischer Granit) auf, offenbar Dropstones. Bei diesem Schluff handelt es sich um ein glazilimnisches Sediment, einen oberen, vermutlich ungebänderten Teil des Miltitzer Bändertones, der stark glazigen überprägt wurde.

Im Gelände und in Bohrungen wurden vielfach mächtigere (1 bis 5 m) Diamiktitlagen in den Beckenfolgen (Kapitel 5.2.1.), unspülte und gerutschte Tillbänke aus dem unteren Teil und vor allem eingeschwemmte Diamiktitlagen aus dem oberen Teil, als 2. Elstertill gedeutet. Die in verschiedenen Niveaus der Beckenfolgen, neben den Diamiktiten, auftretenden limnischen Sedimente, wie Bändertone, Bänderschlufluffe und -sande, die allerdings nur eine relativ geringe (max. 1 km) horizontale Verbreitung haben, wurden oft als Basis eines erneuten Vorstoßes (2. Elstertill) gedeutet.

Weil diese umgelagerten Tills als 2. Elstertill interpretiert wurden, kam (mit Recht) Zweifel an der glazigen Entstehung des 2. Elstertills auf. Man hielt ihn (mit Recht) für Gleit- oder Rutschmassen von Beckenablagerungen (vgl. Kapitel 7).

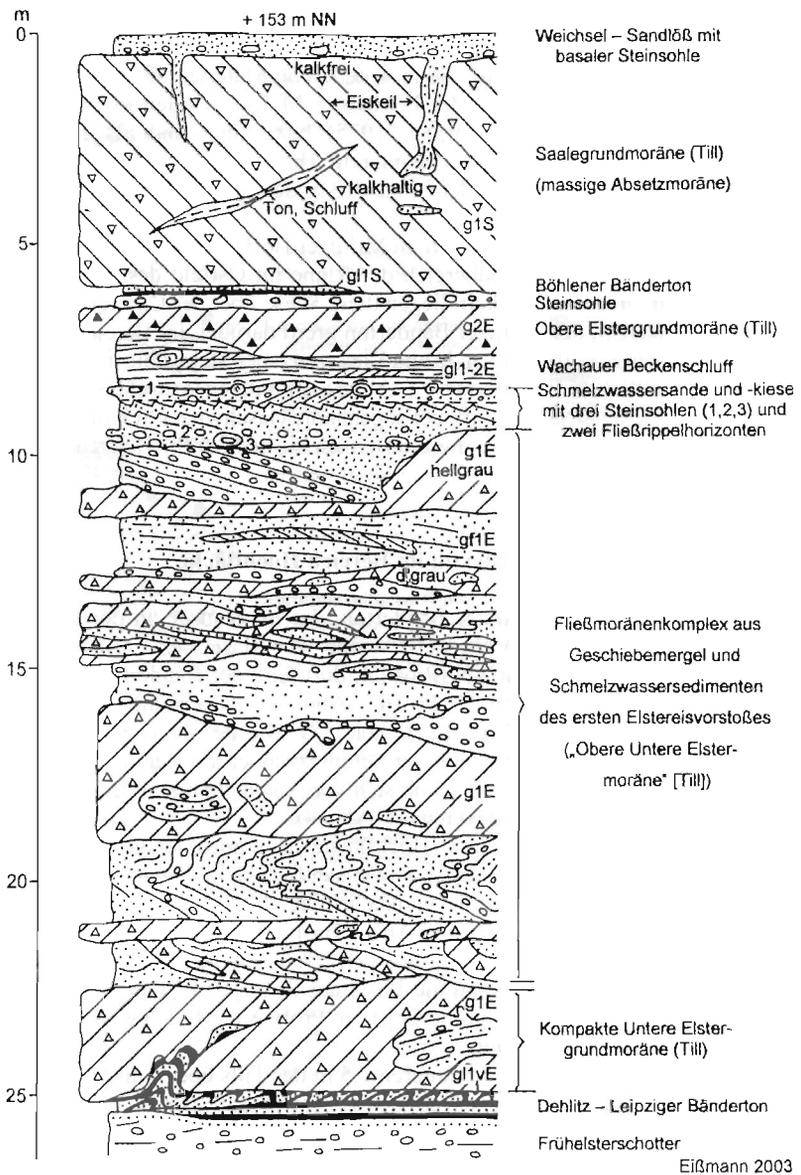


Abb. 16. Profil 7 südlich von Güldengossa (Tagebau Espenhain)

Das Profil 7 wurde ca. 40 m südöstlich von Profil 6 (Abb. 15) aufgenommen. Während dort der Rand eines Beckens (Schrägschichtung) aufgeschlossen war, befindet sich Profil 7 weiter im Zentrum (horizontale Lagerung). Der Wachauer Beckenschluff entspricht dem Miltitzer Bänderton und der Fließmoränenkomplex („Obere Untere Elstermoräne“) kann dem Unteren diamiktischen Teil des Miltitzer Horizontes zugeordnet werden.

7. Diskussion zur stratigraphischen Auflösung der elstereiszeitlichen Tillfolge im Bereich der Hochfläche

In Auenhain (Profil 3, Abb. 10) ist die Position des 2. Elstertills (Basis +135 m NN) über dem Miltitzer Bänderton sicher, ebenso wie südlich von Güldengossa (Profil 6, Abb. 15) mit einer Basishöhe von +144 m NN. Um die Quartärfolge der Liebertwolkwitz-Belgershainer Hochfläche grundsätzlich zu verstehen, reicht die Betrachtung dieser weitgehend abgesicherten Profile (durch die Geländesituation und Geschiebeanalysen) und die Betrachtung des Normalprofils der Hochfläche (Abb. 6) als Resümee aus.

Interessiert man sich jedoch für die Details und die Vielfalt der glazigenen Ablagerungen, zeigt die folgende Diskussion verschiedene stratigraphische Interpretationen bezüglich der Position des 2. Elstertills in anderen Profilen. Außerdem wird die Zuordnung der mächtigen Bändertone bzw. -schluffe (in unterschiedlichen Niveaus) zu den verschiedenen Phasen des Miltitzer Intervalls diskutiert.

Die Abb. 4 zeigt den schon beschriebenen Anstieg der Basis des Miltitzer Bändertons und analog dazu den Anstieg der Basis des 2. Elstertills entlang der Nordostböschung des Tagebaus von Nordwest nach Südost. Die Basis des Miltitzer Bändertons steigt von +132 bis 133,5 m NN in Auenhain (Profile 2 und 3) über +143 m NN südlich von Güldengossa (Profil 6) bis +150 m NN (Störnthal, Profil 8) und +151 m NN (Störnthal, Profil 9). Alles spricht für ein großes Becken, das mindestens 20 m Wassertiefe an der Front des 2. Elstergletschers hatte und in dem der Miltitzer Bänderton abgesetzt wurde, über den sich der 2. Elstergletscher schob.

Einige Fragen werfen das Profil 4 (Abb. 4, 13) und vor allem das Profil 5 (Abb. 4, 14) auf. Beide Profile liegen zwischen den als gesichert geltenden Profilen 3 (Abb. 10) und 6 (Abb. 15). Westlich von Güldengossa im Profil 4 (Abb. 13) und im gesamten Umfeld (östlich der alten F 95 entlang der Nordostböschung bis 600 m südöstlich von Profil 4) sind zwischen dem 1. und 2. Elstertill keine Bändertone und -schluffe von nennenswerter Mächtigkeit aufgeschlossen. Südlich von Güldengossa im Profil 5 (Abb. 14) und im Umkreis von ca. 300 m liegen dagegen zwei Bändertone in verschiedenen Niveaus übereinander, was auch durch Bohrungen belegt wird (Abb. 7, 8). Der untere Bänderton (Untere Wachauer Folge) hat eine Basishöhe von +132 bis +134 m NN, der obere Bänderton (Obere Wachauer Folge) eine von +141 bis 143 m NN. Der untere Bänderton und sein Verbreitungsgebiet wurden in Kapitel 5.2.2. beschrieben. Dort wurde er als Teil der Beckenfüllungen im Hangenden des 1. Elstertills interpretiert, d. h. dem Unteren sandig-diamiktischen Teil des Miltitzer Horizontes zugeordnet. (Das trifft auch für den ca. 10 cm mächtigen Bänderschluff im Profil 4 (Abb. 4, 13) bei ca. +132 m NN zu.) Den unteren Bänderton im Profil 5 (Abb. 14) als Bildung eines singulären Schmelzwasserbeckens in der großen Tauphase am Beginn des Miltitzer Intervalls zu deuten, wird vor allem auch durch die Bohrungen in diesem Bereich unterstützt (Abb. 7, 8).

