

Sonderdruck  
aus  
Rheinische Heimatpflege  
Neue Folge  
III / 1971

# Zur Deutung eiszeitlicher Ablagerungen und Formen am Niederrhein

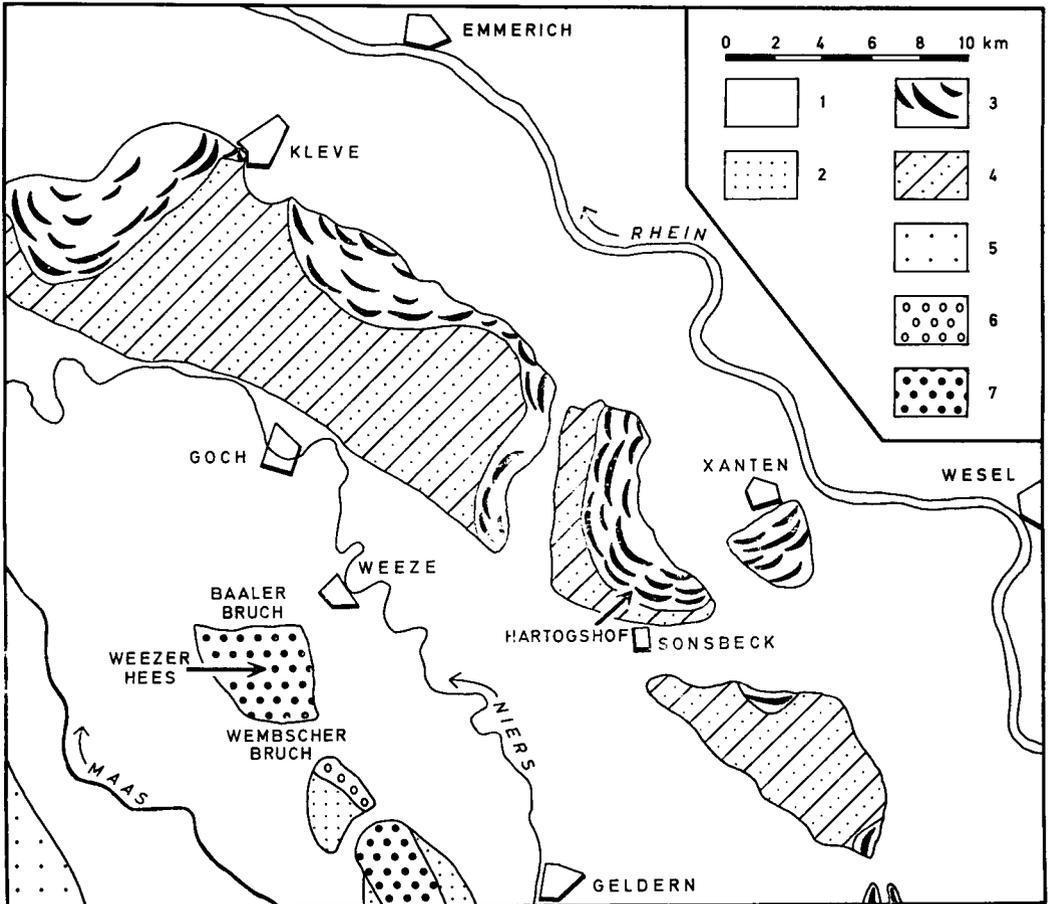
von Winfried Golte und Klaus Heine

Wer zum ersten Male den Raum zwischen Maas und Rhein bei Xanten, Goch und Kleve durchwandert, mag vielleicht erstaunt sein, hier nicht eine eintönige Tiefebene vorzufinden, sondern eine durch Kuppen oder langgestreckte Höhenrücken, durch markante Geländestufen voneinander getrennte Platten sowie durch Altwäs-

ser des Rheins und seiner Nebenflüsse erfüllte Niederungen mannigfaltig gegliederte Landschaft. Zwischen dem Klever Berg – der höchsten Erhebung am Niederrhein (106 ü. NN.) – und der Rheinaue beispielsweise beträgt der Höhenunterschied nahezu 100 Meter. Die naturräumliche Gliederung wird durch die davon beeinflusste Verteilung und Form der Siedlungen und die unterschiedliche land- und forstwirtschaftliche Nutzung noch unterstrichen.

