

**SEDIMENTPETROLOGISCHE
ONDERZOEKINGEN, V**
**SEDIMENTPETROLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN IM
STROMGEBIET DER WESER UND DER ELBE**

VON

**R. D. CROMMELIN
UND
A. MAASKANT**



*Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool
Deel 44 — Verhandeling 2*

H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN — 1940

2049020

**SEDIMENTPETROLOGISCHE
ONDERZOEKINGEN, V**

**SEDIMENTPETROLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN IM
STROMGEBIET DER WESER UND DER ELBE**

von R. D. Crommelin und A. Maaskant

Die freundliche Mitwirkung von Herrn Dr. F. DEWERS in Bremen, dem wir hier unsern wohlgemeinten Dank aussprechen, hat es uns möglich gemacht, ein sedimentpetrologisches Bild von den ältern und jüngern Sedimenten im Stromgebiet der Weser, vom Ursprung bis zur Mündung zu gewinnen.

Außerdem stellte man uns durch Vermittlung der deutschen wasserbaukundigen Behörden und des Wasserbauamtes Magdeburg eine Sammlung von hundert Sandproben aus dem Mittellauf der Elbe zur Verfügung. Den betreffenden Instanzen staten wir an dieser Stelle für ihre wohlwollende Mitwirkung gern unsern Dank ab.

Wie sich später zeigen wird, bildet eine Beschreibung dieser Elbesande eine notwendige Ergänzung, wenn wir uns einen guten Begriff von der Sedimentpetrologie des Stromgebietes der Weser machen wollen. Wenn dieses Bild auch noch keineswegs vollständig ist, so glauben wir doch, daß wir eine gewisse Lücke ausfüllen, wenn wir die vorläufigen Ergebnisse veröffentlichen, da keine ältern Untersuchungen über dieses Thema bekannt sind, sodaß unsre Darlegungen die Grundlage für eine etwaige neue und ausführlichere Untersuchung bilden könnten. Zu gleicher Zeit verbreiten sie einiges Licht über die Frage der Herkunft des präglazialen Materials im Osten der Niederlande.

Wir wollen zunächst eine Uebersicht über das Wesermaterial geben und dann die Elbesande besprechen.

3 Gruppen von Proben wurden uns von Herrn Dr. DEWERS zugeschickt, nämlich:

- A. eine Reihe Terrassenproben aus dem Gebiet von Fulda und Werra mit zwei rezenten Sandproben aus Fulda und Werra (Fig. 1).
- B. eine Reihe Präsaale- und Saaleproben aus dem vom Viereck Hameln, Bünde, Dammerberge, Verden eingeschlossenen Gebiet (Fig. 2).
- C. eine Reihe Sande und Lehme aus der Weser zwischen Neesen und Nienburg und aus der gleich daran grenzenden Niederterrasse (Fig. 2).

Wir wollen zunächst diese 3 Gruppen besprechen und schließlich noch etwas mitteilen über den Zusammenhang zwischen diesen ältern Ablagerungen und dem rezent verfrachteten Sand im untern Lauf der Weser zwischen Bremen und Bremerhaven und im Mittellauf der Elbe zwischen der preußisch-hamburgischen und der preußisch-sächsischen Grenze.

Es folgt nun erst eine Beschreibung der 9 Proben der ersten Gruppe.

- A 1. Baggerkies aus der Werra. Aus groberem Material abgeseibt. Steinmühle bei Wommen-Werra.
2. Sand aus der Werra-, „Hauptterrasse“. Sandgrube 500 m nordöstl. Oberzella, Meßtischblatt Vacha.
3. Weißer, tertiärer (pliozäner) Sand. Grube bei Pkt. 244 nördl. Oberzella (Blatt Vacha).
4. Sand aus der (mittleren?) diluvialen Werraterrasse. Sandgr. östl. Dankmarshausen. Blatt Berka.
5. Ungleichkörnige, geschichtete, lehmige, geröllführende Sande ca 5 m unter Oberfl. Horas bei Fulda, Grube am Wasserturm.
6. Sand aus einer Sandlinse im untern Teil der rötlichen diluvialen Schotter (Ueber tertiären gelben und weißen Sanden mit grauen Tonlinsen), Kiesgr. a. d. Bahn südöstl. Mabernzell bei Fulda.
7. Grauweiße, lehmige, mittel- bis feinkörnige Sande. Horas bei Fulda. Grube am Wasserturm. 6 m unter Oberfl.
8. Roter Sand über weißem. Zgl. Ebert bei Hünhan, Blatt Hünfeld. Hauntal, Nebental zur Fulda.
9. Baggerkies aus der Fulda. Brücke südl. Fulda-Stadt.

Es zeigt sich (Tab. 1), daß der pliozäne Sand (Probe 3) örtlich durch einen hohen Prozentsatz an Stauolith gekennzeichnet ist. Dieses Plioziän paßt richtig ins allgemeine Bild des Kranzes homologer kontinentaler Provinzen, die in jungtertiärer Zeit das westlich von diesen Provinzen liegende marine Becken umkränzten und alle durch die Anwesenheit der metamorphen Mineralgruppe gekennzeichnet sind. Merkwürdigerweise fehlt in dieser Probe Disthen, ein Mineral, das sonst überall im kontinentalen Plioziän wohl gefunden wurde. Unweit dieses Fundortes hat EDELMAN (Lit. 5) schon früher bei Forstamt Reinhausen die Anwesenheit hoher Prozentsätze an metamorphen Mineralien im Tertiärsande festgestellt.

Es zeigt sich, daß die Werra-Hauptterrasse außer Turmalin und Zirkon, Rutil und Anatas enthält, was wir auch für die Proben 5 und 7 finden, die noch deutlicher als die Werra-Hauptterrasse die für den Buntsandstein charakteristische Mineralassoziatiön zeigen, wie diese von EDELMAN im Gebiet zwischen Fulda und Werra gefunden wurde (Lit. 5). In der Beschreibung der Proben wird nicht über das Alter der Terrassen der Proben 5 und 7 gesprochen, aber es zeigt sich, daß

die charakteristische Anatasassoziation ein gutes Kennzeichen ist und in der jüngern Mittelterrasse (Probe 4) nicht wieder gefunden wird. Das Buntsandsteinmaterial spielt darin keine Rolle mehr, jedoch finden wir nun auf einmal die braune Hornblende, die ohne Zweifel auf die basaltischen Effusive zurückzuführen ist. Metamorphe Mineralien sind noch beige-mischt, aber in so geringer Menge, daß man wohl annehmen muß, daß das Tertiär großenteils schon eher, wahrscheinlich im Altpleistozän, der Erosion verfallen ist. Die Hauptterrasse, von der GRUBE (Lit. 6) annimmt, daß sie sich in der Elster-Eiszeit abgelagert, enthält ja auch kaum oder gar kein tertiäres Material mehr.