Der obere Bänderton (Profil 5, Abb. 4, 14) wurde als Miltitzer Bänderton interpretiert, der erst nach der vollständigen Verfüllung des Beckens und nach einer Erosionsphase (Steinsohle) sedimentiert wurde. Diese Interpretation für das Gebiet um Profil 5 (Abb. 14) legen die Verhältnisse in den sicheren, 300 m entfernten Profilen 6 und 7 (Abb. 15, 16) nahe. Hier liegt die Basis des Miltitzer Bändertones mit +143 m NN im selben Niveau. Die horizontal lagernden Sande im Liegenden des Miltitzer Bändertones werden durch eine Erosionsdiskordanz (Steinsohle) von den schräg einfallenden Beckenfüllungen (Unterer diamiktischer Teil des Miltitzer Horizontes) getrennt (Bild 5). Demnach handelt es sich bei dem Till in Profil 5 (Abb. 4, 14) zwischen dem unteren und oberen Bänderton (wie im Text beschrieben) ebenfalls um einen Teil der Beckenfüllung aus einer frühen Phase des Miltitzer Intervalls, also um umgelagertes z. T. vorsortiertes Material aus dem 1. Elstertill in Wechsellagerung und/oder Vermischung mit glazifluviatilen und -limnischen Sedimenten (vgl. Kapitel 5.2.). Dazu paßt die Beschreibung des Tills zwischen den Bändertonen, der stellenweise wie Schwemm-Material aussehen soll und als Übergangstill bezeichnet wurde (Profil 5, Abb. 14).

Eine andere Interpretationsmöglichkeit wäre, daß es sich bei dem unteren Bänderton in Profil 5 (Abb. 4, 14) bereits um Miltitzer Bänderton handelt. Das würde bedeuten, daß sich die Basis des Miltitzer Bändertons von +143 m NN in Profil 6 (Abb. 15) auf einer Strecke von ca. 300 m mit

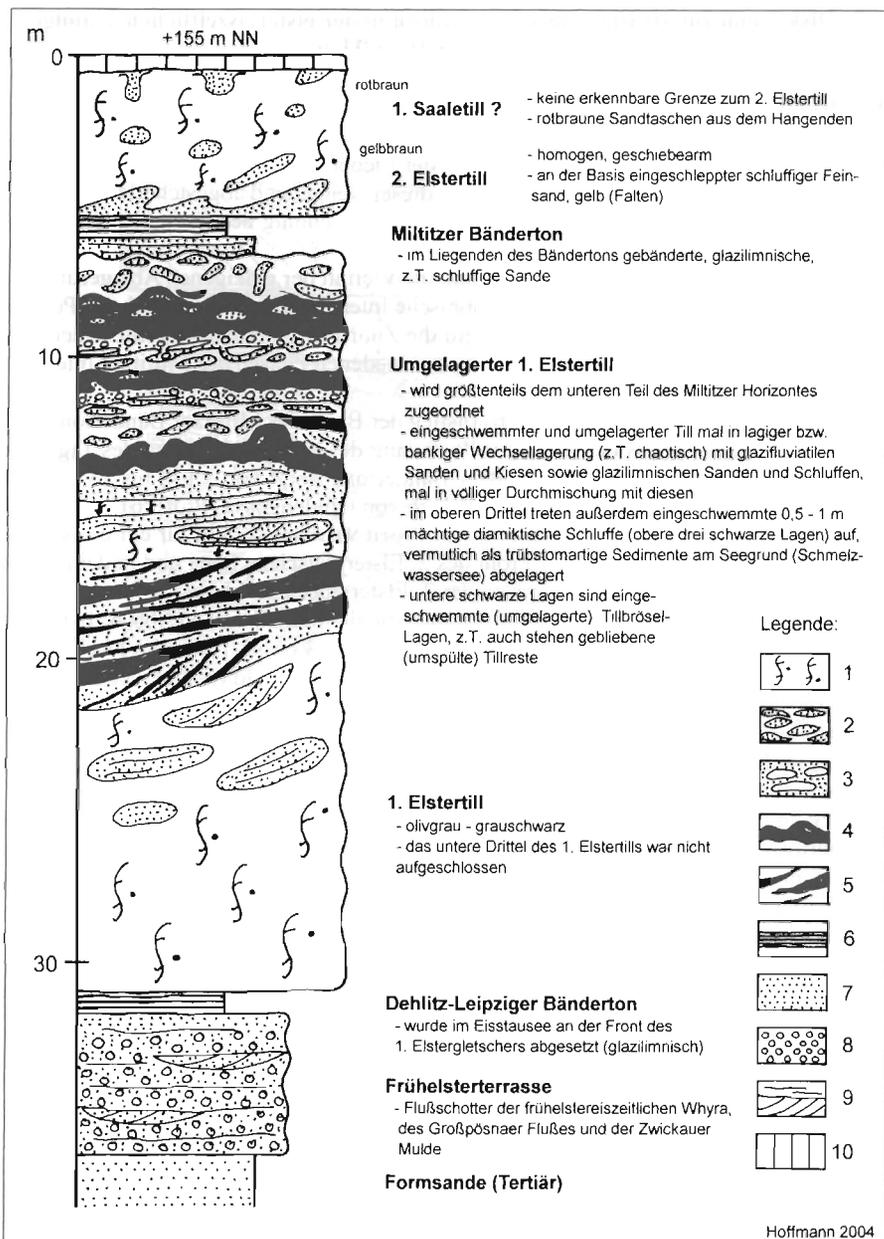


Abb. 17. Profil 8 westlich von Störmthal (Tagebau Espenhain)

Legende: 1 – Till, 2 – Till mit Sand bzw. Sandlinsen durchsetzt, 3 – Till-Linsen und -fetzen in Sanden, 4 – eingeschwemmter, diamiktischer Schluff (schwarzgrau), 5 – umgelagerte Tillbröselagen bzw. umspülter Till, 6 – Bänderton, 7 – Sand, 8 – Kies, 9 – Horizontal- und Schrägschichtung, 10 – rezent umgelagert, z. T. Ackerboden

einem erheblichen Gefälle bis +132 m NN in Profil 5 (Abb. 14, vgl. Abb. 4, 7, 8) absenken würde. Das heißt, von Profil 5 bis zum 1,9 km entfernten Auenhain (Profil 3) liegt die Basis des Miltitzer Eisstausees an der Front des 2. Elstereisvorstoßes im wesentlichen zwischen +132 und 134 m NN. (Das heißt auch, bei dem 10 cm mächtigen Bänderschluft in Profil 4 (Abb. 13) bei +132 m NN