Aus der Anordnung von Höhenrücken, Platten und Niederungen haben Geologen und Geographen die sich in früheren erdgeschichtlichen Zeiten abspielenden Vorgänge erschlossen. Eine anschauliche Beschreibung der geologisch-geomorphologischen Entwicklung hat Thome (1962) in

Abb. 1: Übersichtskarte.  
 1 = Rezente Tälaue und Niederterrassen, 2 = Krefelder Mittelterrasse (KMT), 3 = Stauchendmoränen, 4 = Sander, meist über Schottern der Unteren Mittelterrasse, 5 = Untere Mittelterrasse (uMT), 6 = Obere Mittelterrasse (oMT), 7 = Jüngere Mittelterrasse (jMT).



seinem Aufsatz über *Das Entstehen der natürlichen Landschaftsformen unserer Heimat* gegeben. Nach dem Zurückweichen des Tertiärmeeres konnten Rhein und Maas über den feinen, hellen, marinen Sanden einen großen gemeinsamen Schotterfächer bilden. Das nördlichste, linksrheinische Vorkommen dieser zur Hauptterrassenzeit abgelagerten Schotter, die nachträglich fast völlig der Erosion zum Opfer fielen, befindet sich südwestlich von Weeze (Weezer Hees s. Abb. 1). Rhein und Maas haben den Schotterfächer zerschnitten und seitdem eine zwar ähnliche, jedoch getrennte morphologische Entwicklung genommen. Wiederholte Aufschotterung und Eintiefung der Flüsse, deren Ursachen teils in klimatischen, teils in tektonischen und teils in Veränderungen des Meeresspiegels zu suchen sind, haben eine komplizierte Abfolge ineinandergeschachtelter Ablagerungen hinterlassen. Die Reste der ehemaligen Talböden treten uns heute als Terrassen entgegen (vgl. Tabelle). Freilich wird für den naturkundlich Interessierten das morphologische Bild besonders reizvoll dadurch, daß während der Rißeiszeit (Drenthe-Stadium) das nordische Inlandeis bis in den niederrheinischen Raum vordrang, den Rhein überschritt, dessen Schotterablagerungen zu Stauchendmoränen aufschob und seine Schmelzwässer am Außensaum der Moränenwälle Kiese und Sande (Sander) aufschütteten.

Die folgenden Ausführungen sollen einige Methoden erläutern, mit Hilfe derer auch der Nicht-Fachmann in der Lage ist, geologische oder geomorphologische Vorgänge anhand genauer Beobachtungen im Gelände zu rekonstruieren und die Erkenntnisse in den größeren Zusammenhang einzuordnen.

## II

Südwestlich von Weeze-Wemb ist der durch eine markante, bis zu 15 Metern hohe Terrassenkante gekennzeichnete Abfall von der Weezer Hees zum Wembschen Bruch an mehreren Stellen aufgeschlossen. Die Kiesgrube einen Kilometer westlich von Wemberdyk (H. 571600, R. 251166) soll näher betrachtet werden. Über feinen hellen altpleistozänen Sanden lagern Schotter, die sich durch ihre Schichtung (Kreuz- und Schrägschichtung), ihre infolge Abrollung zugerundete Form (Gerölle) und

die Einregelung der Längsachsen der Gerölle als fluviatile Ablagerung ausweisen. Die relative Höhenlage der Weezer Hees und der fortgeschrittene Verwitterungsgrad besonders der Tonschiefer, Sandsteine und Eruptivgesteine lassen bereits im Vergleich zu anderen Ablagerungen vermuten, daß es sich hier um Sedimente der Hauptterrasse von Rhein und Maas handelt. Diese Vermutung wird durch die Schwermineralanalyse (Zonneveld 1956) und durch die petrographische Bestimmung der Gerölle bestätigt. Neben dem hohen Quarzgehalt von ca. 65 %, der durch Auszählen von 200 Geröllen sofort im Aufschluß ermittelt werden kann\*), ist besonders das häufige Auftreten einiger Leitgesteine für die Hauptterrassenschotter typisch. Die Maas hat die eiförmigen, dunkel blaugrauen Feuersteine (Maaseier) aus dem Kreidegebiet von Aachen – Lüttich herantransportiert, während die auffallend roten Eisenkiesel (Jaspis), die schwarzen bis grauschwarzen und gebänderten Kieselschiefer (Lydite) und alle vulkanischen Gesteine aus dem Rheineinzugsgebiet stammen. Eine Bestimmung der Ausrichtung der Geröll-Längsachsen (Einregelungsmessung), die vorwiegend horizontal und – bei fluviatilen Schotterablagerungen – quer zur ursprünglichen Fließrichtung gelagert sind, ergab einen SSE – NNW bis S – N gerichteten, stark verwilderten Flußlauf.

