

Geol. Paläont. Westf.	52	51 - 58	5 Abb. 1 Tab.	Münster Februar 1999
--------------------------	----	---------	------------------	-------------------------

Ein pleistozäner Kalkstein-Schotter bei Holtwick im westlichen Münsterland (Westfalen, NW-Deutschland)

von Eckhard Speetzen und Michael Weber

Z u s a m m e n f a s s u n g: In Holtwick im nordwestlichen Münsterland wurde ein kleinräumiges, bis zu 0,8 m mächtiges Schottervorkommen freigelegt, daß neben einem geringen Anteil feinkörnigerer nordischer Komponenten überwiegend aus groben Geröllen lokaler Kalkmergelsteine mit Durchmessern bis zu 25 cm besteht. Derartige Ablagerungen werden üblicherweise durch Bäche und Flüsse mit erheblichem Gefälle und starker Wasserführung gebildet. Das flachwellige Höhengebiet östlich von Holtwick weist zwar ein ausreichendes Gefälle, aber wegen der geringen Ausdehnung nicht die notwendigen Abflussmengen auf. Die Entstehung des Schotters ist deshalb wohl nur in Zusammenhang mit kräftigen Schmelzwasserströmen des saalezeitlichen Inlandeises zu sehen, die vermutlich zwischen dem Außenrand des sich annähernden Eises und den zentralen Höhen des Münsterlandes nach Westen abflossen.

A b s t r a c t: Near Holtwick in the northwestern Münsterland (Westphalia, NW Germany) a small 0,8 m thick gravel deposit was uncovered. It consists mainly of coarse pebbles of local marlstone up to 10 inches in diameter besides a smaller portion of more fine-grained nordic components. Such sediments commonly originate from creeks and rivers with considerable gradient and large water volume. Indeed, the hilly landscape east of Holtwick provides a sufficient gradient, but due to the limited extent not the necessary discharge. Therefore, the origin of this gravel deposit is only to be explained in connection with heavy melt-water streams of the Saalian inland ice which probably flew towards west between the external margin of the approaching glacier and the central hills of the Münsterland.

Key words: Pleistocene, Saalian glaciation, gravel deposit, Northwest Germany

1. Einleitung

Bei Holtwick nordwestlich von Coesfeld (Abb. 1) gibt es ein kleinräumiges Vorkommen grober Schotter, das bei der Erweiterung der Kläranlage im Jahr 1997 in der südlichen Böschung des neu angelegten Regenrückhaltebeckens freigelegt wurde (TK 3908 Ahaus R 2576800 H 5763600). Es handelt sich um einen bis zu 0,8 m mächtigen Schotterkörper, der unmittelbar auf Mergel- und Kalkmergelsteinen der Oberkreide lagert (Abb. 2). Die Gerölle bestehen überwiegend aus den lokalen Mergel- und Kalkmergelsteinen des Kreide-Untergrundes. Sie erreichen Durchmesser bis zu 25 cm und umfassen damit die Korngrößenfraktionen Kies, Steine und Blöcke. Nordische Komponenten (Kristallin, Feuerstein) sind nur sehr untergeordnet vertreten. Sie reichen meistens nur bis in die Mittelmies-Fraktion und weisen somit deutlich geringere Korngrößen auf.

Schotter kommen im allgemeinen an den Rändern von Bergländern vor, an denen die Flüsse und Bäche mit der Verringerung des Gefälles einen Teil ihrer Transportkapazität einbüßen und damit auch ihre grobe

Anschrift der Verfasser:

Dr. Eckhard Speetzen, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Münster, Corrensstr. 24, 48149 Münster
Michael Weber, Holunderweg 12 b, 48351 Everswinkel

Geröllfracht absetzen. Schotter aus überwiegend lokalem Material gibt es im Südosten der Westfälischen Bucht am Fuß des Haarstrangs, der Paderborner Hochfläche und des Eggegebirges. Hier wurden die jüngeren „Plänerschotter“ (= Niederterrasse) mit einem Gefälle von etwa 10 Promille abgelagert (Speetzen 1993). Das flachwellige Höhengebiet östlich von Holtwick mit Coesfelder Berg, Osterwicker Hügelland, Schöppinger Berg und Baumberge, das sich bis zu 100 m über seine Umgebung erhebt, weist zwar ein vergleichbares Gefälle, aber wegen der geringen Ausdehnung nicht die notwendigen Abflußmengen auf, um derartig grobe Schotter abzulagern.