Im rezenten Material von Werra und Fulda (Proben 1 und 9), das unter sich keine großen Unterschiede zeigt, finden wir ebenso wie in der Mittelterrasse basaltische Mineralien; hier aber kommt vorwiegend Augit vor, während braune Hornblende an die zweite Stelle kommt. Die Proben 6 und 8, von denen das genaue Alter nicht genannt wird, zeigen ebenfalls die Augit-Hornblendeassoziation

und müssen also jünger sein als die Hauptterrasse und Mittelterrasse. Die geringe Menge Granat und Epidot, die wir in den ersten zwei Proben finden, mögen auf den Muschelkalk zurückzuführen sein oder es handelt sich um Beimischungen aus nördlichem Material.

Ogleich die Zahl der zur Verfügung stehenden Proben noch zu gering ist, um weitgehende Schlüsse zu ziehen, so werden wir doch voraussichtlich 4 Gruppen unterscheiden können, nämlich:

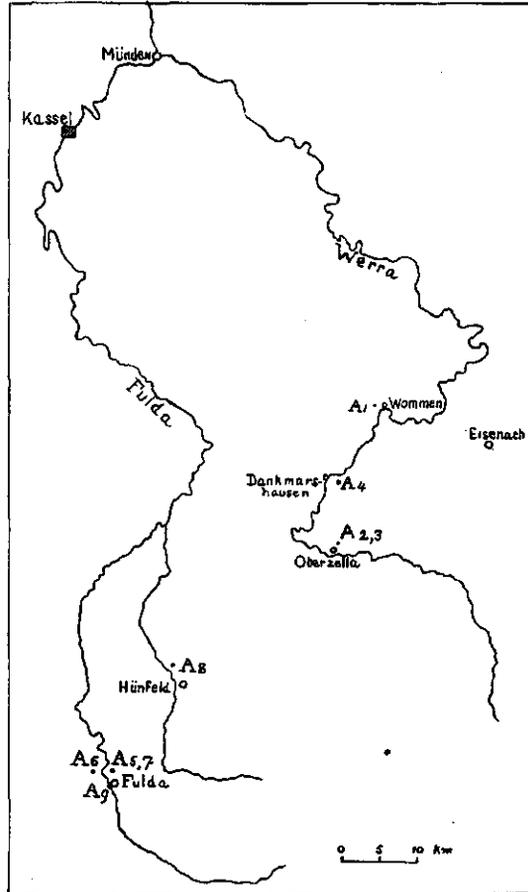


Fig. 1

1. die Assoziation Augit-basaltische Hornblende, die für die rezent verfrachtete Fulda- und Werrasande und wahrscheinlich auch für die Ablagerungen, die jünger sind als Mittelterrasse, charakteristisch ist.
2. die durch basaltische Hornblende gekennzeichnete Assoziation, die charakteristisch ist für die Mittelterrasse.
3. die für die Hauptterrasse charakteristische Assoziation Turmalin-Zirkon-Rutil-Anatas.
4. die Assoziation Turmalin-Zirkon-Stauroolith, eventuell mit anderen metamorphen Mineralien, welche Assoziation für das Jungtertiär charakteristisch ist.

In wiefern diese Assoziationen eine gewisse regionale Bedeutung haben, kann erst nach einer ausführlicheren Untersuchung entschieden werden. Was dieses kleine Gebiet betrifft, zeigt es sich aber wohl, wie schnell die Erosionsprodukte ihre Bestandteile gewechselt haben müssen. Nach der Erosion des Tertiärs, die vor der Ablagerung der Hauptterrasse zu Ende gewesen sein muß, lieferte also hauptsächlich der Buntsandstein die Erosionsprodukte, die für die Ablagerung der Anatasassoziaton verantwortlich waren. Erst nachdem genug von diesem Material abgeführt worden war, wurden seit der Zeit, in der die Mittelterrasse abgelagert wurde, (Riß-Eiszeit nach GRUPE) die Basaltvulkane vom Flußsystem Werra-Fulda angegriffen. Inzwischen wird es sich später zeigen, dasz höchstwahrscheinlich das rezent abgeführte feine Material noch immer aus Buntsandsteinprodukten besteht, was aber eine geringe Menge bedeutet gegen die ungeheuern Quantitäten, die vermutlich die Hauptterrasse aufgebaut haben.

Wir wollen nun einmal sehen, wie es sich mit den 12 Präsaale- und Saaleproben verhält, von welchen Proben hier eine etwas verkürzte Beschreibung nach Dr. DEWERS folgt:

1. Aus Kies ausgesiebttes Feinmaterial. Grube in Schessinghausen bei Nienburg (Weser). Die Kiese sind durch den Schub des Inlandeises der Saalevereisung aufgerichtet.
2. Aus sandigen Kiesen ausgesiebttes Feinmaterial einer Kiesgrube bei Dolldorf unweit Nienburg. Auch diese Kiese sind älter als der Vorstoß des Saale-Eises.
3. Kiesgrube bei Blenhorst (nördlich von Dolldorf). Probe circa 3 m unter dem Geschiebelehm der Saalevereisung entnommen.
4. Kiesgrube am Basberge bei Hameln. Probe aus einer anstehenden Sandlinse entnommen. Die Schotter am Basberge gehören der Mittleren Weserterrasse GRUPES an und werden in die Saalevereisung gestellt; sie werden von der Grundmoräne der Saalevereisung bedeckt.