Das Besondere an diesem Aufschluß sind taschenförmige Gebilde, die in den oberen Partien in fast regelmäßigen Abständen (ca. sechs Meter) auftreten. Diesen soll unsere eigentliche Aufmerksamkeit gelten. Die Abb. 2 (vgl. Abb. 4) zeigt die Lage einer solchen Tasche in den in der Kiesgrube angeschnittenen Schichten. Die ca. zwei Meter breite und maximal einen Meter hohe Tasche (IV) ist in die Schichten der jüngeren Hauptterrasse, jHT (III), hineingepreßt worden, was aus dem Schichtenverlauf neben und unter der Tasche deutlich wird. Unterschiedliche Korngrößenverteilung und Färbung unterstreichen diese Beobachtung. Die Schotter der jHT, denen ein grobsandiger Horizont eingelagert ist, sind relativ ton- und schluffarm und hell graubraun gefärbt. Das Material in der Ta-

\*) Dabei ist es zweckmäßig, nur Gerölle mit einem Durchmesser von mehr als 2 cm zu benutzen (evtl. Verwendung von Sieben).

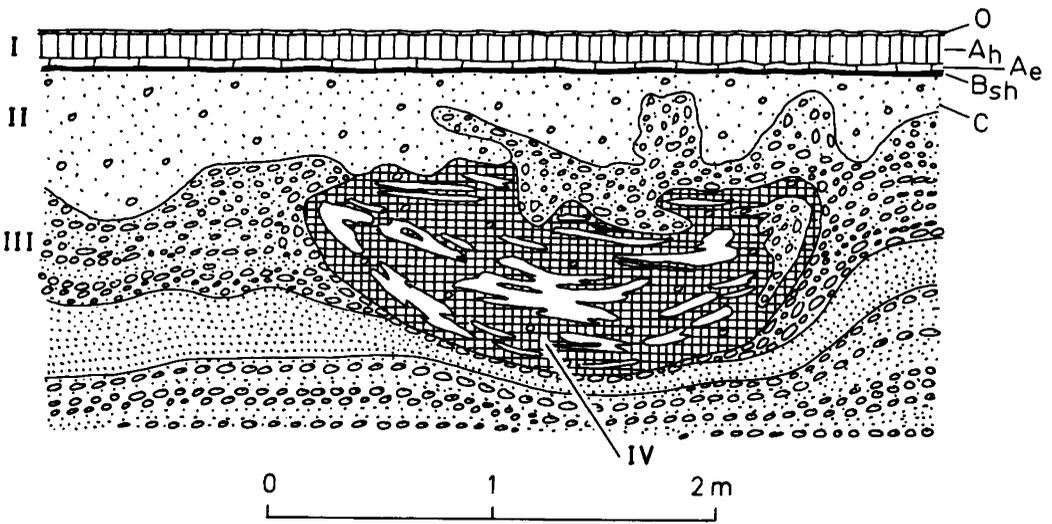


Abb. 2: Kryoturbat gebildeter Taschenboden (Erläuterungen im Text).

sche selbst besteht jedoch zum größten Teil aus stark ton- und schluffhaltigem, schlecht sortiertem Sand mit nur wenigen Geröllen; die Farbe ist ein intensives Rotbraun mit auffallenden hell grünlichgrauen Schlieren. Zu beiden Seiten der Tasche schieben sich keilförmig stark geröllhaltige Lagen zwischen das unterlagernde Sandband und den durch Farbe und Textur scharf abgegrenzten Tascheninhalt. Die Grenze zwischen der Tasche und den hangenden Schichten ist verwürgt. Diese Deckschichten (II) unterscheiden sich z. T. von dem Material der jHT und dem der Tasche wiederum durch eine andere Korngrößenverteilung und Färbung. Von der rechten Seite her zieht sich noch verwürgtes Hauptterrasse-Material zwischen Tasche und Deckschichten. Letztere bestehen aus hellen, schwach bräunlichen und äußerst schluffreichen Sanden, in die vereinzelt Gerölle eingestreut sind. Ihre Untergrenze ist taschenartig ausgebuchtet. Die obersten 40 Zentimeter des Profils werden hauptsächlich aus einem gut sortierten Mittelsand (I) gebildet. Die Färbung ist infolge der rezenten Bodenbildung dunkelgrau, wobei jedoch eine schwache farbliche Horizontierung zu bemerken ist.