Terrassen- oder Schmelzwasserablagerungen des Münsterlandes sind üblicherweise als Sande oder kie-sige Sande entwickelt. Die Kieskomponenten reichen im allgemeinen nur bis in die Mittelkies-Fraktion. Ausnahmen bestehen im saalezeitlichen Münsterländer Kiessandzug, der im östlichen Münsterland verläuft, und in altpleistozänen Terrassen und Rinnenfüllungen des westlichen Münsterlandes, in denen Korngrößen bis in den Dezimeterbereich auftreten (Geol. Landesamt NRW 1995; Skupin, Speetzen & Zandstra 1993; Udluft 1931). Im ersten Fall handelt es sich gleichermaßen um Gerölle aus nordischen und lokalen Gesteinen, im zweiten Fall neben lokalen Komponenten überwiegend um Gesteine des Rheinischen Schiefergebirges (Sandsteine, Grauwacken, Quarzite, Lydite und Gangquarz) aus dem Einzugsbereich der Ruhr und des Rheins. Im Raum Holtwick treten als älteste Ablagerungen des Quartärs innerhalb der Bachtäler nur Fein- und Mittelsande auf, die sich mit einer kleinen Stufe über die Niederterrasse erheben. Sie werden von HISS (1997) als jüngere Mittelterrasse angesprochen. Diese Ablagerungen sind teilweise schwach grobsandig und feinkiesig, gröbere Komponenten wurden bisher nicht beobachtet. Der Kiesanteil besteht aus Quarzkörnern, Mergelsteingeröllen und nordischen Komponenten.

Das Schottervorkommen von Holtwick stellt aufgrund seiner Ausbildung, sowohl nach der Zusammensetzung als auch der Korngröße, im zentralen Teil der Westfälischen Bucht eine Besonderheit dar. Seine Entstehung ist sehr wahrscheinlich im Zusammenhang mit starken Schmelzwasserabflüssen und den besonderen topographischen Verhältnissen vor dem herannahenden Inlandeis der Saale-Kaltzeit zu sehen.

2. Lage und Aufbau des Schotterkörpers

Der Schotterkörper im Bereich des Rückhaltebeckens des Klärwerks Holtwick war in der Südwand über eine Erstreckung von etwa 50 m zu beobachten. Er liegt in einer flachen, etwa SO-NW verlaufenden Rinne (Abb. 3). Die Rinne hat eine Höhenlage von etwas über 80 m NN. Sie streicht nach NW zum Talrand des Holtwicker Bachs aus und liegt über dem Niveau der holozänen Ablagerungen und der jüngeren Mittelterrasse nach HISS (1997) und gibt sich somit als zumindestens frühsaalezeitlich zu erkennen. Im Zentrum der Rinne erreicht der Schotter seine maximale Mächtigkeit von 0,8 m, zu den Rändern hin läuft er aus. Er wird von geringmächtigem Geschiebesand (Geschiebedecksand) oder sandig-toniger Fließerde als Aufarbeitungs- und Umlagerungsprodukte einer Grundmoräne überdeckt.

Der stark verlehnte Schotterkörper, der ursprünglich wohl einen schwach grobsandigen, steinigen Fein- bis Grobkies darstellte, läßt sich in zwei Abschnitte untergliedern. Der untere, ca. 0,5 m mächtige Teil besteht im wesentlichen aus gut gerundeten Kalkmergelstein- und schwach glaukonitischen Mergelsteingeröllen, die sich aus dem Nahbereich ableiten. Plattige Gerölle zeigen eine deutliche „dachziegelartige“ Einregelung (vgl. Abschnitt 3). Der mittlere Durchmesser der Gerölle liegt im Grobkiesbereich, aber auch solche mit Durchmessern von 10 - 15 cm sind noch häufig, und vereinzelt treten auch Gerölle mit Durchmessern bis zu 25 cm auf. Daneben kommen untergeordnet und mit deutlich geringeren Korngrößen (2 cm, max. 4 cm) Gerölle von Tonschiefern, Lyditen und Quarz und eindeutig nordischen Komponenten wie Kristallin und Feuerstein vor. Die Gerölle sind in eine tonig-schluffig-sandige Matrix eingebettet, die aus fluvial transportierten Anteilen und aus zersetzten Mergelsteingeröllen besteht. Die unteren 20 cm des Schotters sind durch Ausfällungen von Eisenhydroxid verkittet, in denen stellenweise bohnerartige Partikel auftreten.

Der obere, ca. 0,3 m mächtige Teil des Schotterkörpers ist dem unteren Abschnitt sehr ähnlich. Die Gerölle aus den lokalen Gesteinen sind allerdings geringfügig kleiner und treten anteilmäßig zugunsten der Matrix etwas zurück. Sie sind auch weniger gerundet und nicht so deutlich eingeregelt wie die Gerölle des unteren Abschnitts. Demgegenüber sind die allochthonen Komponenten in gleicher Ausbildung vertreten. Als Ursache für diese Gefügeveränderungen können Frosteinwirkungen während der letzten Kaltzeit und ein stärkerer Einfluß der Verwitterung auf den oberen Bereich des Schotterkörpers angenommen werden.