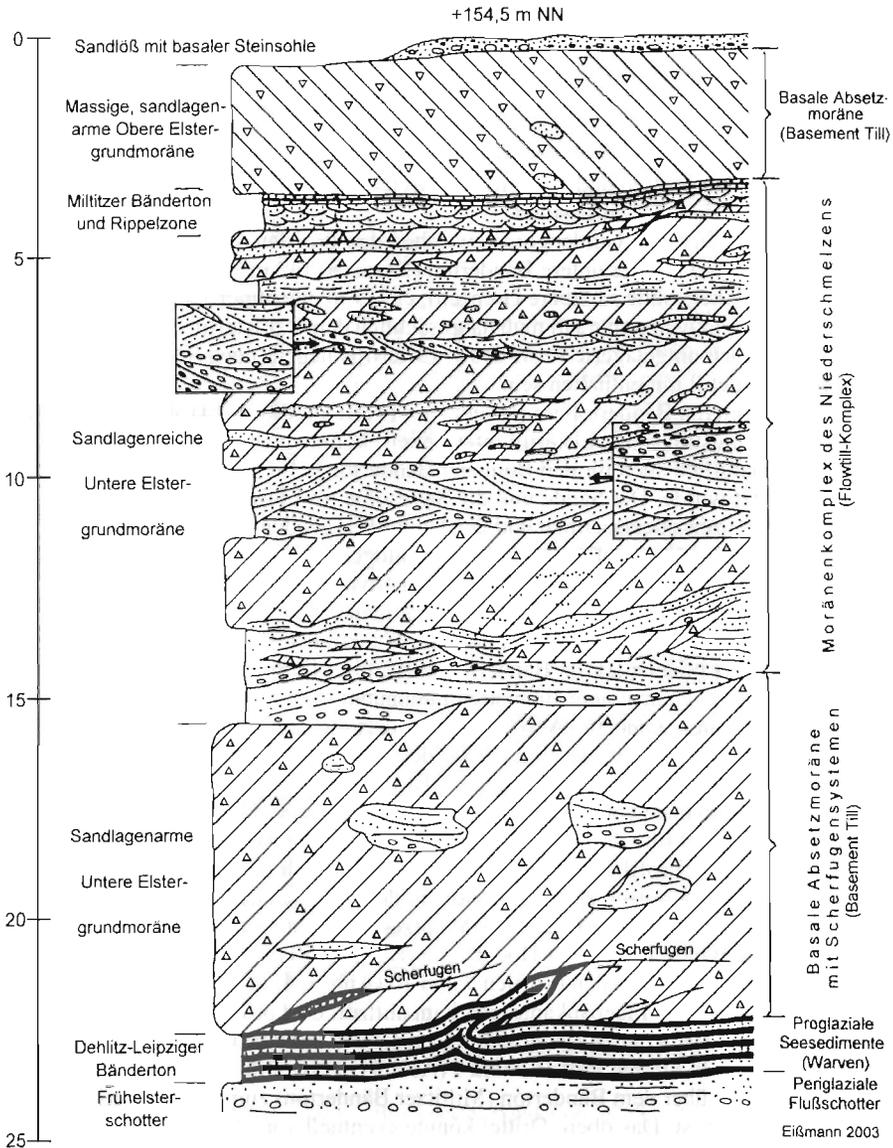


Abb. 18. Profil 9 westlich von Störmthal (Tagebau Espenhain)

könnte es sich dann ebenfalls um einen Rest des Miltitzer Bändertones handeln.) Der Stausee hätte dann ein relativ steiles Ufer zwischen Profil 5 und 6 bis weiter zum Profil 8 in Störmthal. Beim Betrachten der verfallenen Böschung südlich von Güldengossa scheint sich dieses starke Einfallen des Miltitzer Bändertones zu bestätigen, jedoch kann durch den Verfall der Böschung kein lückenloser Nachweis geführt werden, da immer wieder hunderte Meter dazwischen nicht mehr einsehbar sind.

Bei dieser Interpretation existierte der mindestens 20 m tiefe Glazialsee an der Front des 2. Elstereisvorstoßes von der ersten Warve des unteren Bändertones (Basis ca. +132 m NN) bis zur letzten Warve des oberen Bändertones (Basis ca. +143 m NN). Der Till zwischen den Bändertönen im Gebiet von Profil 5 (Abb. 4, 14) und eventuell auch über dem gering mächtigen Bänderschlufl in Profil 4 (Abb. 4, 13) wäre dann wiederum gerutschtes und geflossenes diamiktisches Material

aus dem 1. Elstertill, welches am steilen Seeufer (vor allem zwischen den Profilen 5 und 6) vom Rand her immer wieder eingetragen wurde und die Bändertonsedimentation unterbrach.

Diese Interpretation trägt wieder dem beobachteten Charakter dieses Tills Rechnung, der stellenweise wie Schwemm-Material aussieht (Abb. 14) und der z. B. wie in Profil 4 (Abb. 13) als olisthstromartiger, extrem heterogener Till ausgebildet sein kann. In Bohrungen südlich von Güldengossa zeigen sich unterschiedliche Sedimentfolgen zwischen den beiden Bändertonen, neben „reinen“ Sanden und Schluffen und „reinen“ Tills treten vor allem Mischfolgen auf, was die Umlagerungstheorie in jedem Fall unterstützt.

In dem Becken südlich von Güldengossa zwischen den Profilen 4 und 5 (Abb. 3, 4, 8) gibt es auch weite Strecken, wo nur der untere Bänderton (Basis ca. 132 m NN) vorhanden ist und darüber ein meist ungeteilter (ohne sichtbare Grenzen), ca. 15 m mächtiger Till (bis zur Tagebauoberkante) liegt. Dieser relativ massive Till muß hauptsächlich dem 2. Elstertill zugeordnet werden. An der Basis können noch umgelagerte Reste des 1. Elstertills liegen (noch Seesediment), im oberen Teil kann der 1. Saaletill mit enthalten sein.

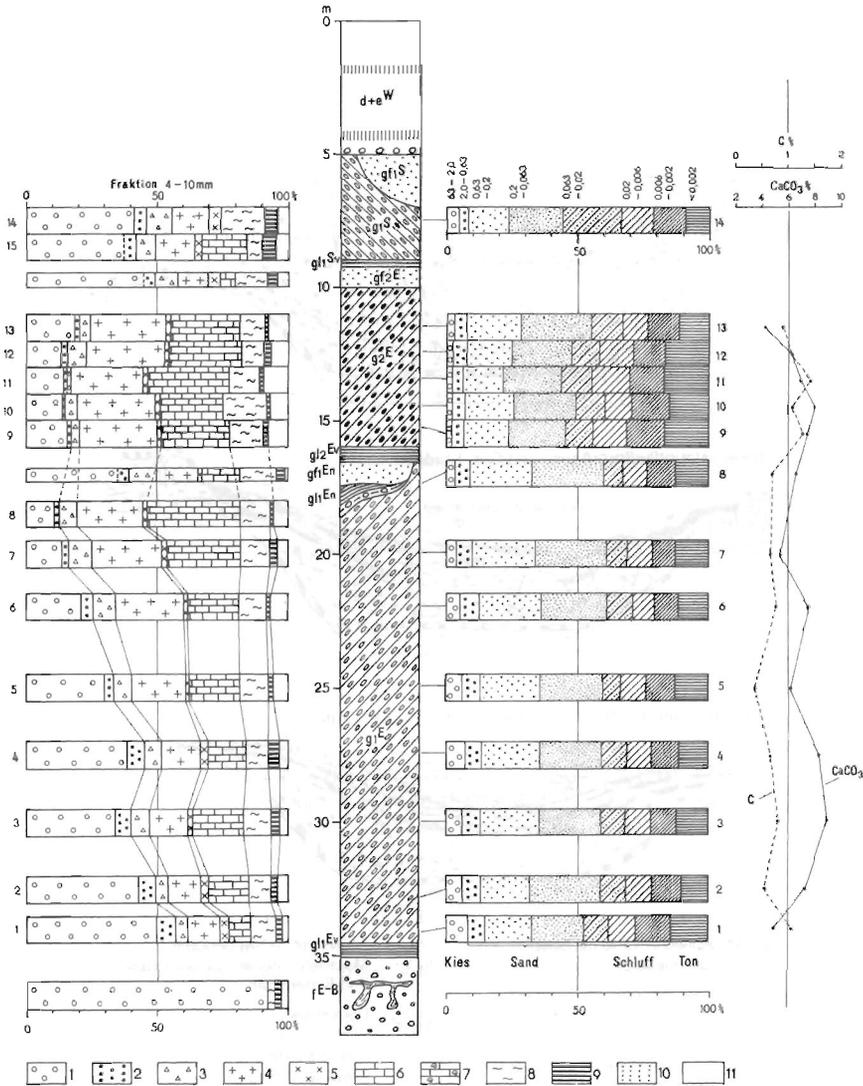
Wenn man den unteren Bänderton im Bereich von Profil 5 (Abb. 4, 14) als Miltitzer Bänderton und den „Umlagerungstill“ als 2. Elstertill interpretiert, könnte man den oberen Bänderton (Basis ca. +142 m NN) natürlich auch für den Böhlener Bänderton halten, der an der Front des 1. Saalegletschers abgesetzt wurde. Die Sande und die Steinsohle im Liegenden des Bändertones wären dann spätelster- bis frühsaaleeiszeitlich und der Till im Hangenden wäre der 1. Saaletill. Dagegen spricht die Position des Miltitzer Bändertones mit analoger Steinsohle im Liegenden in den 300 m entfernten Profilen 6 und 7 (Abb. 15, 16) im selben Niveau. Weiterhin spricht dagegen, daß der Böhlener Bänderton selbst in seinem Hauptverbreitungsgebiet, dem frühsaaleeiszeitlichen Tal (Basis Bänderton ca. +123 m NN, Abb. 5), nur eine Mächtigkeit von maximal 0,3 m hat und ausgerechnet auf der Hochfläche (Basis Bänderton +142 bis 143 m NN) mit analoger Mächtigkeit auftreten sollte, dazu noch an einem singulären Fundpunkt.