5. Roter Sand, nicht gesiebt, aus dem tiefern Teil der Mittleren Terrasse vom Basberg bei Hameln.
6. Aus derselben Grube wie Probe 4, jedoch aus einem höheren Niveau dichter unter der Grundmoräne. Bezüglich der Gerölle kann nicht gesagt werden, ob hier mehr nordisches Material als in Probe 4 vorhanden ist.

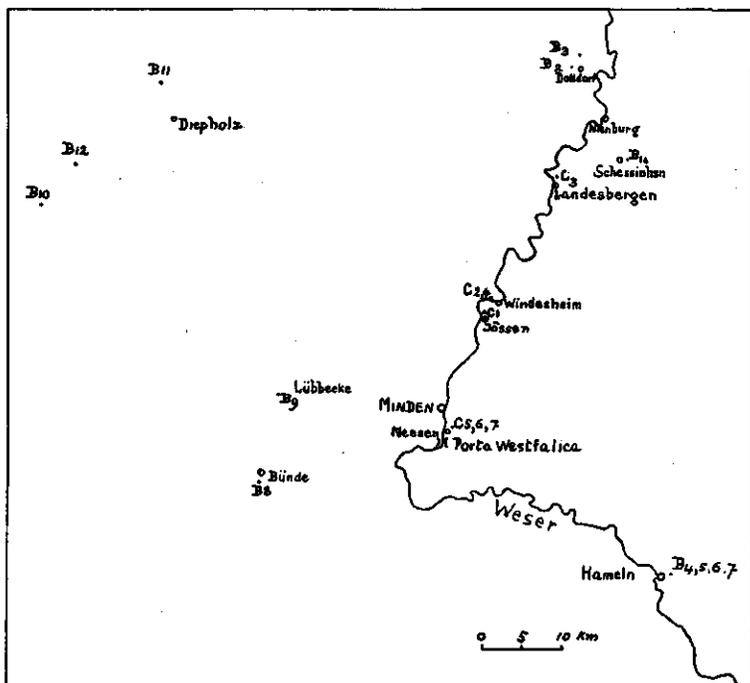


Fig. 2

7. Ausgesiebtes Material aus einer Grube am Basberg bei Hameln. Die präglazialen Kiese sind nordisch beeinflusst.
8. Ausgesiebtes Material aus einer Grube bei Bünde, südlich des Wiehengebirges. Wesermaterial einigermaßen mit nordischem Material vermischt. Die Kiese sind mit Löß bedeckt, sind also wohl saaleeiszeitlich.
9. Aus Kies ausgesiebtes Feinmaterial aus einer Grube südlich von Lübbecke. Die Kiese sind präglazial und mit nordischem Material gemischt.
10. Aus Kies ausgesiebtes Material aus der Grube bei Hinnenkamp (Dammer Berge). In den Dammer Bergen finden sich nur wenig nordische Gerölle führende Weserkiese, die vom Inlandeis der Saale-vereisung aufgestaucht sind.

11. Grube an der Straße Diepholz-Vechta im „Hohen Sün“.
Der „Hohe Sün“ wird als endmoräneartige Bildung betrachtet.
Die Kiese sind reich an Wesermaterial, aber wohl nordisch beeinflusst.
12. Grube auf dem Tollenberg bei Damme. Ziemlich reine Weserkiese.

Wie sich in den Analysen deutlich zeigt (Tab. 2), sehen sich die Zusammensetzungen hier viel ähnlicher als in der vorigen Gruppe. Gleich fällt es auf, dass hier die A-Assoziation (Granat-Epidot-grüne Hornblende) überwiegt, während das eigentliche Wesermaterial (Augit-basaltische Hornblende) von geringerer Wichtigkeit ist. Dennoch zeigen sich Variationen, da in tiefer liegenden Niveaus des Präglazials, die noch nicht so stark von nördlichem Material beeinflusst worden sind, das Wesermaterial wieder in den Vordergrund tritt, z.B. in den Proben 4, 5 und 12.

Die hier nur wenig vorkommenden metamorphen Mineralien gehören zur A-Assoziation. Sie sind besonders im nordöstlichen A-Material, das aus dem Baltikum herrührt, immer in geringen Mengen vorhanden und finden ihren Ursprung in Erosionsprodukten des dort vorkommenden Tertiärs. Die andere Erklärung, nämlich daß diese metamorphen Mineralien aus dem Tertiär des Hinterlandes herrührten und zusammen mit den vulkanischen Mineralien eine Assoziation bildeten, ist zu verwerfen, da wir bei der Besprechung der vorigen Probenreihe festgestellt haben, daß schon vor den Ablagerungen der ältern Terrassen von Fulda und Werra, das Tertiärmaterial der Erosion anheimgefallen war; außerdem war das Vorkommen metamorpher Mineralien im Tertiär dort gekennzeichnet durch das gleichzeitige Vorkommen beträchtlicher Mengen Zirkon und Turmalin, was in diesen 12 Proben nicht der Fall ist. Offenbar stimmen hier also die Ergebnisse richtig überein mit denen, die die Untersuchung der Schotter gezeitigt hat.

Es folgt nunmehr die dritte Gruppe von 7 Proben, die zum Teil aus rezentem oder sehr jungem Wesermaterial, zum Teil aus der sogenannten Dörfferterrasse oder Niederterrasse herrühren.

1. Kanalbaugrube östl. Jössen (Weser).
Niederterrasse: Hangendes: ca 1 m sandiger Lehm bis lehmiger Sand. Liegendes: ca 4 m Weserkies.
Probe: Sand ca 4 m unter Geländeoberfläche entnommen.
2. Windheim (Weser).
Kanalbett Talaue.
Probe: Wesersand, dicht unter dem hangenden Aulehm entnommen.
3. Landesbergen (Weser) südl. Nienburg.
Kiesbaggerei Talaue.

Profil: 2 m rötl. Aulehm. 0,20 m Sand. Liegendes: grober Weserkies mit sehr wenig nordischem Material.

Probe: Sand, aus der mittleren 0,20 m mächtigen Schicht entnommen.

4. Windheim (Weser).

Kanalbett Talaue.

Profil: 2–3 m grauer bis schwärzlicher Lehm mit Vivianit, Schilfresten und Muscheltrümmern. Darunter: Wesersand, nur wenige Dezimeter aufgeschlossen.