Als besondere Lokalgerölle treten innerhalb des Schotterkörpers Teile von Fossilien wie Gehäuseplatten und Stacheln irregulärer Seeigel (z.B. *Echinocorys* sp.), Schwammreste und Bruchstücke von Muschelschalen auf. Daneben kommen auch zahlreiche mehr oder weniger abgerollte Rostren von Belemniten des

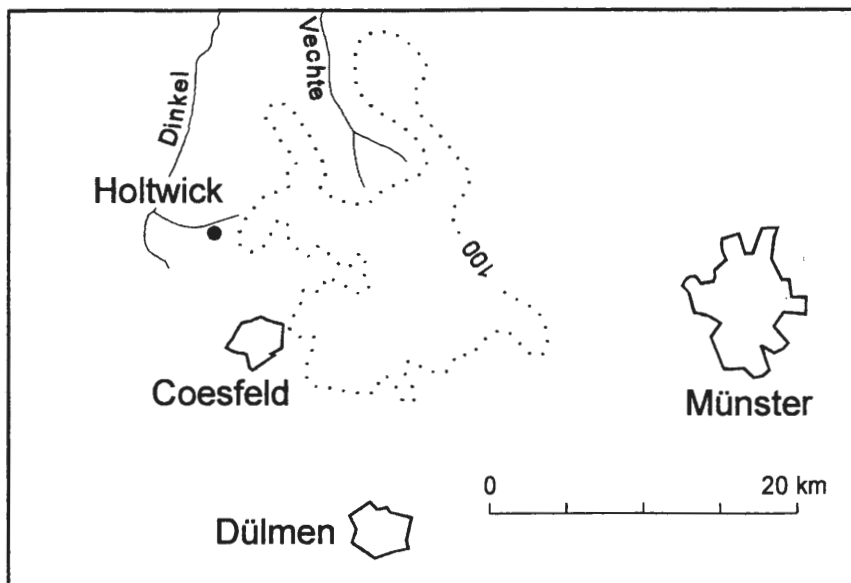


Abb. 1: Das Schottervorkommen von Holtwick am Westrand der zentralen Höhen des Münsterlandes