Welche geologischen und geomorphologischen Vorgänge lassen sich aus diesem Profil erschließen?

Profile, die eine derartige Verwürgung und Durchmischung des Materials zeigen, sind dem Geomorphologen als Taschen- oder Würgeböden bekannt, die unter klimatischen Bedingungen entstehen, wie sie heute noch in den subpolaren Gebieten herrschen. In diesen Bereichen, der sogenannten Frostschuttzone, ist der Boden ständig gefroren, und nur der oberste Abschnitt taut alljährlich im Sommer auf. Beim Wiedergefrieren im Herbst und Winter dringt der Frost von der Erdoberfläche her in den Boden ein, was dazu führt, daß das zwischen dem ständig gefrorenen Unterboden und dem bereits wieder gefrorenen Abschnitt des Oberbodens befindliche Material starken Druckkräften ausgesetzt ist, die auf frostbedingte Volumenänderungen des Wassers zurückzuführen sind. Verwürgungen (*Kryoturba­tionen* \*) sind die Folge. Die oben beschriebene Tasche ist das Ergebnis solcher Vorgänge. Dabei reagieren Kiese, Sande, Schluffe und Tone infolge unterschiedlicher Wasseraufnahme, die durch das jeweilige Porenvolumen bedingt wird, in äußerst differenzierter Weise auf die Frosteinwirkungen.

Die intensive gelblich-rote Färbung sowie der hohe Tonanteil des Taschenmaterials deutet auf eine starke Verwitterung. Am Nordrand der Weezer Hees ist eine derartige Färbung charakteristisch für den gesamten, in den Aufschlüssen sichtbaren Schotterkörper der jüngeren Hauptterrasse.

\*)  $\chi\rho\upsilon\sigma\zeta$  = Eis, turbare = stören, verwirren.

Die gelblich-rote Färbung wird durch Eisenoxide und -hydroxide verursacht, die bei der Verwitterung der Schotter entstehen. Die starke Anreicherung der Eisenverbindungen mit dem Auftreten kolloidaler Kieselsäure ist bei der rezenten Bodenbildung am Niederrhein nicht zu beobachten, wohl aber bei einer Verwitterung während langandauernder und relativ warmer und feuchter Interglazialzeiten. So wird denn auch diese Bodenbildung auf den Hauptterrassen-Schottern in das Cromer- und Holstein-Interglazial datiert. P a a s (1961) nennt diesen Bodentyp einen *braunlehmartigen gelblich-roten Interglazialboden*. Die helle, grünlich-graue Farbe der Schlieren, die mit ihrer Anordnung die Form der Tasche so auffällig nachzeichnen, wird durch Eisen (Fe) und Mangan (Mn) in zweiwertiger Form hervorgerufen, die bei Reduktionsvorgängen unter dem Einfluß gestauten Wassers entstehen. Unter den heutigen Klimaverhältnissen werden die Eisenoxide und -hydroxide leicht ausgewaschen, worauf die oberen hellen Schichten in den aufgeschlossenen Schottern hinweisen, was aber auch dort zu beobachten ist, wo die so schön gelblich-rot gefärbten Hauptterrassen-Sedimente als Belag für Parkwege verwendet werden; durch längere Regenfälle werden die Kiese und Sande sofort hell gewaschen.

Im Aufschluß bei Weeze-Wemb bezeugen nur noch die großen Taschen, daß auch hier eine cromer- und holsteinzeitliche Bodenbildung den gesamten Schotterkörper überprägt hatte. Die Anlage der Taschen muß deshalb zu einer Zeit erfolgt sein, als der fossile Boden noch vorhanden war. Sicherlich waren es der intensiv verwitterte und daher sehr tonhaltige Boden mit einem hohen spezifischen Gewicht und geringem Porenvolumen einerseits, und die nur schwach verwitterten, lockeren Hauptterrassen-Sedimente andererseits, welche günstige Voraussetzungen für die Kryoturbation im allgemeinen und die Bildung von Taschen im besonderen boten. Erst nachdem unter periglazialen Bedingungen Teile des fossilen Bodens in die Hauptterrassen-Schotter hineingepreßt worden waren, muß dieser der Abtragung zum Opfer gefallen sein. Vergleicht man die hier beschriebenen niederrheinischen Taschen mit kryoturbaten, taschenartigen Formen an-

derer Gebiete Mitteleuropas, so fällt sofort ihre ungewöhnliche Größe auf. Berücksichtigt man, daß sich während des Drenthe-Stadiums der Riß-Eiszeit der Eisrand bis auf wenige Kilometer der Weezer Hees genähert hatte, so wird verständlich, daß hier besonders ausgeprägte periglaziale Verhältnisse geherrscht haben müssen. Dadurch würde die Datierung der Taschenbildung in die Riß-Eiszeit, welche schon die cromer- und holsteinzeitliche Bodenbildung nahelegt, erhärtet.