Probe: Hangender Ton (Aulehm) 10 cm über der Basis und ca 2,80 m unter Oberfl. entnommen.

5. Große Kiesgrube bei Neesen zwischen Minden u. Porta.

Aufgeschlossen: ca 5–6 m Weserkiese der Niederterrasse unter einer ca 1 m mächtigen Decke von Lehm. Letzterer hat den Charakter von Aulehm mit verschwemmtem Lößmaterial, enthält aber vereinzelt Gerölle. Die Gerölle sind reiner Weserkies. Nordisches Material ist nur schwer auffindbar.

Probe: 4 m unter Oberfläche aus einer ca 20 cm mächtigen bald auskeilenden Sandschicht entnommen.

6. Kiesgrube (kleine Grube) bei Neesen (n. Porta, s. Minden).

Probe: Hangender Lehm, ca 1 m unter Oberfläche entnommen. Darunter liegen ca 6 m Weserkiese der Niederterrasse.

7. Kleine Kiesgrube, bei Neesen (nördl. Porta).

Unter 1–1½ m Lehm stehen reine Weserkiese mit fluviatiler Schichtung an. Nordisches Material selten oder fehlend.

Probe: Aus einer Sandlinse ca 6 m unter der Oberfläche des Geländes entnommen.

Diese Reihe (Tab. 3) zeigt im Ganzen wieder große Unterschiede mit den beiden vorigen. Es handelt sich hier zum Teil um Niederterrasse, zum Teil um Proben aus der Talaue, die also als holozänes Material gelten können. Wir sehen, daß, soweit es sandartiges Material betrifft, es fast keinen Unterschied gibt zwischen den rezenten Ablagerungen und der Niederterrasse; in beiden überwiegt das vulkanische Wesermaterial. Sehen wir uns aber die Lehmproben an, nämlich einen holozänen Ton aus der Talaue und einen Lehm aus der Niederterrasse, so zeigt es sich, daß hierin fast kein vulkanisches Material vorkommt, sondern daß wir hier Assoziationen finden, welche an die der Werra-Hauptterrasse erinnern. Daraus läßt sich also folgern, daß das feine und das grobe Material, sei es Niederterrasse oder Holozän, nichts mit einander zu tun haben, daß also ersteres nicht durch Verriesung des letzteren entstanden sein kann, was von EDELMAN schon früher für Rhein- und Maassedimente festgestellt worden ist (Lit. 4). In dieser Hinsicht haben wir also Analogie mit den Sedimentations-

TABELLE 1.

Probebezeichnung (vgl. Fig. 1-2)	Durchsichtige Mineralien in gegenseitigem prozentischem Verhältnis																			
	Opak	Turmalin	Zirkon	Granat	Rutil	Anatas	Brookit	Titanit	Staurolith	Disthen	Andalusit	Sillimanit	Epidot	Saussurit	Grüne Hornblende	Basaltische Hornblende	Glaukophan	Augit	Hypersthen	Topas
A 1	43	3	8	3					2					1	3	23	57			
A 2	24	10	75		6	5			1				3							
A 3	57	24	19		1	1			48	5						2				
A 4	19	2					1		3	1	1			3	8	74	1	1		
A 5	42	34	29		17	20														
A 6	18	6	2													71	20	1		
A 7	30	27	42		11	20														
A 8	2	1														34	65			
A 9	31	3														17	80			

TABELLE 2.

B 1	12	2	1	13	2		1	3	1	2	15	48	3	9						
B 2	24	6	6	6	4		1	5	4	1	1	33	30	3	3					
B 3	15	2	6	14	3		2	4	2	1	25	1	34	3	2	1				
B 4	7	16	1	1	2			2	2		13	3	12	48						
B 5	20	31	23	4		1	1	1		1	7	3	11	17						
B 6	19	2	4	31	1			3	5	3	2	19	25	1	4					
B 7	15	5	5	30				3	1	2	1	25	21	1	6					
B 8	12	2	1	15	1			4	6	3	17	27	4	19					1	
B 9	21	4	17	13	1		3	2	1		20	1	33	1	4					
B 10	20	7	9	22	1			6	1	5	2	27	11	4	4					1
B 11	24	7	15	14	4			2	1	2	3	21	2	5	16	8				
B 12	13	15	11	9	4			1	1		16	10	14	19						

TABELLE 3.

C 1	12	8	4	10	1			3	3		7	7	11	6	36	4				
C 2	20	4	4	12	2				1	1	1	4	6	10	5	43	5			
C 3	15	8	13	9	1	1		1			7	7	9	5	35	4				
C 4	19	3	59	7	4	1					9	2	1	5						
C 5	22	12	7	9	2			1			4	1	3	6	53	1	1			
C 6	19	1	61	8	7	7					13	1	2							
C 7	17	9	11	4	2	1			1		6	2	8	8	47	1				

verhältnissen des Rheins und der Maas auf niederländischem Boden: zwischen den Niederterrassenablagerungen und dem holozänen Material gibt es auch dort nur einen geringen Unterschied, solange man entweder grobes oder feines Material untersucht. Ein auffallender Unterschied ist aber, daß, während der Rhein noch immer große Mengen nördliches Material enthält, hier nur von einer geringen Beimischung

von diesem Material die Rede ist, und die beiden Lehme, worin man große Mengen nördliches Material erwarten würde, gerade südliches Material, nämlich Buntsandsteinminerale enthalten. Der hohe Zirkongehalt weist aber auf die Möglichkeit, daß Löß beigemischt ist (vgl. die Lößanalysen von EDELMAN in Lit. 5).

Im Anschluß an diese Ausführungen wollen wir nun ein paar kurze Mitteilungen machen anläßlich einer Anzahl rezenter Bodenproben, die der Weser entnommen wurden und zwar der Weser zwischen Bremen und Bremerhaven, sowie weiter stromab der Fahrinne dieses Flusses zwischen Bremerhaven und einem Punkt ± 5 km südöstlich des Feuerschiffes Bremen. Die betreffenden Proben wurden uns durch Vermittlung der Wasserbaudirektion Bremen zugeschickt; die Ergebnisse der diesbezüglichen Untersuchung wurden kürzlich vom erstgenannten Ver-

fasser dieser Abhandlung (Lit. 3) im Zusammenhang mit der Sedimentation im Wattenmeer veröffentlicht. Es muß hier von diesen Sanden, von denen die Anzahl der untersuchten Proben inzwischen vergrößert worden ist, noch einmal die Rede sein, diesmal zum Vergleich mit dem obigen Bilde der Sedimentpetrologie des Mittel- und Oberlaufes der Weser.