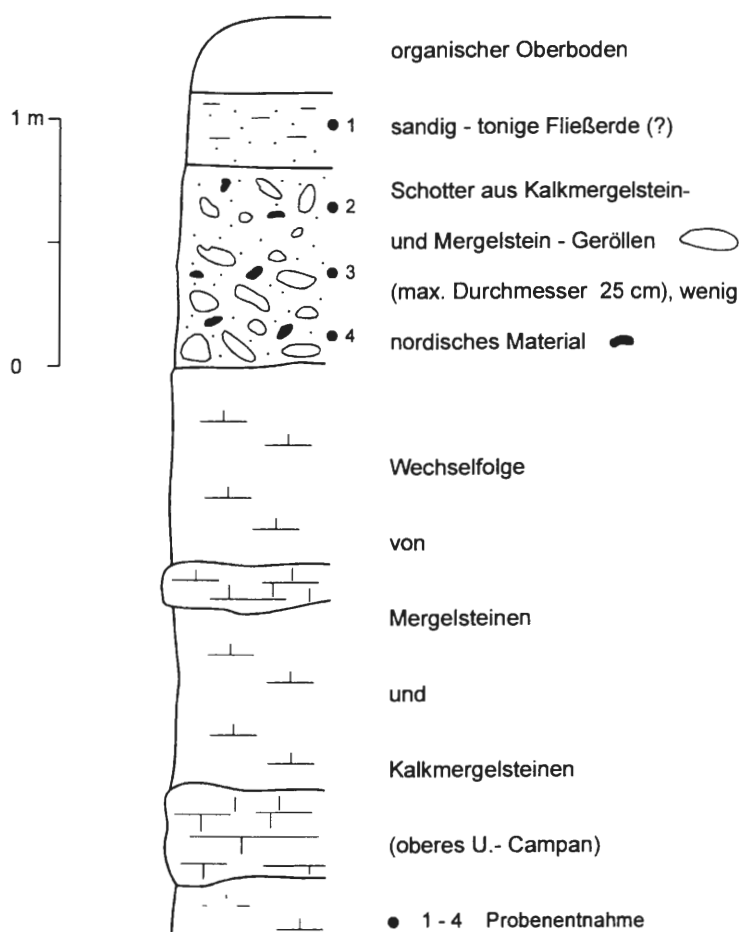


Abb. 2: Die Schichtenfolge im Bereich des Klärwerks Holtwick

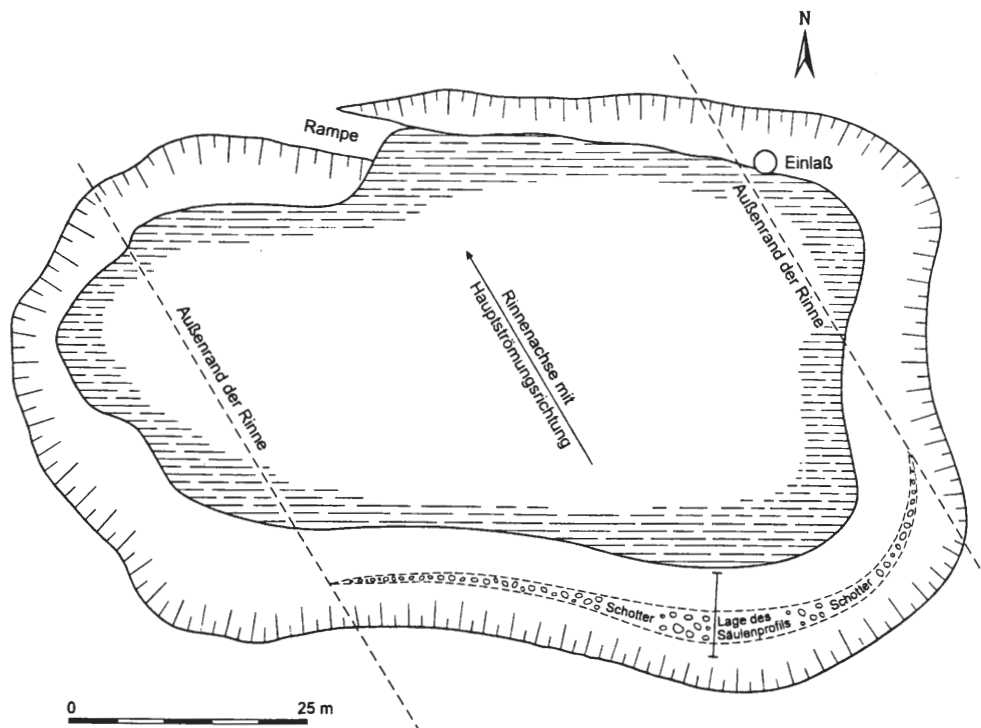


Abb. 3: Verbreitung der Schotter in der südlichen Böschung des Regenrückhaltebeckens im Klärwerk Holtwick

Unter- und Ober-Campan vor, die zur genaueren Bestimmung der Herkunft des lokalen Schottermaterials beitragen (vgl. Abschnitt 5).

3. Schüttungsrichtung des Schotters

Die Schüttungsrichtung eines Schotters und damit die Richtung des strömenden Wassers, das die Gerölle transportierte und ablagerte, kann über die Einregelung plattiger Gerölle bestimmt werden. Dazu wurden über die gesamte Ausstrichbreite des Schottervorkommens 47 Gerölle nach ihrer Lage, d.h. nach dem Winkel und der Richtung des Einfallens vermessen. Die Einfallswinkel liegen zwischen 5° und 40° . Vereinzelt treten im oberen Teil des Schotterkörpers auch Werte bis zu 60° auf; diese relativ steilen Lagen können durch die bereits erwähnte Frosteinwirkung während der Weichsel-Kaltzeit erklärt werden. Die Einfallsrichtungen schwanken zwischen 80° und 180° . Im Mittel aller Messungen ergibt sich ein Einfallswinkel von 28° und eine Einfallsrichtung von 123° , d.h. nach Ostsüdost. Da plattige Gerölle in der Mehrzahl durch den Strömungsdruck so eingeregelt werden, daß sie gegen die Fließrichtung des transportierenden Mediums einfallen („Dachziegellagerung“), ergibt sich aus den Messungen eine Strömung des ehemaligen Abflusssystems in Richtung 303° , d.h. nach Westnordwest. Dieser Wert entspricht dem Verlauf der Rinne.

4. Schwermineral- und Feinkiesanalysen

Um weitere Hinweise über die Zusammensetzung und Herkunft des Sedimentmaterials der Schotter zu erhalten, wurden auch die feineren Sedimentfraktionen nach ihrer Schwermineralführung (Analyse: D. Henningsen, Hannover) und ihrer Feinkieszusammensetzung (Analyse: J.G. Zandstra, Heemskerk NL) untersucht.