Zwischen den Profilen 9 und 10 (Abb. 3, 4) dominiert die Schichtenfolge, wie sie in Profil 10 (Abb. 4) dargestellt ist. Stellenweise sind jedoch der Miltitzer Bänderton und der Miltitzer Horizont überhaupt nicht so gut ausgeprägt (wie in Profil 10), dann wird der 2. Elstertill nur durch eine ca. 0,5 m mächtige Sandlage von dem zerspülten oberen Teil des 1. Elstertills (bzw. dem Unteren diamiktischen Teil des Miltitzer Horizontes) getrennt. Dadurch stellte sich in Profil 8 (Abb. 17, Bild 7) und vor allem in Profil 9 (Abb. 18) die Frage, ob es sich bei dem oberen, kompakten Till um den 1. Saaletill mit dem Böhlener Bänderton an der Basis handelt und der 2. Elstertill in den geflossenen Diamiktitlagen (Unterer Teil des Miltitzer Horizontes) zu suchen ist. Aber ein 0,5 m mächtiger Böhlener Bänderton auf der Hochfläche (Basis +150 bis 151 m NN) ist kaum vorstellbar. Dazu kommt, daß zwischen den Profilen 9 und 10 (Abb. 3, 4) der Saaletill als oberster Till der Quartärfolge (unterhalb der Tagebaukante) markant auftritt. Und obwohl dieses Gebiet tiefer liegt als im Bereich der Profile 8 und 9, findet sich im Liegenden nur eine 0,2 m mächtige Sandlage als Grenze zum 2. Elstertill. Für die Profile 8 und 9 (Abb. 4, 17, 18, Bild 7) wird daher angenommen, daß der kompakte Till über dem Bänderton (Miltitzer Bänderton) zum größten Teil dem 2. Elstereivorstoß zuzuordnen ist. Das obere Drittel könnte eventuell vom 1. Saaleisvorstoß beeinflusst worden sein, es gibt aber keine Zwischensedimente oder erkennbaren Grenzen.

Fazit: Alle mächtigen Beckensedimente (Bänderschluße und -tone über 0,5 m Mächtigkeit, außer dem Dehltitz-Leipziger Bänderton) im Bereich der Hochfläche gehören, egal welche Interpretation man vertritt, in das Miltitzer Intervall (Zeit zwischen dem 1. und 2. Gletschervorstoß des Elstereises).

Abb. 19. Die Quartärfolge des Tagebaus Pirkau (Abb. 1) in der südwestlichen Leipziger Tieflandsbucht (EISSMANN 1982)

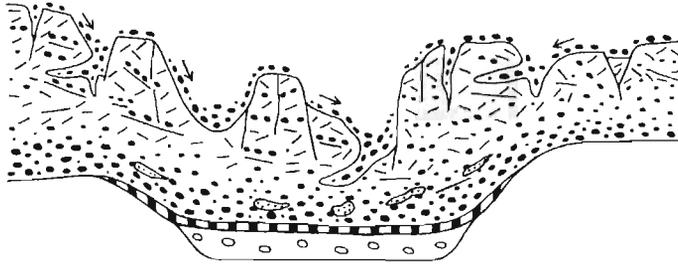
Frühpleistozän bis Frühelsterglazial: f^{EB} – Quarzschotter. *Elstereiszeit:* f^E – frühelsterglaziale Schotter; g11Ev bzw. g11E – Dehltitz-Leipziger Bänderton; g1E – Untere Elstergrundmoräne; g11En – glazilimnische Rückzugsbildungen der ersten Elstereisrückzugsphase (Brösener Bänderton); g11En – glazifluviatile Rückzugsbildungen wie vorher; gff1En – fluviatil-glazifluviatile Rückzugsbildungen wie vorher; g2Ev – glazilimnische Vorstoßbildungen der zweiten Elstereisvorstoßphase (Miltitz-Pirkauer Bänderton); g2E – Obere Elstergrundmoräne; g2E – Schmelzwasserbildungen der zweiten Elstereisrückzugsphase. *Saaleeiszeit:* fS – frühsaaleglaziale Schotter (Hauptterrasse); g11Sv bzw. g1SB – erster saaleglazialer Vorstoßbänderton = Böhlener Bän-



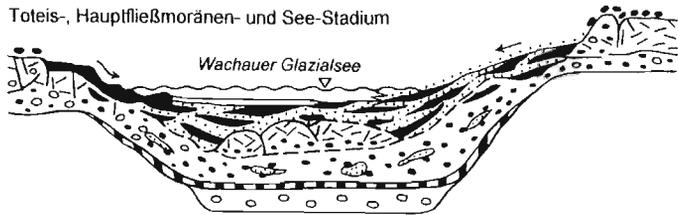
derdon; g1S - 1. Saalegrundmoräne; g1SBr - Bruckdorfer Bänderdon; g2uS - 2. Saalegrundmoräne, untere Bank; g1SBf - Breitenfelder Bänderdon; g2oS - 2. Saalegrundmoräne, obere Bank; dS - solifluidal-deluviale Bildungen. *Weichseleiszeit*: d + eW - solifluidal-deluviale und äolische Bildungen; eW - äolische Bildungen (Löß und Sandlöß). *Geröll- und Geschiebeanalysen*: 1 - Quarz; 2 - Restquarz; 3 - Feuerstein; 4 - Kristallin (außer Eruptiva); 5 - Eruptiva (vorwiegend Porphyrgruppe); 6 - Kalkstein allgemein; 7 - Muschelkalk; 8 - Schiefergruppe (Schiefer, Quarzit, Grauwacke), zum Teil einschließlich 9 und/oder 10; 9 - Kieselschiefer; 10 - Sandstein; 11 - Restgruppe; schwarz - thüringische Porphyre

Das Profil des Tagebaus Pirkau mit Geschiebe-, Geröll- und Korngrößenanalysen soll als typisches Beispiel für eine Quartärfolge der südlichen Leipziger Tieflandsbucht den Verhältnissen im Tagebau Espenhain zur Einordnung und zum Vergleich gegenübergestellt werden. In Pirkau wird der Miltitzer Bänderdon, der die beiden Elstertills trennt, auch als Pirkauer Bänderdon bezeichnet. Die Korngrößenanalysen zeigen einen erhöhten Ton/Schluff-Anteil in der Matrix des 2. Elstertills. Die Geschiebeanalysen zeigen die kontinuierliche Abnahme des Quarzgehaltes vom Liegenden zum Hangenden innerhalb der Elsterfolge. Da der Untergrund durch Geschiebemergel zunehmend bedeckt wird (Versiegelung), wird es für die Gletscher immer schwieriger, quarzreiche Schotter aus dem Liegenden aufzunehmen, so daß der südliche Anteil mit steigendem Elsterprofil abnimmt. Das belegt auch den engen Zusammenhang der beiden elstereiszeitlichen Gletschervorstöße in diesem Raum, die beide aus demselben Eisschild hervorgingen.

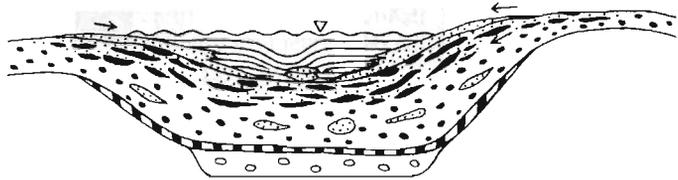
Genese der älteren elstereiszeitlichen Absetz- (= Basal-), Fließ- (=Flow-) Moränen- (=Till-) Folge und der limnisch-fluviatilen Wachauer Folge auf der Hochfläche von Liebertwolkwitz im Bereich des fossilen Großpösnaer Tals
 Entwickeltes Eiszerfallsstadium



Toteis-, Hauptfließmoränen- und See-Stadium



Ende des Fließmoränen- und Seeverfüllungs-Stadiums



- | | | | |
|---|--|---|---|
|  | Absetzmoräne mit Sand- und Kieslagen |  | Toteis mit „schwebendem“ Moränenmaterial („Innenmoräne“) und Scherfugen |
|  | Fließmoränen mit Schmelzwassersand- und Kieslagen |  | Beckensedimente (Bänderton, Schluff, Feinsand) und Schmelzwassersand- und -kiese (Wachauer Folge) |
|  | Ablative Moränen und Schmelzwassersedimente im Stadium des Eiszerfalls (Hauptliefermaterial der Fließmoränen und Schmelzwassersedimente) |  | Dehltitz-Leipziger Vorstoßbänderton
frühestereiszeitliche Flußschotter |
- Eißmann 2003

Abb. 20. Ein Modell zur Genese der elstereiszeitlichen Fließfolge im Tagebau Espenhain

Die Fließfolge besteht aus einer unregelmäßigen Wechsellagerung und zum Teil einer völligen Vermengung von diamiktischem Material (u. a. Fließmoränen) mit glazifluviatilen Sanden und Kiesen und glazilimnischen Sanden und Schluffen. Sie entstand in der großen Tauphase des 1. Gletschervorstoßes der Elstereiszeit. Die Schmelzwässer erodierten den oberen Teil des 1. Elstertills und modellierten in dessen Oberfläche ein Relief aus Rinnen und Wannen. Diese wassergefüllten Becken wurden durch ständigen, z. T. chaotischen Sedimenteintrag (vor allem von umgelagerten und umsortiertem Material aus dem 1. Elstertill) zügig verfüllt. Im unteren Teil der Beckenfüllungen dominieren glazifluviatile Sedimente im Wechsel mit Diamiktiten (Moränenmaterial bzw. Tillmaterial), im oberen Teil überwiegen glazilimnische Sande und Schluffe im Wechsel mit Diamiktiten (u. a. Schlammströme aus Tillmaterial).