Wie aus der Tabelle no 4 hervorgeht, wird seewärts von Bremerhaven kein Wesersand mehr verfrachtet; wir finden dort reinen Seesand, der das Bild der A-Assoziation zeigt. Die Strecke Bremerhaven-Bremen paßt aber nicht in dieses Bild. Der wichtigste Unterschied den Ablagerungen aus dem Mittel- und Oberlauf gegenüber, ist das regelmäßige Vorkommen von Topas. Auch sehen wir einen viel größeren Gehalt an Granat als wir bis jetzt gefunden haben, der hier aber zusammen mit unverhältnismäßig kleinen Mengen Epidot und grüner Hornblende vorkommt. Außerdem ist dieser Granat grobkörnig und oft weinrot-orangefarbig. Offenbar ist die Kombination Granat-Epidot-

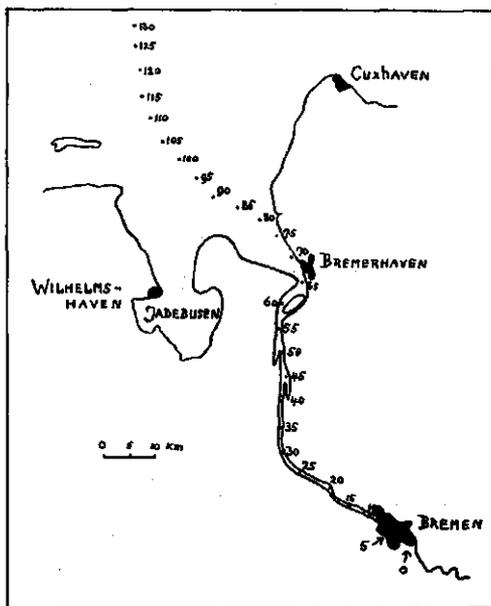


Fig. 3

grüne Hornblende also nicht dieselbe wie die der A-Provinz. Als dritte Merkwürdigkeit sehen wir die Anwesenheit beträchtlicher Mengen metamorpher Mineralien. Schließlich stellen wir ein geringes aber konstantes Vorkommen von Saussurit fest. Das ursprünglich basal-

TABELLE 4.

Entnahmestellen der Bodenproben in der Weser (vgl. Fig. 3)	Opak	Durchsichtige Mineralien in gegenseitigem prozentischem Verhältnis													
		Turmalin	Zirkon	Granat	Rutil	Staurolith	Disthen	Andalusit	Sillimanit	Epidot	Saussurit	Grüne Hornblende	Basaltische Hornblende	Augit	Hypersthen
Km 0	20	1	44	1	5	6	1		8	3	5	2	14	2	8
5	22	4	1 43	1	2	3	2 1		8	1	8	5	15		5
10	23	3	2 37	2	5	3			13	2	10	2	17	1	3
15	18	3	1 38	2	7	3	1		11	3	7	5	16	1	2
20	21	3	1 36		7	4			13	6	10	2	14	2	1
25	24	5	1 31	1	6	5	1		9	6	5	3	14	2	2
30	19	6	32	1	2	4	2		14	6	10	5	15	2	5
35	22	6	2 32	1	11	3	1		10	6	8	7	11	1	2
40	22	7	2 34	2	11	2	1		12	7	4	4	13		
45	23	9	3 30	1	10	4	2		6	6	7	3	16	2	1
50	20	4	1 35	5	7	4	1 1		10	6	2	6	8	3	5
55	20	4	1 34	1	6	1	3		14	6	6	6	12	1	6
60	22	8	37	1	5	3	4		13	5	6	3	14		2
65	24	8	8 34	3	5	3	1		21	4	7	4	1		1
70	25	4	10 38	4	6	3	1 1		15	5	6	5			2
75	30	2	15 32		6	3			27	1	9	2			3
80	34	4	9 25	2	3				35	1	18	1	1		1
85	32	3	15 35	1	2	2			26	1	13	1	1		
90	33	7	12 35	2	4		1		23	1	13	1			1
95	28	6	13 36	1	3	1	1 1		26		12				
100	25	4	9 37	1	3	1	1 2		31	1	11			2	1
105	26	2	12 32	2	4	3	1 1		30		13				
110	29	8	10 28	3	3	7	2		27		9	1			1
115	33	4	8 34	4	5	8	2 1		17	1	14		2		
120	18	5	7 25	3	2	6			38		11	1		1	
125	22	6	12 28	3	3	4	2		21	1	18			1	1
130	19	2	11 30		4	1			34		16		1	1	

tische Wesermaterial ist nur in der Form von Augit und basaltischer Hornblende anwesend.

Wir sehen also, daß derartige Mineralkombinationen, wie sie zwischen Bremen und Bremerhaven vorkommen, unmöglich von Material, wie es im Fluß oberhalb Bremen vorkommt, herrühren können, sondern daß wir hier Erosion älterer Terrassen der östlich der Weser liegenden Flußsysteme berücksichtigen müssen. Hat es sich doch aus

TABELLE 5.