Die Schwermineralführung in der Matrix des Schotters (Fraktion 0.03 - 0,25 mm) ist nach der Verteilung von Granat, Epidot und Hornblende (Abb. 4) derjenigen aus der Grundmoräne der Ziegeleitongrube Mittel-Gaupel bei Coesfeld ähnlich (SALOUSTROS & SPEETZEN 1998), weist aber wegen des höheren Horn-

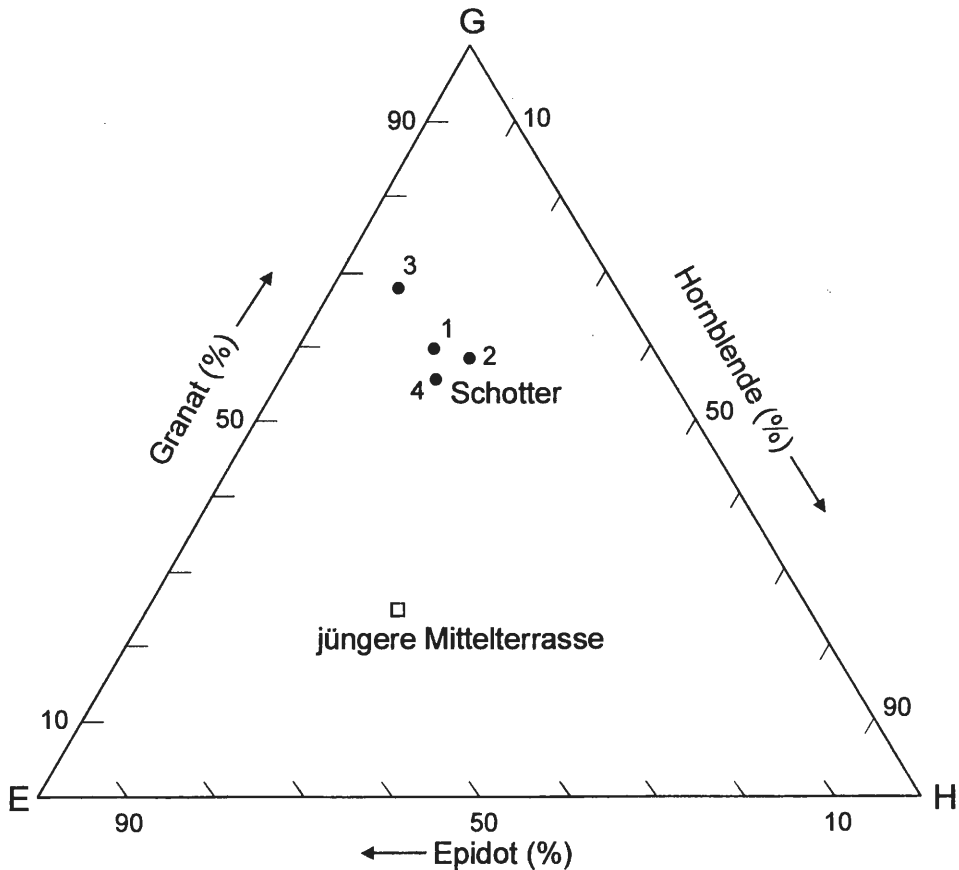


Abb. 4: Schwermineralverteilung in der Fließerde (Probe 1) und in der schluffig-sandigen Matrix der Schotter (Proben 2-4) im Bereich des Klärwerks Holtwick (Schwermineralführung der jüngeren Mittelterrasse nach HISS, 1997)

blendeanteils auf einen vorwiegend skandinavischen Ursprung hin. Dabei gibt es zwischen der überlagernden Fließerde (Probe 1), die sich vermutlich aus der ehemals vorhandenen Grundmoräne entwickelte, und dem Schotterkörper (Proben 2 - 4) keine signifikanten Unterschiede. Die Schwermineralzusammensetzung ist durch einen relativ hohen Anteil an Granat gekennzeichnet und steht vermittelnd zwischen den Schwermineralspektren der Grundmoränen von Mittel-Gaupel und Höven nördlich von Coesfeld (SALOUSTROS & SPEETZEN 1998). Im Gegensatz zu diesen zeigt sich allerdings bei Holtwick mit 5,5 % der Gesamtmenge ein merklicher Anteil an vulkanischen Mineralen (Augit, Orthopyroxen, basaltische Hornblende), die überwiegend südlichen Ursprungs sind und damit auf Sedimente eines nach Westen gerichteten altpleistozänen Elbe-Weser-Abflußsystems hinweisen, das im norddeutschen Raum seit der Menap-Kaltzeit zu erkennen ist (Zandstra 1993). Zu der Schwermineralführung der jüngeren Mittelterrasse (HISS, 1997), die eindeutig nordisch geprägt ist, bestehen erhebliche Unterschiede.

Der Feinkies (Tab. 1) besteht überwiegend aus lokalem Material (Mergelkalksteine und blättrig-plattige Tonsteine), aber auch nordische Anteile (Kristallin und Feuerstein) und Material überwiegend südlicher Herkunft (Gangquarze und Porphyre) sind vertreten. In den übrigen Sedimenten sind sowohl nordische als auch südliche Komponenten enthalten. Das Verhältnis von lokalem zu nordischem und südlichen Material beträgt etwa 4 : 1 (Probe 2) bzw. 13 : 1 (Probe 3 u. 4).