Das von der rechten Seite über die Tasche gelangte Hauptterrassen-Material deutet darauf hin, daß nach der Entstehung der Tasche, für die wir wenig geneigtes Gelände und größere Entfernung zur Terrassenkante voraussetzen müssen, eine Zeit stärkerer Umlagerungsvorgänge einsetzte. Diese Vorgänge können im Gelände anhand der Beobachtungen zeitlich nicht fixiert werden; es ist möglich, daß sie sich noch in der Riß-Eiszeit (Warthe-Stadium?) abspielten oder aber im Würm. Für die letztgenannte Annahme würde die Tatsache sprechen, daß die Hauptterrassenkante erst durch Unterschneidung eines würmzeitlichen Rheinarmes in ihre heutige Lage gerückt wurde; dadurch erhielten die Umlagerungs- (*Solifluktions-*) und Abtragungsprozesse neue Impulse. Die Hauptterrassen-Sedimente über der Tasche wären dann im (Alt-)Würm infolge solifluidaler Vorgänge umgelagert worden.

Die Schicht II besteht aus Material der jüngeren Hauptterrasse, dem ein beachtlicher Lößanteil beigemischt ist. Während verhältnismäßig trockener, kaltzeitlicher Klimabedingungen der Würm-Eiszeit wurde aus den Schotterfluren der Flüsse Staub ausgeweht, der sich als Lößschleier auf der Weezer Hees absetzte und durch Umlagerung und Kryoturbation mit den Hauptterrassen-Kiesen vermischt wurde. An manchen Stellen führten die periglazialen Frosteinwirkungen zu einer Sortierung nach Korngrößen im Boden, wodurch – allerdings nur schwer erkennbar – kesselartige Gebilde entstanden.

Die das Profil abschließende Sandschicht, auf der sich der rezente Boden gebildet hat, besteht aus dem gleichen Material, das im Bereich des Flugplatzes auf der Weezer Hees zu ausgesprochenen Dünen

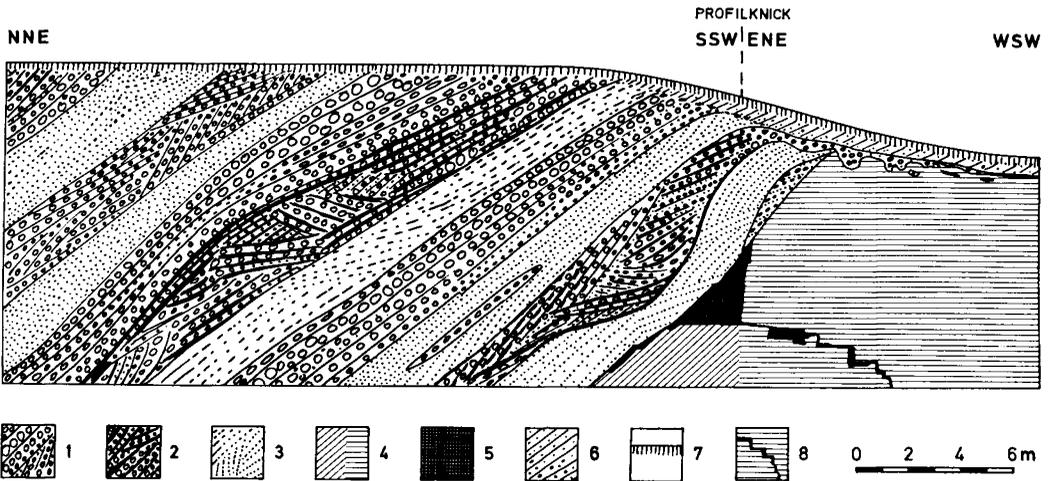


Abb. 3: Stauchendmoräne am Hartogshof.

