

Zur Kenntnis und Deutung von Schottern im Einzugsgebiet der obersten Donau (Mittelschwarzwald und Baarhochmulde)

von

Günther Reichelt, Donaueschingen

Zusammenfassung

Quartäre Lockermassen der Ostabdachung des Mittleren Schwarzwalds und in der Baar-Hochmulde werden auf ihre Genese und ihre Altersstellung untersucht. Die Beurteilung erfolgt möglichst durch quantitative Bestimmung der Korngrößenverteilung, der Einregelung der längsten Schotterachsen, des Rundungsgrades, der petrographischen Zusammensetzung und des Verwitterungsgrades. Dabei wird auch Einwänden Rechnung getragen, die gegen die Annahme einer bis in Teile der Baarhochmulde reichenden mittelpleistozänen Vergletscherung des Mittleren Schwarzwaldes erhoben wurden. Diesbezüglich wird jedoch kein Anlass zu einer Revision gesehen. Die neuen Befunde stützen und ergänzen auch die Auffassung, die Riedbaar habe nach dem Rückzug risszeitlicher Gletscher keine Akkumulation würmkaltzeitlicher Schotter mehr erfahren. Es scheint sich weiter zu erhärten, dass Präriß-Gletscher (vermutlich im Mindelglazial) etwas umfangreicher waren als im Rissglazial. Aus der letzten Kaltzeit sind an der danubischen Flanke des Mittleren Schwarzwalds nur lokal Spuren kleiner Kargletscher und Firne zu ermitteln. Doch liegen der Ostabdachung mächtige periglaziale Schuttdecken auf, die im Würm, Spätglazial und Holozän nur geringfügig abgeräumt wurden.

Abstract

Quaternary talus deposits and sediments of the eastern central Black Forest and of the "Baar-Hochmulde" were analysed with respect to their origin and age. As often as possible, quantitative methods were used to determine grain size, grain axes, degree of round-

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. GÜNTHER REICHELT, Schulstraße 5, 78166 Donaueschingen

ness, petrography and degree of weathering. Contrary arguments are inquired to the opinion that, in the Middle Pleistocene, Black Forest glaciers reached parts of the "Baar-Hochmulde"; however they are insufficient. The Praerissian glaciation was probably more extensive than the Riss glaciation. New data support the view that, after the retreat of the Rissian glaciers, no Würmian gravel deposits were accumulated in the "Riedbaar". The eastern parts of the central Black Forest show only local traces of small cirque glaciers and névés from the Würm glaciation. However, periglacial sediments and soils are very common and they have been only weakly denuded during, and since the Würmian glaciation.

1. Einleitung

Bei Untersuchungen zur quartären Überformung des Mittleren Schwarzwalds im Einzugsgebiet der Donau und seines Vorlandes, der Baarhochmulde, waren Lockermassen nach Herkunft, Alter und Transportart möglichst eindeutig zu klären. Dabei sollte dem Bedürfnis Rechnung getragen werden, Deutungen weitgehend aus quantitativen Daten möglichst vieler verschiedener Kriterien abzuleiten, um die Ermessensfreiheit des Beobachters möglichst gering zu halten oder wenigstens transparent zu machen. Deutungen gewinnen bekanntlich eine um so größere Unabhängigkeit von subjektiven Interpretationen, je eindeutiger die mit verschiedenen Methoden erzielten Ergebnisse sind. Deren Sicherheit hängt indessen ab von der Zuverlässigkeit der Methoden. Zum unbestrittenen Fundament stratigraphischer Befunde gesellt sich inzwischen ein beachtliches Bündel einfacher Feldmethoden sowie aufwendiger Laboruntersuchungen unterschiedlicher Anwendungsreife, wie z.B. BREMER (1989) und SCHREINER (1992) darlegen. Das gilt auch für Lockermassen des Schwarzwalds. Die Methoden müssen allerdings zunächst an eindeutigen und/oder nach Alter und Genese anerkannten Ablagerungen "geeicht" werden, ehe sie auf neue, nicht eindeutige oder umstrittene Befunde angewendet werden können.