Entnahmestellen der Bodenproben in der Elbe (vgl. Fig. 4)	Durchsichtige Mineralien in gegenseitigem prozentischem Verhältnis																	
	Opak	Turmalin	Zirkon	Granat	Rutil	Titanit	Staurolith	Disthen	Andalusit	Sillimanit	Epidot	Sausrutit	Grüne Hornblende	Basaltische Hornblende	Augit	Hypersthen	Spinel	Topas
Km120,8	13		1	24			1	5			1	6	1	59			2	
125	15	1	12		2		3	3			2	1	9	2	61		3	
130	17	1	1	28					4			7	4	52			3	
135	15	1	12				2	1	4		2	7	3	65			3	
145	15	3	7				2	4	4	4		3	18	4	45		4	
150	9	2	4		1		2	1	1	4	2	9	9	61			4	
155	13	4	14				2	1	2	3	1	4	7	4	50		7	
160	19	3	1	3	1		2	2	6		11	17		54			1	
165	10	3	12				1	1	3		1	2	9	4	62		2	
170	18	1	1	29			2	2	4		2	3	2	53			1	
172,9	15	1	22		1	1	3	2	1	2	1	2	11	3	43	1	6	
175	14	4	6		1		3	2	2		3	10	2	62			5	
180	10	2	13				3	2	3		1	4	5	63	1		3	
185	15	4	16				6	1	3		1	3	8	56			2	
190	9	1	12				2	2	6		1	8	8	58			2	
195	5	3	1	7			3	2	4		2	7	9	4	55		3	
200	17	3	3		1		2	4	21		1	11	15	2	34		3	
205	7	5	13				1	1	1	9	10	14	1	42			3	
210	12	5	1	24	1		1	2	2		3	5	13	1	39		3	
215	5	4	14		1		2	1	2		1	3	8	1	57		6	
220	5	4	6				2		9		2	3		70			4	
225	22	2	16				3	2	1	15	3	1	12	4	37	1	3	
230	4	2	4				1		8		1	1	4	5	70		4	
235	8		21				1	2	2	4		9	3	52	1		5	
240	8	5	13				1	4	10		6	12	4	40			5	
245	4	1	1	14			1	2	5		1	7	9	3	50		6	
250	18	4	10				2	1	1	5	1	7	17	6	45		1	
255	4	2	8		1		4	4	4		8	6	3	55			5	
260	15	5	3	8	1		5	4	3	6	3	14	4	38			6	
265	8	6	16				4	1	4	4	1	7	8	2	45		2	
270	9	4	13				3	1	3		2	3	4	65			2	
275	14	3	26				3	4	4	9	2	3	4	3	36		3	
280	12	3	22				2	1	3	7	3	3	1	52			3	
285	5	4	12				5	3	4	5	1	3	7	5	48		3	
290	5	4	16		1		5	4	2	2	1	6	11	6	34		8	
295	6		10				2	2	2		2	9	14	1	55		2	
300	20	1	34		1		5		3		2	6	8	2	35		3	
305	3	6	11		1		3	1	4		1	7	13	2	46		5	
310	5	5	12				4	3	3		1	12	10	3	39		8	
315	6	3	12				1	1	2	4	2	7	12	3	48		5	
320	14	4	6				4	2	1	6		5	5	2	58		6	
325	12	8	20				5	1	5		4	3	3	47			4	
330	6	3	17				4	1	3	1	3	7	4	48			9	
335	9	5	1	14	1		6	1	2	6	3	9	4	42	1		5	
340	16	5	15				2	1	7		4	16	2	39			9	
345	12	4	25		1		4	2	1	3	9	8	2	31			11	
350	12	3	2	24			1	3	3	2	4	6	7	1	37		7	
355	13	6	14				2	2	2	6	2	6	13	1	41		5	
360	6	3	13		1		6	1	2	10	3	8	4	43			6	
365	9	2	19				5	2	3	7	2	3	9	1	39		8	

TABELLE 5.

Entnahmestellen der Bodenproben in der Elbe (vgl. Fig. 4)	Durchsichtige Mineralien in gegenseitigem prozentischem Verhältnis																	
	Opak	Turmalin	Zirkon	Granat	Rutil	Titanit	Staurolith	Disthen	Andalusit	Sillimanit	Epidot	Saussurit	Grüne Hornblende	Basaltische Hornblende	Augit	Hypersthen	Spinel	Topas
Km 370	6	2	1	16			4	2	7		2	3		2	53			8
375	2	4		19			3	1	1	8	3	3	3	1	42			12
380	8	4		18			4	1	2	5	2	4	7	3	44			6
385	8	3	1	27			7	5	2		1	2	6	3	36			7
390	4	4		16	1		9		2		1	3	9		58			7
395	9	6	1	18			3	1	1		1	10	8	2	42			7
400	6	2		9			6		3	3	2	7	5	1	51	2		9
405	13	3	2	30			2		4		1	9	12		30			7
410	5	5		16			3	3	3	6	1	9	3	5	37			9
415	10	5		9		2	7	1	6	5		3	8	4	44			6
420	3	2		4			5		2	15	1	7	7	1	50			6
425	6	10		6			3		4	1		4	3	2	55	1		11
430	9	9	1	19		2	2	1	4		1	4	9	4	37			7
431,5	12	2	2	24	1		1		2	1	4	4	14	4	28	2		11
435	4	12		10			4		5	7	2	6	5	1	40			8
440	6	7		13	1		5	2	2	4	2	6	3	2	43			10
445	4	11		7		1	1	1	2	2	3	3	8	2	45			14
450	10	2		11			8	1	2	2	3	4	2	4	50			11
455	29	5	3	34	1		4	1		6	3	1	11	2	23		1	5
460	21	4	2	21	1		1	1	1	2	6	3	8	3	36			11
465	17	4	2	18			3		2	2	4	5	10	2	42	1		5
470	9	5		20			1		1	3	4	9	15	2	37			3
475	3	5		14			3		3	5	2	9	9	1	44			5
480	11	7	1	18	1		3		2	6	3	5	9	2	36			7
485	8	7		11			3	1	4	3	2	6	15	1	42			5
490	7	10		15			1		2	4	2	7	10	4	40			5
495	6	4	1	11			2		3	7	4	14	7	4	37			6
500	6	3		25			4		1	2	4	9	3	2	40			6
502	16	3		27			4		3	1	3	10	11		30			8
507	11	4	2	25		1	5	3	2	1	2	9	16		26			4
508	13	8		18			3	4	1	4	2	5	13	4	34			4
510	14	9	1	24	3		1		3	4	9	2	14	2	23			5
515	12	5		22	1		4	1	1	3	4	7	19	3	25			5
520	7	4		24			1	1	1	4	5	8	14	4	28			4
525	12	6	3	27			4	1	1	2	2	9	8	3	29			5
530	20	3	3	28			1		5	3	4	7	7	1	28	1		9
535	8	6	1	26			5		1	8	3	6	9	2	28			5
540	15	2	2	22			5		2	7	1	9	7	3	34			5
545	10	9		21			3	1	2	4	2	8	12	1	31			6
550	8	1	1	25			5	1		4	2	8	9		36			8
555	22	5		18			3	3	1	5	8	9	13	2	27			6
560	11	9	2	18	2		5	1	2	4	2	4	16		31			4
565	14	8		16			6	1	2	6	9	10	9	1	28	1		3
570	12	2	2	35	2		3	1	4	2	9	2	12		24			2
575	20	4	2	25	1		1	2	2	2	9	16	13	1	12			9
580	20	3	5	33	1		4		3	3	1	6	18	2	15			6
585	23	4		34			3		2	3	4	7	8	1	29			5
590	15	5	1	22			3	2	3		7	13	14	1	22			7
595	26	3	10	37			5	1			3	11	11	1	14			4
600	30	6	1	43	1		2	2		1	3	8	16	3	10			4
605	14	3	1	26			7	5	2	3	6	8	12	2	20			3