1 = Schotter (Kies) der Unteren Mittelterrasse und Mittleren Mittelterrasse, 2 = Schotter (Kies) wie 1, jedoch durch Fe- und Mn-Konkretionen stark verbacken. 3 = Sand der Unteren Mittelterrasse und Mittleren Mittelterrasse (?), 4 = Schluff (Tertiär ?), 5 = Ton (Kempen-Krefelder Schichten ?), 6 = umgelagerter Löß, 7 = rezente Bodenbildung, 8 = Fe- und Mn-Konkretionen auf Schichtflächen.

angehäuft wurde. An einer Anhebung der Sande ist daher nicht zu zweifeln. Dünenbildungen dieser Art (Wisseler Dünen) findet man häufig im Bereich bzw. in der Nähe der heutigen Flußauen. Auf Grund mannigfaltiger Beobachtungen und Untersuchungen wird das Alter der Dünenbildung in das ausgehende Würm-Glazial (Jüngere Dryaszeit) gestellt.

Die hier beschriebene Abfolge Solifluktion – Lössanwehung – Dünenbildung ist typisch für die Würmeiszeit und vielfach belegt.

Die jüngste Zeit – das Holozän – wird durch die Bodenbildung auf den spätglazialen Sanden repräsentiert. Entsprechend dem gemäßigt feuchten Klima und den basenarmen Sanden als Ausgangsgestein, hat sich hier ein Podsol (Bleicherde) mit der typischen Horizontabfolge (O-Ah-Ae-Bsh-C) entwickelt.

### III

Wo auf dem Balberger Rücken Straßeneinschnitte, Kies- und Baugruben etc. Einblick in den Untergrund gewähren, sieht man Kiese, Sande, Schluffe und Tone, welche diesen Höhenzug aufbauen. In größeren Aufschlüssen wird man erkennen, daß die Ablagerungen nicht wirr und regellos durcheinanderliegen. In der Regel sind die Schichten schräggestellt.

In der Kiesgrube hinter dem Hartogshof (H. 57215, R. 252560, ca. 60 ü. NN) bietet

sich folgendes Bild (vgl. Abb. 3): Das Material besteht vorwiegend aus Kiesen mit gut zugerundeten Geröllen, wie sie für die Terrassenschotter des Rheins typisch sind. Daneben kommen Sande, Schluffe und Tone vor. Alle diese Ablagerungen sind in auffallender Weise in Schichtpaketen schräggestellt. Mit etwa 35° fallen die Schichten nach NO ein. Die fluviatile Herkunft besonders der Kiese wird durch die Kreuz- und Schrägschichtung innerhalb der steilgestellten Schichtpakete noch unterstrichen. In diesem Material ist der Anteil der Quarzgerölle – um nur ein Kriterium zu nennen – nicht so einheitlich wie in den HT-Sedimenten. Hatten jene einen Quarzgehalt von ca. 65%, so ergab die Auszählung hier für verschiedene Schichten verschiedene Werte; sie liegen zwischen 40 und 80%.

Die Schrägstellung der Schichten beruht auf Vorgängen, die nicht mehr mit Transport und Sedimentation durch fließendes Wasser zu erklären sind. Ähnlich schräggestellte Sedimente finden sich in vielen Höhenrücken und Kuppen am Niederrhein. Die ursprünglich flach gelagerten Schichten wurden durch das nordische Inlandeis während des Drenthe-Vorstößes aufgestaucht. Es ist charakteristisch für die Endmoränen am Niederrhein, daß sich in den gestauchten Schichtpaketen die primären Sedimentationsmerkmale noch erhal-