Die Lage des Untersuchungsgebietes und der untersuchten Ablagerungen vermittelt Abb.1; die zugehörigen Rechts- und Hochwerte werden im Tab. 1 aufgelistet. Da sich das Untersuchungsgebiet mit demjenigen früherer Untersuchungen überschneidet, bot sich auch die Gelegenheit, eine Kritik von SCHREINER (1996) zu würdigen, die er einer früheren Studie über die Entwicklung der Riedbaar (REICHELT 1994) widmete.

2. Die Korngrößenverteilung als Indiz

2.1 Fragestellung und Methode

Kaltfluviale Ablagerungen sind durchschnittlich grobkörniger und schlechter sortiert als warmfluviale. Hierzu legten SCHREIBER & HERPIN (1992) quantitative Daten vor. Dadurch angeregt, erhob sich die Frage, ob sich aus Korngrößenanalysen auch mittelbar Hinweise auf die Transportart ergeben könnten. Ausgangspunkt war die Beobachtung, dass in vielen Schottern des Untersuchungsgebietes zahlreiche große Gerölle und Blöcke vorkommen, deren fluvialer Transport angesichts sehr geringen Oberflächengefälles zweifelhaft erschien.

Zur Kenntnis und Deutung von Schottern im Einzugsgebiet der obersten Donau

Tab.1 Liste der Entnahmestellen im Untersuchungsgebiet, nach Aufnahmeummern geordnet, Rechts- und Hochwerte der TOK 1:25 000: Furtwangen 7915, Villingen 7916, Neustadt 8015, Donaueschingen 8016, Geisingen 8017, Tuttlingen 8018:

Nr.	Ort bzw. Gewann	Höhe m NN	Rechtswert	Hochwert	TOK-Nr.
09	Donaueschingen/Pegel	676	62.050	13.250	8016
10	Pföhren/Entenburg	672	66.475	11.175	8017
11	Donaueschingen/Brigach	679	62.000	12.275	8016
12	Hüfingen/Seemühle	687	60.300	09.525	8016
13	Bruggen/Bregbrücke	699	58.330	12.520	8016
14	Wolterdingen/Breg	715	56.420	15.175	8016
15	Zindelstein/Breg	735	52.740	17.000	8016
16	Hammereisenbach/Breg	738	51.800	17.090	8016
17	Vöhrenbach/ob.Linach	770	49.200	20.300	7915
18	Schollach/Laulishof	945	43.050	16.110	8015
19	Rohrbach	840	44.475	24.600	7915
21	Neukirch/Wolfloch	936	39.750	20.050	7915
25	U'Schollach/Felsental	875	47.300	15.575	8015
26	Hammereisenbach/Bhf.	750	49.975	17.125	8015
031	Schollach/Treibenmatt	945	44.400	16.125	8015
31	H'Schollach/Laulishof	945	43.135	16.200	8015
032	Gutmadingen/Donau	667	70.050	09.025	8017
32	Schollach/Treibenhof	990	43.790	15.315	8015
033	Gutmadingen/Brücke	665	71.300	08.550	8017
33	Eisenbach/Hellewandkar	1055	43.175	14.000	8015
034	Möhringen/Gänsacker	651	83.750	13.375	8018
34	Furtwangen/Sägemannshof	950	41.725	26.550	7915
035	Möhringen/Nägelesee	647	83.875	14.500	8018
35	Neukirch/Wolfloch	940	40.025	19.850	7915
036	Wuhrholz/Pföhren	673	65.400	10.500	8017
36	Furtwangen/Josenbach	970	38.450	26.900	7915
037	Hüfingen/Kofenweiher	683	62.475	10.100	8017
51	Bruggen/Ortsrand	705	58.075	12.650	8016
52	Donaueschingen/Staig	715	62.200	11.850	8016
53	Donaueschingen/Staig	725	62.275	11.750	8016
54	Bruggen/J.Oschweg	706	58.000	12.780	8016
55	Hüfingen/Stettenbuck	697	60.725	10.380	8016
56	Hüfingen/Schleewiesen	692	62.125	08.280	8016
57	Hüfingen/Böss Häring	695	62.975	09.600	8017
58	Pföhren/Stonzfeld	685	66.125	09.575	8017
59	Pföhren/Teilbuck	682	68.525	09.800	8017
60	Donaueschingen/Leim	695	61.835	13.625	8016
61	Hüfingen/Binzen	680	63.675	10.175	8017
62	Pföhren/ am Wuhrholz	673	65.100	10.515	8017
63	Pföhren/ am Wuhrholz	675	65.175	10.500	8017
64	D'schingen/Riedmulde	676	64.825	11.825	8017
65	Pföhren/Grenzgraben	675	64.935	11.925	8017
113	Furtwangen/Alte Eck	1060	38.375	25.375	7915
121	Schollach/Treibenhang	961	44.100	15.825	8015
122	Schollach/Josenhof	910	46.275	15.690	8015
132	Hammereisenbach/I	750	50.000	17.775	8015
134	Hammereisenbach/II	780	49.925	17.725	8015
136	Oberbränd/Ort	990	47.025	12.550	8015
141	Furtwangen/Ort	870	41.400	23.110	7915