8. Die Spätelster- bis Frühsaaleeiszeit im Bereich Hochfläche

Diese Zeit war in den Aufschlüssen nur durch geringmächtige, z. T. schluffige Sande (ca. 0,2 m) vertreten. In typischer Ausprägung, einer unruhigen, taschenförmigen, leicht kiesigen Sandlage mit einer Steinsohle an der Basis, war sie in Profil 6 (Abb. 15, Bild 4) aufgeschlossen. Südlich von Güldengossa (Profil 6) bis südlich von Störmthal (Profil 10) liegt die Steinsohle zwischen + 147 m und + 150 m NN.

In Auenhain (Profil 2, Abb. 9, Bild 2) wird diese Zeit von einem 0 bis 0,8 m mächtigen, linsenartig lagernden hellbraunen, schluffigen Feinsand vertreten, der an der Basis kleine Senken bildet und oben deutlich abgeschnitten ist. Das Basisniveau liegt hier bei + 140 m NN.

Diese erst spät entdeckte Schicht ist aller Wahrscheinlichkeit nach in der langen Zeit zwischen dem endgültigen Zerfall des elstereiszeitlichen Inlandeises und der nächsten großen Eisinvasion, der der Saaleeiszeit, entstanden. Trotz der dichten Abbohrung und kilometerlanger Aufschlüsse sind bis heute keine Interglazialsedimente (z. B. Kalke, Torf, Mudden) aus der Holsteinwarmzeit im Bereich des Tagebaus Espenhain gefunden worden.

Die Steinsohle besteht vor allem aus dem groben Abtragungsrückstand des 2. Elstertills. Es ist ein unregelmäßiges Gemisch aus Kiesen und Steinen in einer Matrix aus Mittel- bis Grobsand. Die Gerölle sind durchgehend mäßig bis gut gerundet und entsprechen nicht nur im petrographischen Bestand, sondern auch im Rundungsgrad jenen der beiden Elstertills. Besonders wichtig ist, daß viele Gerölle deutliche Polierungserscheinungen aufweisen, d. h. völlig glattgeschliffene Oberflächen zeigen, die Grübchen, Kanälchen und schließlich glatte Flächen aufweisen, die nach Art der Windkanter mit meist stumpfem Winkel zusammenstoßen. Es unterliegt überhaupt keinem Zweifel, daß ihre Form durch sandbeladenen Wind in einer Offenlandschaft entstanden ist, im Spätelster- und Frühsaaleglazial. Sie vertreten bzw. widerspiegeln somit die inlandeisfreie Zeit zwischen Elster- und Saaleeisbedeckung.

In der Spätelstereiszeit begann gleichzeitig die Zurückschneidung der Liebertwolkwitz-Belgershainer Hochfläche, die im Frühsaaleglazial durch Bodenfließen und fluviatile Erosion weitergeführt wurde. Die frühsaaleeiszeitlichen Schotter begrenzen die Hochfläche im Südwesten und Süden (Abb. 2). Im Nordosten wird die Hochfläche durch das Tal des Leipziger Laufes der frühsaaleeiszeitlichen vereinigten Mulde begrenzt. D. h.: Bis zum Beginn der saaleeiszeitlichen Eisbedeckung war die elstereiszeitliche Grundmoränenplatte auf die heutigen Ausdehnung zurückgeschnitten. Der Saaletill bildet eine Decke, die sich über die frühsaaleeiszeitlichen Täler und elstereiszeitlichen Hochflächen legt. Dieses Phänomen dürfte für die meisten dieser isolierten elstereiszeitlichen Geschiebemergelplatten im gesamten Norddeutschen Tiefland zutreffen.

9. Die Saaleeiszeit

9.1. Die Saaleeiszeit im Bereich der frühsaaleeiszeitlichen Täler

In der Westhälfte des Tagebaus, über der frühsaaleeiszeitlichen Hauptterrasse (Abb. 2) ist die Tillstratigraphie weitgehend klar. 1968 erschloß der Tagebau zwischen den ehemaligen Orten Zehmen und Magdeborn eine Geländekuppe namens „Der säuft“ (Abb. 3), die die Abtragung überstanden hatte. Hier war die Hauptfolge der Saaleeiszeit in idealer Weise erhalten und durchschnitten; das Profil 11 (Abb. 5) kann daher als Normalprofil für die geologische Folge des Tagebaus Espenhain über der Hauptterrasse angesehen werden. Unter dem 2. Saaletill lagen bis 5 m mächtige Bänderschluflfe, -tone und -sande des Bruckdorfer Horizontes, darunter der 1. Saaletill mit Böhlener Bänderton an der Basis. Es folgten die Hauptterrasse, d. h. die Schotter der frühen Saaleeiszeit mit Paläolith-Abschlägen, die denen der berühmten archäologischen Folge südlich von Markkleeberg-Ost entsprechen (Profil 1 in Abb. 3, 4). An der Basis der Hauptterrasse war eine Steinsohle aufgeschlossen. Eine Besonderheit bilden 5 bis 15 m, maximal bis 35 m mächtige sandige Kiese und Sande unter der Hauptterrasse, die nur lückenhaft auftreten und der Elstereiszeit zuzuordnen sind (Kapitel 5.3).

9.2. Die Saaleeiszeit im Bereich der Hochfläche

Über der oben beschriebenen Steinsohle kann der ca. 0,2 m mächtige feingeschichtete Sand in einen 5 bis 15 cm mächtigen Bänderton mit undeutlichem Wechsel aus Ton- und Feinsandbändern übergehen. Es handelt sich um den Böhlener Bänderton, der jedoch im Bereich der Hochfläche äußerst selten zu finden ist und vor allem in Bohrungen leicht übersehen wird. Dennoch stellt er zusammen mit der darunter liegenden Steinsohle einen äußerst wichtigen Horizont in der Tillfolge dar. Mit ihm beginnt der große Zyklus der Saaleeiszeit.

Der 1. Saaletill ist in den Aufschlüssen durchschnittlich 3 m (1 bis 5 m) mächtig, manchmal fehlt er. Über der frühsaaleeiszeitlichen Hauptterrasse im Westteil des Tagebaus liegt die Basis des 1. Saaletills bei +123 m NN (Abb. 2, 3, 4). Von dort aus schob sich der Gletscher den Talhang hinauf, offenbar bis +140 m bis +142 m NN bei Auenhain (Abb. 9) und weiter bis +146 bis +147 m NN südlich von Güldengossa (Abb. 15, 16, Bild 4) bis schließlich +150 m bis +152 m NN westlich von Störmthal (Abb. 4).

Der 1. Saaletill ist ein kompakter sandiger Till, der dadurch, daß er immer nahe an der Oberfläche liegt bzw. diese bildet, braun bis rotbraun gefärbt und stark verwittert ist. Die oberen 1,5 m sind entkalkt und gebleicht, die untere Hälfte kann noch kalkreich sein. Der gesamte Till wird von Oxydations- und Reduktionsflecken und -bahnen durchsetzt.

Der 1. Saaletill wirkt im Bereich der Hochfläche oft mit dem 2. Elstertill an der Basis wie eine 2 bis 5 m mächtige Deckschicht, die als rotbraune, senkrechte Wand am oberen Stoßende weithin sichtbar ist. Auffallend sind die Art des mehr „kratzigen“ Bruches und der Geschiebereichtum, mit dem sich der 1. Saaletill vom 2. Elstertill unterscheidet.