**Tabelle** Stratigraphische Gliederung des Quartärs am Niederrhein \*)

	Allgemein	NW-Deutschland	K-Ar-Daten (1000 a)	Ka <sup>231</sup> /Th <sup>230</sup> Daten A <sup>254</sup> -Br-C	Fluviale Ablagerungen am Niederrhein	
Jung-Quartär	Holozän Subatlantikum Subboreal Atlantikum Boreal Präboreal				Jüngste Aueablagerungen	
					Jüngere Aueablagerungen	
	Wärm-Glazial	Jüngere Dryaszeit Alleröd-Interstadial Ältere Dryaszeit Bölling-Interstadial } Jung-Würm	Weichsel-Kaltzeit		19	Jüngere Niederterrasse (jNT)
						Älterer Auelehm
						Ältere Niederterrasse (äNT)
		Stillfried B (Paudorf-Interstadial) Mittel-Würm				
		Brörup-Interstadial Amersfoort-Interstadial } Alt-Würm			60	
	Riß / Würm-Interglazial	Eem-Warmzeit			Weezer Schichten	
	Riß-Glazial	Warthe-Stadium	Saale-Kaltz.	98	Krefelder Mittelterrasse (KMT)	
Gerdau-Interstadial		116				
Drenthe-Stadium				Untere Mittelterrasse (uMT)		
Mittel-Quartär	Mindel / Riß-Interglazial	Holstein-Warmzeit	140 / 150	143	Kempen-Krefelder Schichten	
	Mindel-Glazial	Elster Kaltzeit (Elster I und II)	220 300		Mittlere Mittelterrasse (mMT) Obere Mittelterrasse (oMT)	
	Günz / Mindel-Interglazial	Cromer-Warmzeit	320			
	Günz-Glazial	Menap-Kaltzeit	340			
Alt-Quartär	Donau / Günz-Interglazial	Waal-Warmzeit	350		Jüngere Hauptterrasse (jHT)	
	Donau-Glazial	Eburon-Kaltzeit				
	Biber / Donau-Interglazial	Tegelen-Warmzeit (Tiglium)	390 405		Tegelen-Schichten	
	Biber-Glazial	Brüggen-Kaltzeit (Prätiglium)	410 / 420		Ältere Hauptterrasse (äHT)	
	Präbiber-Warm- und Kaltzeit(en)					
	Piazentin / Asti Pont	Reuverium - Rotton-Serie Hauptkies-Serie	1400		Kieseloolith-Schichten	

\*) Zusammengestellt nach Fränzle (1969) und Frechen und Lippolt (1965). Die Zuordnung der absoluten Altersangaben zu den Terrassen bzw. Glazial- und Interglazialzeiten vor der Cromer-Warmzeit ist nicht gesichert.

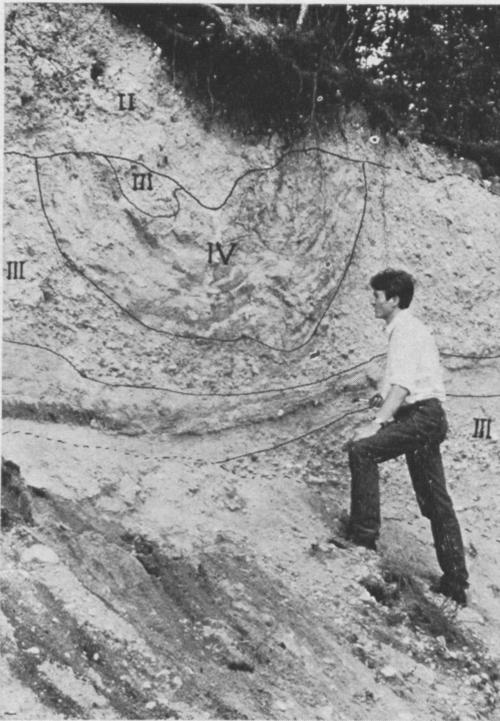


Abb. 4: Kryoturbat gebildete Tasche in den Schottern der jüngeren Hauptterrasse bei Weeze-Wemb (Erläuterungen im Text). Das Bild zeigt nicht dieselbe Tasche wie die Abb. 2.

ten haben. Wie ist dies mit der Vorstellung zu vereinbaren, daß Endmoränen in der Regel aus ungeschichtetem, unsortiertem und ungerundetem Material bestehen?

Karl Gripp erkannte als erster auf Grund von Beobachtungen in Spitzbergen, daß ein Oszillieren – ein Vor- und Zurückweichen – der Stirn größerer Inlandeis Massen die Bildung von Stauchendmoränen verursacht. Dabei schürft das Eis bei seinen wiederholten Vorstößen das gefrorene Material des Untergrundes in einzelnen Schuppen aus und schiebt diese zu den Stauchendmoränenwällen zusammen. Dafür bietet der beschriebene Aufschluß ein besonders schönes Beispiel. Eine von NO kommende Gletscherzunge (*Xantener Lobus*) erfaßte beim Überschreiten des Rheinstrombereichs sowohl die verschiedenen Terrassenablagerungen und die darauf gebildeten fossilen, interglazialen Böden, als auch die Sande, Schluffe und Tone des tieferen, tertiären Untergrundes. Der Transportmechanismus der Inlandeis Massen hat zur Folge, daß

nur sehr wenig nordische Geschiebe (= Gesteine aus Skandinavien und dem Ostsee-Gebiet) in den Endmoränenablagerungen enthalten sind. Hier, im Bereich des äußersten Gletschervorstoßes, konnte das Eis nur wenige Jahrhunderte (Thome 1959) an der morphologischen Gestaltung der Landschaft mitwirken. Wenn dennoch gewaltige Endmoränenwälle gebildet wurden, so nur deshalb, weil am Niederrhein durch die mächtigen unverfestigten Sedimente die Voraussetzungen für die Bildung von Stauchendmoränen besonders günstig waren.