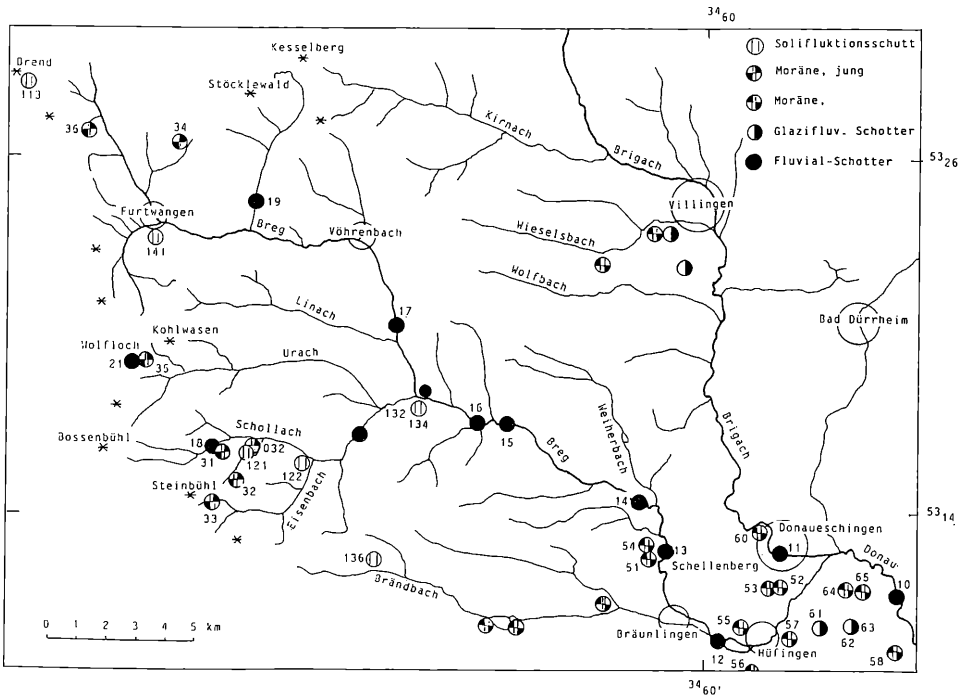


Abb.1: Lage der untersuchten Lockermassen im Untersuchungsgebiet. Rechts- und Hoch-Werte s. Tab.1.

Da bei meinen Analysen seit 1955 in vielen Fällen die Korngrößenklassen 2-5 cm, 6-10 cm, 11-15 cm, 16-20 cm und >20 cm erfasst wurden, konnten für den grobklastischen Bereich auch frühere Schotteranalysen in die Auswertung einbezogen werden.