Die Feinkiesproben weisen sowohl Anteile von „nördlichem“ als auch von „südlichem“ Material auf, sie stehen in einem Verhältnis von ca. 1,5 : 1. Zwei Porphyre in der Probe 2 stammen mit großer Wahrscheinlichkeit aus dem Erzgebirge und damit aus dem Einzugsgebiet der Elbe. Diese Porphyre und auch die Gangquarze sind charakteristisch für den jüngeren Abschnitt der Enschede-Formation, der in Twente und auch in dem östlich anschließenden Teil Niedersachsen verbreitet und als Ablagerung eines von Nordosten

nach Südwesten und Westen gerichteten norddeutschen Flußsystems und seiner südlichen Zuflüsse anzusehen ist (ZANDSTRA 1993).

Fraktion 2 - 6 mm	Gesamtfraktion					Nordischer Anteil				
	Probennummer			Teilsomme		Probennummer			Teilsomme	
Mineral/Gestein	2	3	4	Stück	%	2	3	4	Stück	%
Gangquarz	35	15	19	69	12,8	-	-	-	-	-
Transparenter Quarz	58	59	115	232	43,2	58	59	115	232	68,4
Feuerstein	6	8	10	24	4,5	6	8	10	24	7,1
Porphyr	2	-	1	3	0,6	-	-	1	1	0,3
Übriges Kristallin	35	17	15	67	12,5	35	17	15	67	19,8
Übrige Sedimente	32	28	82	142	26,4	10	4	1	15	4,4
Gesamtsumme	168	127	242	537	100	109	88	142	339	100

Tab. 1: Ergebnisse der Feinkiesanalysen (ohne lokale Komponenten)

5. Herkunft des Schottermaterials

Die lokalen Komponenten, d.h. die groben Gerölle aus Mergel- und Mergelkalksteinen, stammen aus dem unmittelbar östlich an das Schottervorkommen anschließenden Raum. Im Bereich von Holtwick treten Ablagerungen des höheren Unter-Campan auf (Holtwick-Schichten), ca. 2 km ostwärts mit Beginn der zentralen Höhen des Münsterlandes setzen Ablagerungen des Ober-Campan ein (Coesfeld-Schichten). Es handelt sich dabei im ersten Fall überwiegend um kalkige Mergelsteine, im zweiten um mergelige Kalksteine (HISS, 1997). Beide Gesteinsarten kommen als Gerölle vor, lassen sich aber nicht mit Sicherheit bestimmten Schichten zuweisen.

Der Nachweis, daß Komponenten beider stratigraphischer Einheiten vertreten sein müssen, ergibt sich indirekt über die Bestimmung von Belemnitenrosten, die als Gerölle in den Schottern enthalten sind. Die 32 geborgenen, teilweise nur in Bruchstücken erhaltenen Rostren verteilen sich nach der Bestimmung von M. HISS (Geol. Landesamt Nordrh.-Westfalen, Krefeld) auf die Formen *Goniatolithus quadrata* (7 sichere, 6 unsichere Stücke) und *Belemnitella mucronata* (11 sichere, 8 unsichere Stücke). *Goniatolithus quadrata* ist im Unter-Campan verbreitet und reicht bis in den Grenzbereich zum Ober-Campan. Diese Form kommt damit sowohl in der unmittelbaren Umgebung des Schottervorkommens als auch noch ca. 2 km weiter im Osten vor. *Belemnitella mucronata* ist im tieferen Ober-Campan des zentralen Hügellandes verbreitet, tritt allerdings bereits im höchsten Unter-Campan (obere Holtwick-Schichten) auf, das erst etwa 1,5 km östlich des Schottervorkommens einsetzt.

Der nordische Geröllanteil wie Kristallin und Feuerstein muß aufgrund der deutlich kleineren und relativ einheitlichen Korngröße vor Aufnahme in die Schotter bereits eine gewisse Vorsortierung erfahren haben. Eine derartige Korngrößenbegrenzung kann eigentlich nur über den fluviatilen Transport erklärt werden. Das nordische Material hat also vermutlich in älteren Schmelzwasser- oder Terrassenablagerungen vorgelegen. Die Schwerminalführung und auch die südlichen Komponenten in den Feinkiesen (insbesondere die Porphyre) des Schotterkörpers von Holtwick deuten eher auf Terrassenablagerungen als Ausgangsmaterial hin. Es könnte sich dabei um Äquivalente der Enschede-Formation gehandelt haben, die auch im nördlichen Teil der Westfälischen Bucht vorhanden gewesen sein dürften und heute in aufgearbeiteter Form in den Schottern enthalten sind.