Außergewöhnlich im 1. Saaletill sind eingeschleppte Schollen, z. B. helle Tertiärtonne. Eine Besonderheit ist eine Scholle (Profil 5, Abb. 14) aus einer zwar stark gestörten aber zusammenhängenden Tertiär-Quartär-Folge. Sie besteht aus Tertiärton, präglazialen, feuersteinfreien Schottern, einem Elstertill und nordisches Material führendem Schotter des Mulde-Elster-Systems. Mit diesen sicheren Hauptterrassenschottern (vermutlich aus dem Raum Delitzsch) ist der Nachweis geführt, daß es sich bei diesem Till um einen saaleeiszeitlichen handelt. Das ist besonders wichtig, weil sonst im Profil 5 (Abb. 14) keine Trennschicht darauf hinweist, daß in dem oberen Till (2. Elstertill) über dem Miltitzer Bänderton noch ein weiterer Till steckt.

Eine Merkwürdigkeit sind Schollen aus vermutlich mesozoischen und älteren roten und grauen Ton- und Schluffsteinen, die um Auenhain über viele Meter ausgewalzt, gefaltet und zerquetscht sind. Manchmal treten diese auch weißen und rotbraunen Schluffsteine in 1-cm-Lagen auf, und scheinen mit Tillmaterial oder Sand in kleinen Senken zu wechsellagern. Merkwürdiger Weise scheinen diese Art von Schollen immer an der Grenze zwischen 2. Elstertill und 1. Saaletill aufzutreten.

Der 2. Saaletill konnte nicht sicher auf der Hochfläche nachgewiesen werden. Am Hang des ehemaligen frühsaaleeiszeitlichen Tales, dort wo auch der 1. Saaletill mit erhöhter Mächtigkeit auftritt, wird in den oberen 1 bis maximal 2 m des Saaletills (unter Rasensohle) auch der 2. Saaletill vermutet (Abb. 9, Bild 2). Er tritt über einer unregelmäßigen Wechsellagerung von rotbraunem, sandigem Schluff und grüngrauem, tonigem Schluff, offenbar Resten des ehemaligen Bruckdorfer Bändertones auf. Diese sind oft vom 2. Saaleeisvorstoß gequetscht bzw. zerschert und später durch Kyroturbation und Bodenbildung verstellt und beeinflußt (Abb. 15).

Grundsätzlich steckt zwischen den Elstereisvorstößen viel mehr Zeit, als zwischen den beiden Saaleeisvorstößen im Raum Leipzig. Das Schmelzen des Elstergletschers im Miltitzer Intervall läßt sich mindestens bis in den Raum Wittenberg nachweisen, das des Saalegletschers im Bruckdorfer Intervall nur bis den Raum Delitzsch (nördlich Leipzig). Der 2. Saaleeisvorstoß ist demnach nur eine relativ kleine Oszillation des Saalegletschers.

9.2.1. Der Geschiebebestand des 1. Saaletills im Vergleich

Die Tills im Profil 3 (Abb. 10) in Auenhain und in Profil 6 (Abb. 15) in Störmthal sind mit Kleingeschiebeanalysen belegt.

Hinsichtlich der Anteile der nordischen Komponenten (untereinander) treten zwischen dem 1. und 2. Elstertill keine bemerkenswerten Differenzen auf. Der 1. Saaletill hebt sich mit einem leicht erhöhten Anteil von Nordischem Kristallin (ca. 55%) ab, im Gegensatz zu durchschnittlich 45% bei den elstereiszeitlichen Proben. Auffällig ist der deutlich geringere Anteil an Paläozoischen Kalken im 1. Saaletill mit ca. 12% Anteil an nordischem Material (Elstertills ca. 30%) und 4% am Gesamtanteil (Elstertills ca. 20%). Die Anteile an Paläozoischen Kalken (nur nordische Komponenten) liegt in den Proben aus dem 2. Elstertill immer 2 bis 5 % über denen des 1. Elstertills. Umgekehrt ist es bei den Anteilen von Flint, hier liegen die Proben des 1. Elstertills (ca. 14%) mit bis 5 % über denen des 2. Elstertills (ca. 9%). Der Flintanteil steigt innerhalb des 1. Saaletills von 11% auf 19%.

Unterschiedlich sind die Anteile von einheimischem Material. Der Quarzanteil nimmt innerhalb der Elstertillfolge vom Liegenden zum Hangenden ab. Im mittleren Teil des 1. Elstertills beträgt der Quarzanteil 45%, in einer oberen Fließtilllage 35%, im unteren Teil des 2. Elstertill auch durchschnittlich 35% (29 bis 39%) bis schließlich 17% im oberen Teil des 2. Elstertills. Der Quarzreichtum des 1. Elstertills ist in Mitteldeutschland weit verbreitet und durch die Aufnahme von tertiären, frühelstereiszeitlichen und frühpleistozänen Terrassenschottern bedingt (EISSMANN 1982).

Der Quarzanteil steigt im 1. Saaletill wieder auf fast 60% Gesamtanteil an, damit verbunden steigt der Anteil an Einheimischem Paläozoikum auf fast 10% Gesamtanteil. Das ist für einen Saaletill auf der Hochfläche sehr viel und spricht für eine frische Aufnahme von frühsaaleeiszeitlichen Schottern im Tal.

Der im Norden von Leipzig typische hohe Xylitgehalt des 2. Elstertills zeigt sich mit 2,5% nur in einer Probe aus dem unteren Teil des 2. Elstertills in Auenhain (Abb. 10). In allen anderen Proben ist der Xylitanteil zu vernachlässigen. Im oberen Teil des 2. Elstertills in Auenhain (eventuell schon 1. Saaletill) treten hohe Anteile an sonstigem Material (15%) auf, wovon allein 11% Gesamtanteil auf weiße, kalk- und dolomitfreie, eckige Schluffsteine entfallen. Vermutlich handelt es sich um Teile von eingeschleppten Schollen oder spezielle Bildungen aus der Holsteinwarmzeit.

Für genauere Aussagen sind mehr Kleingeschiebeanalysen notwendig.

Um eine Vergleichsmöglichkeit zu geben, wird ein Profil (Abb. 19) aus dem Tagebau Pirkau (Abb. 1) vorgestellt. Es handelt sich um eine (die) klassische Tillfolge Mitteldeutschlands für den Raum südlich von Leipzig.

10. Weichseiszeitliche und jüngere Ablagerungen

Eine z. T. dichte, teils lockere Steinsohle aus vorwiegend nordischen Gesteinen bedeckt die jeweils oberste Grundmoränenbank (z. B. Abb. 14, 16). Sie führt zahlreiche windbeschlossene Gerölle, darunter Windkanter. Bedeckt wird sie von einem mehr oder minder stark fein- bis mittelsandigen Schluff, der allgemein als Sandlöß interpretiert wird. Er ist durch und durch von Bodenbildungsprozessen überprägt. Eine 20 cm mächtige Braunerde schließt die Folge ab. In den Niederungen bzw. Tälchen lagern bis 1,5 m mächtige Kolluvien aus Schluff, Sand, gelegentlich Kies, mit stark humosen bis torfigen Einlagerungen.

11. Danksagung

Wir danken der SEP Steine und Erden, Dresden, besonders Herrn Diplomgeologen D. Rost, der uns Einblick gewährte in Tagebauunterlagen im Rahmen eines Gutachtens und solche zur Verfügung stellte. Besonderer Dank gilt auch dem Archäologischen Landesamt Dresden, vor allem dem Grabungsleiter Herrn Dr. Joachim Schäfer für die gute Zusammenarbeit.

Der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH möchten wir für die hervorragend präparierten archäologischen Schürfe und jahrelange Unterstützung unserer wissenschaftlichen Arbeit danken.

Frau Eichhorn gilt unser Dank für Anfertigung einiger Zeichnungen. Dr. Stefan Wansa (Halle), R. Wimmer (Leipzig) und Dr. F. W. Junge (Leipzig) danken wir für Handreichungen und zahlreiche Diskussionen, und Prof. J. Vandenbergh (Amsterdam) danken wir für die Durchsicht der englischen Zusammenfassung.