vielen Untersuchungen, hauptsächlich von Geröllen, ergeben, daß Weser- und Elbematerial sehr weit westlich der jetzigen Stromgebiete dieser Flüsse gefunden wird.

Als möglicher Lieferant der Weserterrassen aus dem unteren Lauf kommt, unserer Meinung nach, an erster Stelle die Elbe in Betracht.

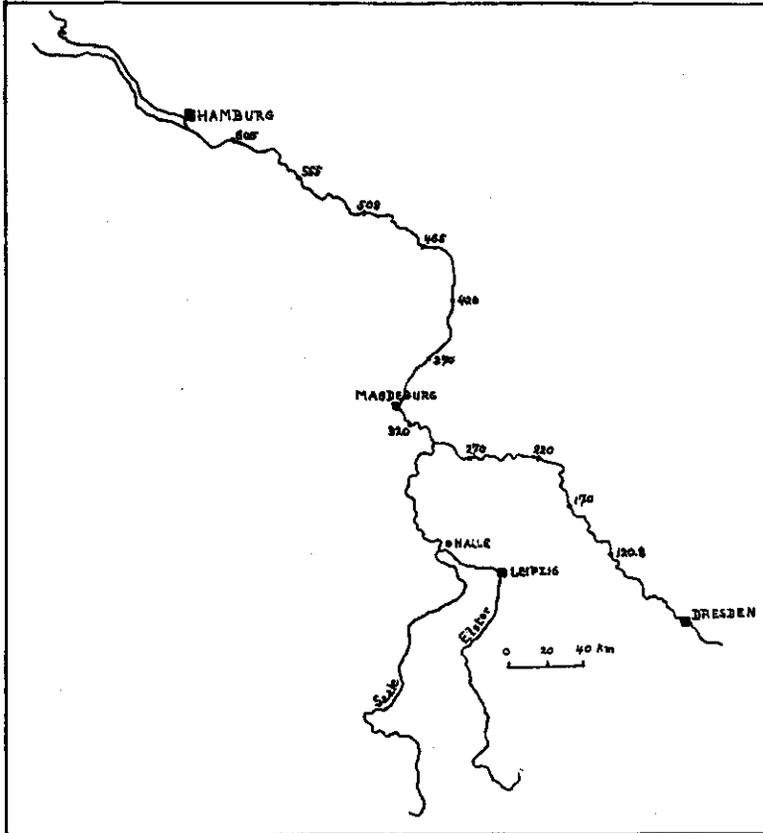


Fig. 4

Die hier gegebenen Analysen (Tab. 5) gehören zu 101 Proben, die in einer Entfernung von je 5 km aus der Mitte des Strombettes zwischen der preußisch-hamburgischen und der preußisch-sächsischen Grenze genommen wurden. Wenn wir nun die Ergebnisse der Weser- und Elbezählungen (was die Weser betrifft, nur die Strecke Bremen-Bremerhaven) vergleichen, so können wir feststellen, daß die Analysen zwar noch deutlich verschieden, aber was bestimmte Mineralien betrifft, vollständig parallel zu einander sind. So ist es z.B. ein über-

raschendes Ergebnis, daß die Topas- und die Saussuritzahlen gegenseitig ziemlich gut stimmen. Auch für grüne und braune Hornblende finden wir sowohl für die Weser wie für die Elbe ungefähr gleiche Prozentsätze. Der Topas ist ein charakteristisches Elbemineral, für dessen Herkunft erstens das Leipziger Tertiär, in dem Rostr (Lit. 8) örtlich 22% Topas fand, in Betracht kommt, sodann aber auch die Topas enthaltenden „Greisen“ des Erzgebirges. Indessen haben auch die Saale und Elster augenscheinlich einen bedeutenden Anteil an der Zufuhr des Topases, da sich stromabwärts vom Ort, wo die Saale und Elbe zusammenfließen, eine Zunahme des Topasgehalts feststellen läßt (vgl. in der Tabelle die Strecke zwischen km 330 und km 460).

Anderseits sieht man, wenn man die Analysen der beiden Flüsse vergleicht, wieder mehr oder weniger große Unterschiede, so z.B. im Epidotgehalt. Auch der Granat- und Augitgehalt weicht bei den beiden Flüssen ziemlich von einander ab, wenigstens wenn man von der Elbe den Teil stromaufwärts nimmt; in kurzer Entfernung von der preußisch-hamburgischen Grenze nähern diese Prozentsätze sich den für den Unterlauf der Weser charakteristischen Zahlen. Die merkwürdigsten Abweichungen zeigen aber die Zahlen für die metamorphen Mineralien.

Während in der Weser Staurolith und Disthen überwiegen, findet man in der Elbe hauptsächlich Staurolith und Sillimanit, weiter mehr Andalusit als in der Weser, dagegen sehr wenig Disthen. Auch ist der Sillimanit der Weser nur zum Teil zu vergleichen mit dem, der in der rezenten Elbe gefunden wird: dieser letztere gehört ohne Ausnahme zu der fibrösen Variätät, während in der Weser neben der fibrösen in fast gleichen Quantitäten die massive Art vorkommt.