6. Mögliche Entstehung und Verbreitung der Schotter

Wegen der erforderlichen hohen Transportkapazität können nur kräftige Schmelzwasserabflüsse für die Ablagerung der groben Schotter in Frage kommen. Sie könnten somit bei Annäherung des Inlandeises oder während einer kurzen Stagnationsphase, aber auch später beim endgültigen Zerfall des Eises entstanden sein. Im ersten Fall wären Schmelzwasserströme zwischen dem Eisrand und den zentralen Höhen des Münsterlandes, in den anderen Fällen in Spalten des Inlandeises oder in Abflußrinnen zwischen Toteisfeldern als Ursache anzunehmen. Gegen die erste Möglichkeit spricht in einem gewissen Grad die mehr oder weniger gegen die Eisbewegung verlaufende Schüttungsrichtung der Schotter, gegen die anderen Möglichkeiten allerdings sehr stark das Fehlen jeglicher größerer nordischer Komponenten innerhalb des Schotterkörpers. Es wird deshalb angenommen, daß die Schotter unmittelbar zwischen dem Außenrand des Inlandeises und dem Anstieg zum Osterwicker Hügelland gebildet wurden. Einen zusätzlichen Hinweis auf eine relativ frühe Entstehung liefern große, auffallend gerundete Geschiebe (Gerölle) aus lokalen Gesteinen in der Grundmoräne von Mittel-Gaupel (SALOUSTROS & SPEETZEN 1998). Sie wurden durch einen

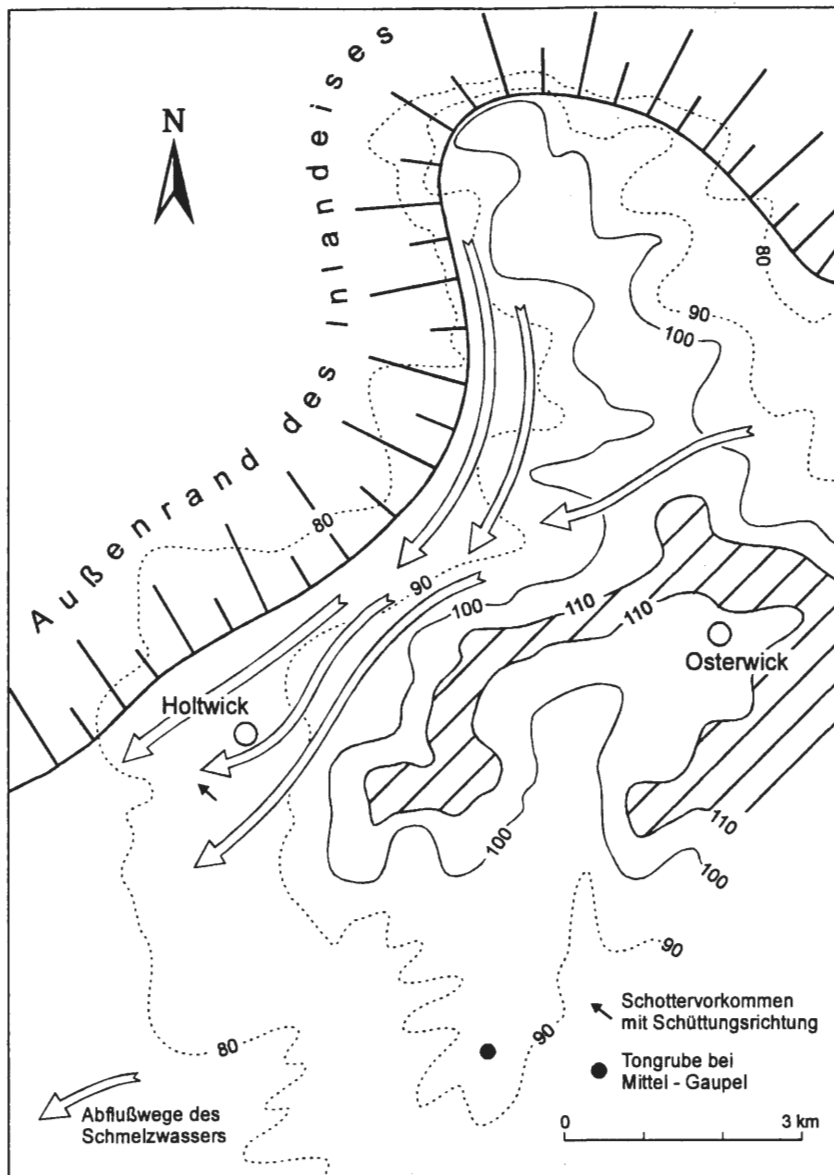


Abb. 5: Schmelzwasserabflüsse zwischen Inlandeis und Osterwicker Hügelland zur Bildungszeit der Schotter von Holtwick

von Nordwesten kommenden Eisstrom abgelagert. Die Gerölle stammen sehr wahrscheinlich aus dem Holtwicker Vorkommen und müßten dann von einem noch aktiven Inlandeis über etwa 5 Kilometer verfrachtet worden sein.