12. Literaturverzeichnis

- BAUMANN, W., MANIA, D., TOEPFER, V., EISSMANN, L. (1983): Die paläolithischen Neufunde von Markkleeberg. – Veröff. Landesmus. Vorgeschichte Dresden, **16**: Berlin
- EHLERS, J. (1994): Allgemeine und historische Quartärgeologie. – Enke, Stuttgart
- EISSMANN, L. (1969): Zum geologischen Alter der Paläolithfundschiicht von Markkleeberg südlich Leipzig. – *Geologie* **18**: 700–704, Berlin
- EISSMANN, L. (1975): Das Quartär der Leipziger Tieflandsbucht und angrenzender Gebiete um Saale und Elbe – Modell einer Landschaftsentwicklung am Rand der europäischen Kontinentalvereisung. – *Schriftenr. geol. Wiss.* **2**: 1–263, Berlin
- EISSMANN, L. (1982): Zum Ablauf der Elstereiszeit in der Leipziger Tieflandsbucht unter besonderer Berücksichtigung geschiebeanalytischer Befunde. – *Z. geol. Wiss.* **10**: 771–781, Berlin
- EISSMANN, L. (1994): Grundzüge der Quartärgeologie Mitteldeutschlands (Sachsen, Sachsen-Anhalt, Südbrandenburg, Thüringen). – In: Eissmann, L., Litt, Th. (Hrsg.): *Das Quartär Mitteldeutschlands*. Altenbg. nat. wiss. Forsch. **7**: 55–149, Altenburg
- EISSMANN, L. (2002): Tertiary and Quaternary Geology of the Saale-Elbe Region of Eastern Germany. – *Quaternary Science Reviews* **21**: 1241–1346
- EISSMANN, L., RUDOLPH, A. (2002): Die Metamorphose einer Landschaft. Die aufgehenden Seen um Markkleeberg. – Sax-Verlag, 88 S., Beucha
- GROSSE, R. (1973): Zum Verlauf der frühelsterkaltzeitlichen Flüsse nördlich von Leipzig. – *Z. geol. Wiss.* **1**: 73–83, Leipzig
- GROSSE, R., FISCHER, J. (1989): Zu Altersstellung und Verlauf der frühelsterkaltzeitlichen Flüsse in der Leipziger Tieflandsbucht und des angrenzenden Raumes. – *Mauritiana* **12**: 205–224, Altenburg
- JUNGE, F. W. (1998): Die Bändertone Mitteldeutschlands und angrenzender Gebiete. – *Altenbg. nat. wiss. Forsch.* **9**: 3–210, Altenburg
- LITHOFAZIESKARTE QUARTÄR 1 : 50000, Blatt 2565 Leipzig (Bearbeiter: L. Eißmann, H. Treviranus), Berlin, 1973

Eingegangen am 19. 5. 2004

Professor Dr. habil. LOTHAR EISSMANN, Sächsische Akademie der Wissenschaften, Karl-Tauchnitz-Straße 1, D-04107 Leipzig
Dipl.-Geogr. KERSTIN HOFFMANN, Institut für Geophysik und Geologie, Universität Leipzig, Talstraße 35, D-04103 Leipzig, e-mail: geohoff@rz.uni-leipzig.de



Bild 1. Elstereiszeitliche Tillfolge westlich von Störmthal (Tagebau Espenhain)

Der gebankte und zersplissene obere Teil des 1. Elstertills wird von dem relativ homogenen 2. Elstertill überlagert. Foto: EINSMANN 1990

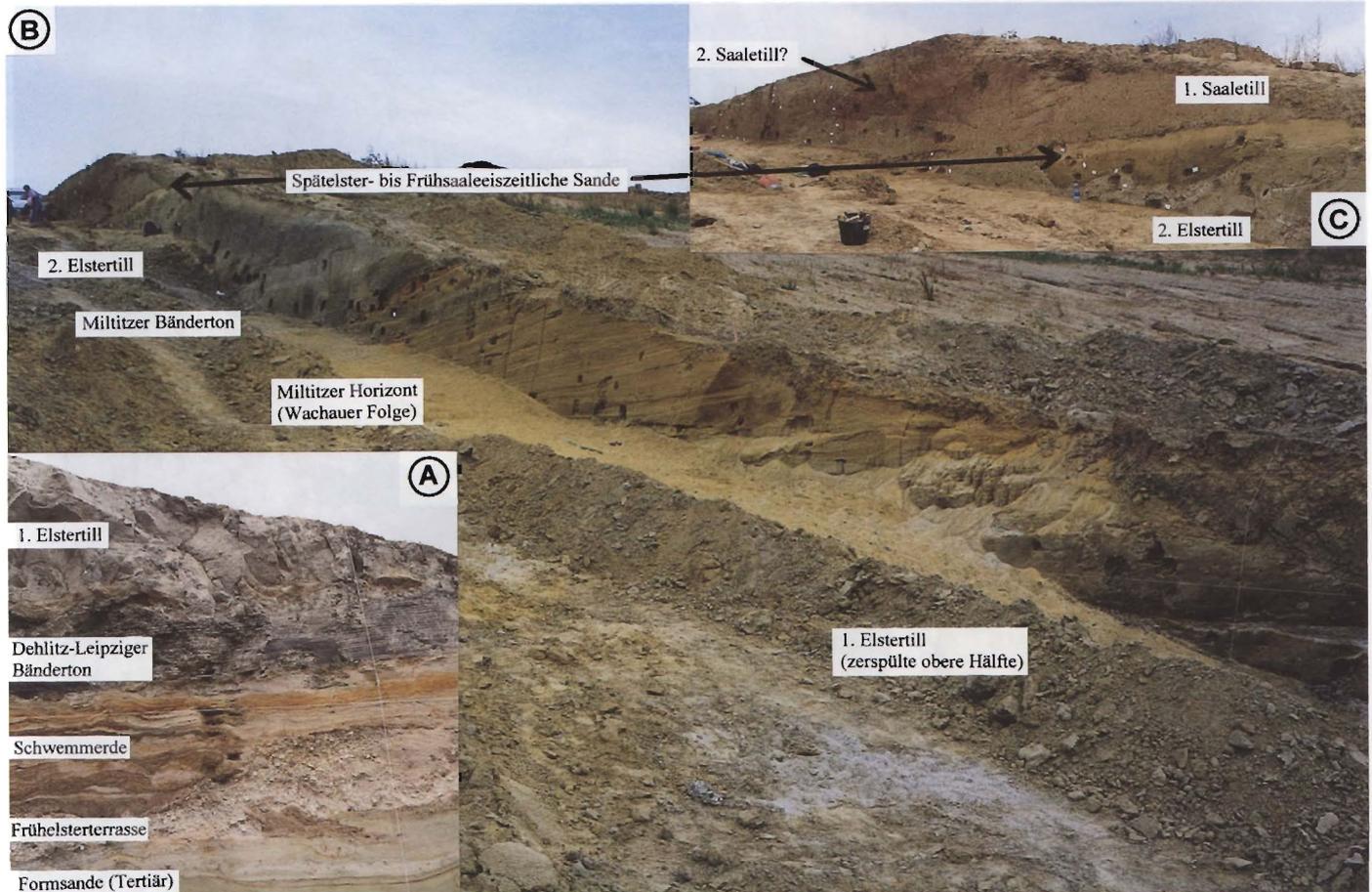


Bild 2. Profil 2 westlich von Auenhain (Tagebau Espenhain)

A) Basis der Quartärfolge mit tertiären Formsanden im Liegenden. Die Quartärbasis befindet sich ca. 8 m unterhalb von Hauptbild B. C) Obere 4 m der Quartärfolge. Detail aus Hauptbild B. Fotos: EISSMANN 1999