Wir sehen also, daß die Zusammensetzungen der Sande der rezenten unteren Elbe und unteren Weser, obwohl sie gewisse Mineralien gemein haben, doch noch zu große Unterschiede zeigen, um sie sofort zu parallelisieren, Unterschiede, die hauptsächlich in den metamorphen Mineralien zum Ausdruck gelangen und zwar am deutlichsten in dem merkwürdigen Unterschied, den die beiden Assoziationen in Hinsicht auf das Mineral Sillimanit zeigen.

Untersuchen wir aber das ältere Elbematerial, wie wir es in der Elbemündung zwischen Cuxhaven und Stade finden und noch weiter seewärts als überschwemmte Flußtäler nördlich von Helgoland, so können wir feststellen, daß dieses ältere Material als Kennzeichen gegenüber den rezenten Elbesanden, gerade nahezu ausschließlich die massive Variätät des Sillimanits enthält, während im Material in der Nähe von Helgoland (Lit. 1) außerdem das Verhältnis der metamorphen Mineralien untereinander richtig übereinstimmt mit dem in der Weser, nämlich hauptsächlich Staurolith und Disthen und wenig Andalusit und Sillimanit.

Das Vorkommen derartiger Assoziationen, die gleichfalls durch den massiven Sillimanit charakterisiert sind, im PrÄglazial der östlichen Niederlande, führt zu der Annahme, daß die Elbe während des PrÄglazials und des Würmglazials ein Stromgebiet umfaßte, zu dem auch die östlichen Niederlande und das Gebiet in der Nähe von Helgoland gehörten und daß es diese alten Ablagerungen sind, die nun von der Weser aufgearbeitet und verfrachtet werden. Es wäre natürlich auch möglich, daß ein Zweig der Elbe, wenigstens im Jungpleistozän, über die Aller sich in die Weser entwässerte, wie dies die Karte der pleistozänen FlußtÄler in der WAHNSCHAFFE-SCHUCHTSCHEN Abhandlung (Lit. 9) stark suggeriert. Dies würde wenigstens zum Teil erklären, warum wir das Elbematerial erst im Unterlauf der Weser finden.

Unerklärt ist es dennoch, warum das Elbematerial aus der Präsaale-Zeit und Saale-Eiszeit nicht südlicher als Bremen gefunden wird. Gerade der Umstand, daß man die Elbesande so weit westlich gefunden hat (in den Niederlanden noch im jüngsten PrÄglazial von Enschede), sowie die zahlreichen Funde von Elbeegeröllmaterial durch KURTZ (Lit. 7) in der Grafschaft Bentheim, weisen darauf hin, daß die Elbe schon vor dem Anfang der Riß-Eiszeit eine viel westlichere Stromrichtung hatte als jetzt, wobei also gewiß Elbematerial im Wesergebiet zwischen der Porta und Bremen abgelagert sein muß. Weder im präglazialen Material der Proben B 1-12, noch in den jüngeren Ablagerungen zwischen Minden und Nienburg konnte es aber entdeckt werden.

Obwohl also Fragen zu lösen übrig bleiben, können wir abschließend schon vorläufig folgendes Ergebnis für das Stromgebiet der Weser schematisch darstellen:

Unterlauf	}	Fahrrinne der Weser auf dem Watt: marine Sande; A-Assoziation	
		rezente Sande Bremen-Bremerhaven: altes Elbematerial; Granat, Saussurit, Augit, braune Hornblende, metamorphe Mineralien, Topas.	
Mittellauf	}	}	Holozän } grobe Sande: vulkanisches Material; Augit, basaltische Hornblende.
			Niederterrasse } feine Sande: Buntsandsteinmaterial + event. Löß; Turmalin, Zirkon, Anatas.
		}	Präsaale- und Saale } wenig vulkanisches Material, viel nördliches Material.
			Ablagerungen }
Oberlauf	}	}	rezente Sande: vulkanisches Material; Augit, braune Hornblende.
			feine Sande: wahrscheinlich immer Buntsandsteinmaterial + event. Löß.
		}	Mittelterrasse: vulkanisches Material; haupts. basaltische Hornblende.
			Hauptterrasse: Buntsandsteinmaterial; Zirkon, Turmalin, Anatas. Pliozän: haupts. Staurolith, vielleicht anderswo auch andere metamorphe Mineralien.

LITERATUR

1. J. A. BAAK, Sedimentary Petrology of the Southern North Sea. Dissertatie Wageningen 1936.
2. R. D. CROMMELIN, Sedimentpetrologische onderzoekingen in Midden Nederland, in het bijzonder van het Jong-Pleistoceen. Sedimentpetrologische Onderzoekingen IV. Med. Landbouwhoogeschool, Deel 42, Verh. 2, 1938.
3. R. D. CROMMELIN, De herkomst van het zand van de Waddenzee. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., Deel 57, 1940.
4. C. H. EDELMAN, Die Petrologie der Sande der niederländischen Flüsse: Rijn, Lek, Waal, Merwede, Geldersche IJssel. Sedimentpetrologische Onderzoekingen I. Med. Landbouwhoogeschool, Deel 38, Verh. 3, 1934.
5. C. H. EDELMAN, Über allochtone Bestandteile einiger sogenannten Verwitterungsprofile Mittel-Deutschlands. Sedimentpetrologische Onderzoekingen III. Med. Landbouwhoogeschool, Deel 40, Verh. 1, 1936.
6. O. GRUPE, Die Flussterrassen des Wesergebietes und ihre Altersbeziehung zu den Eiszeiten. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges., Bd. 64, 1912, Heft 1/2.
7. E. KURTZ, Die Weser im Vereisungsgebiet der ersten und zweiten Eiszeit. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges., Bd. 79, 1927.
8. M. ROST, Zur Paläogeographie des Leipziger Tertiärs. Einleitende Studien über seinen Aufbau nach Schwermineralbestandstypen nebst prinzipiellen Bemerkungen zur Schwermineralanalyse. Jahrb. Hall. Verb. Erf. mitteld. Bodensch. u.i. Verw. 12, 1933.
9. F. WAHNSCHAFFE, F. SCHUCHT, Geologie und Oberflächengestaltung des Norddeutschen Flachlandes. Stuttgart, 1921.