Die Vorgänge, die möglicherweise zur Bildung der Schotter führten, sind in Abb. 5 dargestellt. Mit dem Anstoßen des aus nördlichen Richtungen heranrückenden Inlandeises an den Rand der zentralen Höhen kam es zu einer Kanalisation der Schmelzwässer zwischen den Rändern des Inlandeises und des Hügellandes. Vermutlich wurde gleichzeitig der obere Talabschnitt der Vechte durch das Eis verschlossen, so daß sich die Schmelzwässer in diesem Bereich aufstauten. Die Schmelzwässer des Eisrandes, verstärkt durch den Überlauf des Stausees nördlich von Osterwick, flossen mit einem Gefälle von etwa 10 Promille in südwestliche Richtung ab. Dieser Schmelzwasserstrom, der nordische und südliche Komponenten aus den kurz vorher vom Inlandeis aufgenommen Terrassenablagerungen mit sich führte, hatte eine sehr starke Erosionswirkung auf die relativ weichen Mergel- und geklüfteten Kalkmergelsteine des Untergrundes. Die mitgerissenen Gesteinsstücke wurden bereits nach kurzem Transportweg gerundet. Mit der Verbreiterung des zunächst kanalartigen Schmelzwasserabflusses in westlicher Richtung und der allmählichen Verringerung des Gefälles entwickelte sich ein verzweigtes Abflußsystem mit verschiedenen, auch nach Nordwesten gerichteten Rinnen, in denen sich die Geröllfracht absetzte.

Aus dieser Deutung, die alle Beobachtungstatsachen wie die groben Lokalkomponenten, den geringen Anteil des feinkörnigeren nordischen Materials, die flache Rinne mit Schüttung in WNW-Richtung miteinander verknüpft, ergibt sich, daß derartige Schotter nur an die Randbereiche des zentralen Höhengebietes des Münsterlandes gebunden sein können. Vielleicht werden zukünftig noch weitere Beobachtungen gemacht, die die Erkenntnisse über dieses bisher isolierte Schottervorkommen erweitern und die vorliegende Deutung untermauern oder auch zu anderen Deutungsmöglichkeiten führen.

Wir bedanken uns bei Herrn D. Henningsen, Hannover, für die Durchführung der Schwermineralanalysen, bei Herrn M. Hiss, Krefeld, für die Bestimmung der Belemnitenfauna, bei Herrn J.G. Zandstra, Heemskerk (NL), für die Analyse der Feinkiese und bei Frau B. Fister, Münster, für die Anfertigung der Zeichnungen.

7. Literatur

- Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (1995): Geologie im Münsterland.- 195 S., 50 Abb., 6 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- HISS, M. (1997): Erläuterungen zu Blatt 3908 Ahaus.- Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25.000, Erl. , **3908**: 199 S., 12 Abb., 10 Tab., 2 Taf.; Krefeld.
- SALOUSTROS, K. & SPEETZEN, E. (1998): Aufbau und Genese der saalezeitlichen Grundmoräne bei Mittel-Gaupel nördlich von Coesfeld (Westfalen, NW-Deutschland).- Geol. Paläont. Westf., H. **52**: 41-49, 8 Abb.; Münster.
- SKUPIN, K., SPEETZEN, E. & ZANDSTRA, J.G. (1993): Die Eiszeit in Nordwestdeutschland - Zur Vereisungsgeschichte der Westfälischen Bucht und angrenzender Gebiete.- 143 S., 49 Abb., 24 Tab., 2 Taf. u. 2 Kt. in der Anl.; Krefeld.
- SPEETZEN, E. (1993): Die Entwicklung der Flußsysteme in der Westfälischen Bucht (NW-Deutschland) während des Känozoikums.- Geol. Paläont. Westf., **16**: 7-25, 16 Abb., 1 Tab.; Münster.
- UDLUFT, H. (1931): Älteste Diluvialschotter im nördlichen Ruhrgebiet.- Jb. preuß. geol. Landesanst., **52**: 441-446, 2 Abb. auf einer Taf.; Berlin.
- ZANDSTRA, J.G. (1993): Nördliche kristalline Leitgeschiebe und Kiese in der Westfälischen Bucht und angrenzenden Gebieten.- In: SKUPIN, K., SPEETZEN, E. & ZANDSTRA, J.G.: Die Eiszeit in Nordwestdeutschland - Zur Vereisungsgeschichte der Westfälischen Bucht und angrenzender Gebiete: 43-106, 34 Abb., 15 Tab., 2 Taf., 1 Kt.; Krefeld.