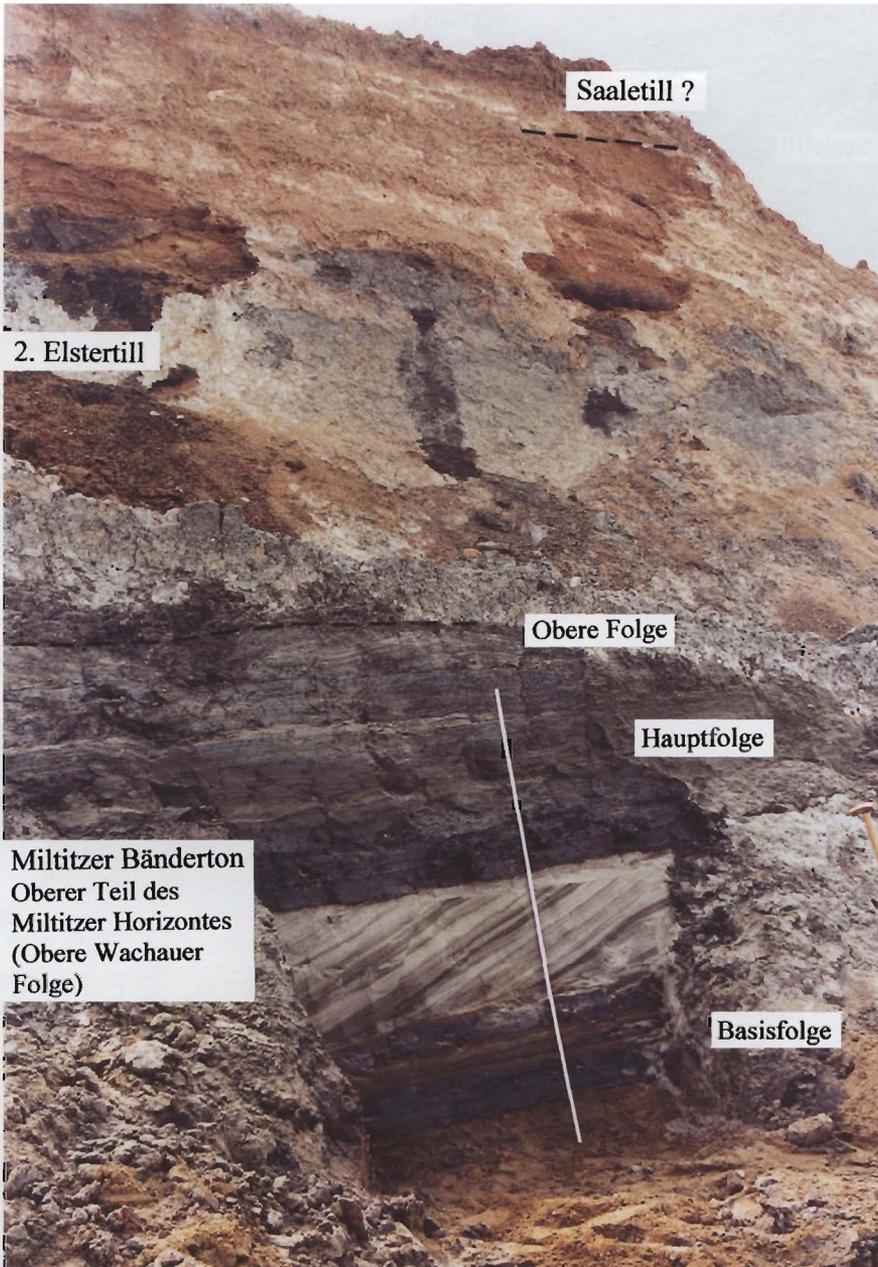


Bild 3. Der Miltitzer Bänderton und der 2. Elstertill, Profil 3 westlich von Auenhain (Tagebau Espenhain)
 Der Miltitzer Bänderton kann im Aufbau in eine Basisfolge, eine Hauptfolge und eine (unsichere) obere Folge untergliedert werden. Zwischen dem 2. Elstertill und dem fraglichen Saaletill liegt eine bis 0,5 m mächtige unregelmäßige Wechsellagerung von grünlichen Diamiktitlagen und gelbem Sand (meist 1-cm-Lagen).
 Foto: JUNGE 1999



Bild 4. Eine Quartärfolge im Hangenden des Miltitzer Bändertones, Profil 6 südlich von Güldengossa (Tagebau Espenhain)

Die Steinsohle (mit Windkantern) und die darüberliegende ca. 10 cm mächtige Sandlage, die den 1. Saaletill vom 2. Elstertill trennt, sind spätelster- bis frühsaaaleiszeitlich. Foto: EISSMANN 2002

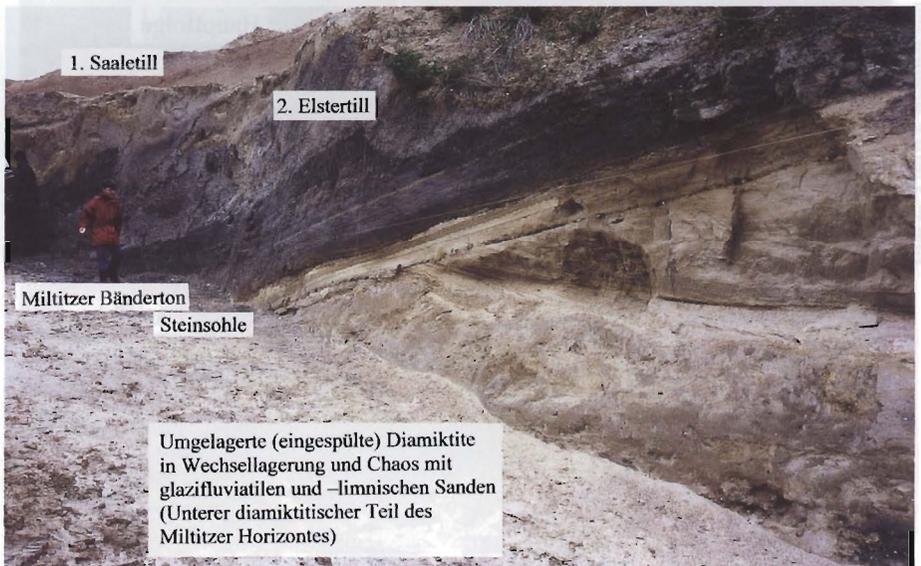


Bild 5. Eine Quartärfolge im Liegenden des Miltitzer Bändertones, Profil 6 südlich von Güldengossa (Tagebau Espenhain)

Die Rinnenfüllung aus umgelagerten (eingeschwemmen) Diamiktiten in Wechsellagerung oder Vermischung mit glazifluviatilen Sanden, z. T. kiesig, und glazilimnischen Sanden, z. T. schluffig, wird größtenteils dem Unteren diamiktischen Teil des Miltitzer Horizontes zugeordnet. Diese z. T. chaotische, hier am Rinnenrand schräg geschichtete Folge, wird diskordant von den horizontal lagernden Sanden (z. T. mit ausgeprägter Rippelschichtung) des Oberen Teils des Miltitzer Horizontes überlagert. Die Grenze bildet eine markante Steinsohle. Im Hangenden der Sande liegt der Miltitzer Bänderton, der in einem glazialen Stausee an der Front des 2. Eisvorstoßes der Elstereiszeit abgesetzt wurde. Foto: EISSMANN 2002



Bild 6. Die elstereiszeitliche Fließfolge zwischen dem 1. Elstertill und dem Miltitzer Bänderton, Profil 7 südlich von Güldengossa (Tagebau Espenhain)

Auffallend sind die umgelagerten und eingeschwemmten Diamiktitlagen, die z. T. als Trübströme am Boden des Schmelzwassersees (glazilimnisch) und als eingespültes bzw. gerutschtes Hangmaterial (mehr glazifluvial) sedimentiert wurden. Ein Diamiktitstrom hat die liegenden glazilimnischen Sande aufgeschoben bzw. gefaltet. Foto: EISSMANN 2000



Bild 7. Elstereiszeitliche Tillfolge mit dem Miltitzer Bänderton, Profil 8 westlich von Störmthal (Tagebau Espenhain)

Der Miltitzer Bänderton trennt die elstereiszeitliche Fließfolge über dem 1. Elstertill von dem 2. Elstertill im Hangenden. Die Fließfolge ist Teil der Beckenfüllungen und wird größtenteils dem Unteren diamiktischen Teil des Miltitzer Horizontes zugeordnet. Typisch für den oberen Teil der Beckenfüllungen sind die dunkelbraunen, diamiktischen Schlufflagen aus umsortiertem Matrixmaterial des 1. Elstertills mit deutlichen Fließstrukturen. Der 2. Elstertill ist relativ kompakt und ungeteilt. Es gibt keine Grenze, die auf den 1. Saaletill hinweist. Foto: EISSMANN 2001



Bild 8. Saaleeiszeitliche Tillfolge über der frühsaaaleiszeitlichen Hauptterrasse, Profil 11 „Der säuft“ zwischen den ehemaligen Orten Sestewitz und Zehmen (Tagebau Espenhain)

Die frühsaaaleiszeitliche Hauptterrasse ist der Fundort der berühmten mittelpaläolithischen Artefakte von Markkleeberg. Zwischen den beiden Saaletills liegen die Bänderschluße und -sande des Bruckdorfer Horizontes. Foto: EISSMANN 1968