An die Endmoränenwälle schließen sich nach außen ausgedehnte, vorwiegend sandige Ablagerungen an. Diese sogenannten Sander sind fluvioglaziale Bildungen, d. h. sie wurden zur Zeit des Eisvorstoßes von den Schmelzwässern im Bereich zwischen den Endmoränenwällen und dem nach Westen abgelenkten Rhein, der als Urstromtal diente, sedimentiert. Die auffällige Kreuzschichtung der Sander, sowie der oft rhythmische Wechsel zwischen gröberen und feineren Sand- bzw. Kieslagen – charakteristische Merkmale aller fluvioglazialen Ablagerungen am Niederrhein – sind besonders gut 500 Meter nördlich des Sonsbecker Krankenhauses, unweit des vorgenannten Aufschlusses, in einer ehemaligen Kiesgrube zu sehen. Die rißzeitlichen Sander sind auch hier von der eemzeitlichen Bodenbildung überprägt und im Würm-Glazial von einer geringmächtigen Lößablagerung bedeckt worden.

Das Eiszeitalter hat am Niederrhein die ganze Fülle glazialer und periglazialer Formen hinterlassen, aus denen frühere Landschaftszustände rekonstruiert werden können; von denen aber hier nur auf einige wenige aufmerksam gemacht werden konnte.

#### Literaturverzeichnis

- Braun, F. J.: Ein geologisches Profil durch das untere Niederrheingebiet zwischen Kevelaer und Xanten. In: *Der Niederrhein*, 32. Jg., H. 3/4, S. 105 – 109, 7 Abb., Krefeld Juli 1965.
- Braun, F. J., H. Dahm-Arens und H. Bolsenkötter: Übersichtskarte Nordrhein-Westfalen 1 : 100 000, Erl. Blatt C 4302 Bocholt, A. Geol. Karte, B. Bodenkarte, C. Hydrogeol. Karte, 180 S., 14 Abb., 8 Tab., 5 Taf., Krefeld 1968.

- Fränzele, O.: Geomorphologie der Umgebung von Bonn. Arb. z. Rhein. Landeskd., H. 29, 58, S., 5 Abb., 1 Tab., 1 Kartenbeil., Bonn 1969.
- Frechen J. und H. J. Lippolt: Kalium-Argon-Daten zum Alter des Laacher Vulkanismus, der Rheinterrassen und der Eiszeiten. In: Eiszeitalter u. Gegenwart, Bd. 16, S. 5 – 30, 8 Abb., 8 Tab., Öhringen 1965.
- Gripp, K.: Glaciologische und geologische Ergebnisse der Hamburgischen Spitzbergen-Exkursion 1927. – Abh. naturwiss. Verein Hamburg 22, Hamburg 1929.
- Paas, W.: Rezente und fossile Böden auf niederrheinischen Terrassen und deren Deckschichten. In: Eiszeitalter u. Gegenwart, Bd. 12, S. 165 – 230, 32 Abb., Öhringen 1961.
- Simposium: Das Quartär an Maas und Niederrhein. In: Geologie en Mijnbouw, NW SER, 18e Jaargang, Nr. 12, S. 355 – 428, Dez. 1956.
- Thome K.: Eisvorstoß und Flußregime an Niederrhein und Zuider See im Jungpleistozän. In: Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., Bd. 4, S. 197 – 246, 19 Abb., 5 Tab., 1 Taf., Krefeld 1959.
- Thome, K.: Das Entstehen der natürlichen Landschaftsformen unserer Heimat. In: Heimatbuch 1962 des Grenzkreises Kempen-Krefeld, 13. Folge, S. 13 – 24, 4 Abb., 1 Tab., Kempen / Ndrh. 1961.
- Zonneveld, J. I. S.: Schwermineralgesellschaften in niederrheinischen Terrassensedimenten. In: Geologie en Mijnbouw. NW SER, 18e Jaargang, S. 395 – 401, 2 Fig., 2 Tab., Dez. 1956.