Eine durch Siebung und Wägung der Fraktionen zu analysierende Probe sollte SCHREIBER & HERPIN (1989:44) zufolge auf mindestens 20 kg Material basieren. Für eine Feldmethode wäre das ziemlich unhandlich. Charakteristische Verteilungen müssten sich auch bei der Auszählung von direkt nebeneinanderliegenden Steinen einer Probefläche ergeben. In der Regel wurden 50-200 (für diese Studie 100) Steine ausgezählt, das sind 6-12 kg Material; der Anteil der Fraktionen wurde in Prozent der Gesamtstückzahl errechnet.

2.2 Ergebnisse

Als Referenz wurden rezente, während des letzten Hochwassers vom Januar 1995 entstandene bzw. umgelagerte Kiesbänke und Schotter in den Flussbetten von Donau, Breg, Schollach und Brigach erfasst. Ergänzend und zum Vergleich wurden auch Schotter angeschnittener Talsohlen der Breg oder ihrer Hänge sowie Kiesgruben des Donaueschinger Rieds analysiert. Das Ergebnis zeigt Tab.2.

Tab.2 Korngrößenverteilung bei Schottern in Abhängigkeit vom Gefälle

Aufn Nr.	Entnahmeort	Herkunft	Höhe m NN	Gefälle in ‰	Korngrößenverteilung in %				
					2-5	>5-10	>10-15	>15-20	>20
18	Schollach	Bachbett	945	22	37	23	27	12	1
17	Vöhrenbach	Bregbett	770	6,8	38	35	18	5	4
16	H'eisenbach	Bregbett	738	3,8	40	31	15	11	3
14	Wolterdingen	Bregbett	715	3,5	71	24	5	0	0
13	Bruggen	Bregbett	699	3,3	79	20	1	0	0
037	Hüfingen	Bregbett	683	2,7	80	18	2	0	0
12	Hüfingen	Bregbett	687	2,5	60	28	12	0	0
10	Pfohren	Donaubett	672	1,4	57	39	4	0	0
032	Gutmadingen	Donaubett	667	1,0	79	21	0	0	0
11	D'eschingen	Brigach	679	0,5	81	19	0	0	0
31	Schollach	Wall	940	31	38	51	8	3	+
15	Zindelstein	Talfüllung	735	4,7	60	30	6	4	+
51	Bruggen	Wall	705	3,3	40	35	13	5	7
61	Hüfingen	Kiesgrube	679	2,9	66	29	4	1	+
035	Möhringen	Talsole	547	2,0	95	5	0	0	0
062	Pfohren/Wuhr	Kiesgrube	673	1,5	33	44	12	8	3
036	Pfohren/Wuhr	Kiesgrube	673	1,5	60	32	7	1	+
033	Gutmadingen	Talsole	665	0,9	73	23	4	0	0

2.3 Diskussion

Die Korngrößenverteilung verändert sich erwartungsgemäß mit abnehmenden Gefälle durch abnehmende Häufigkeit größerer Steine. Da die Schleppkraft nicht nur von der Wassermenge sondern vornehmlich von deren Geschwindigkeit abhängig ist, wie HJULSTRÖM (1935) experimentell ermittelte, werden Gerölle mit 5 cm Durchmesser erst ab einer Grenzgeschwindigkeit von rund 2 m/s transportiert. Die Fließgeschwindigkeit der untersuchten Gewässer bei Mittelwasser liegt selbst bei einem Gefälle von 4‰ noch unter diesem Wert, daher kann der Transport der Fraktionen >5 cm nur bei Hochwasserereignissen erfolgt sein.

Während solcher Ereignisse werden in den untersuchten Gewässern aber Steine von 15 bis >20 cm Länge noch bei einem Gefälle von 3,8‰ transportiert, während darunter nur noch solche bis zu 15 cm und ab etwa 1‰ sogar nur Gerölle von <10 cm Länge in Bewegung geraten. Wohl liegen in den Flussbetten auch größere Steine, die allerdings nur einen Anteil von weit unter 1% erreichen. Sie entstammen dem Liegenden der holozän transportierten Schotter, also kaltzeitlichen fluvialen, glazifluvialen oder glazigenen Talfüllungen sowie von den Hängen abgerutschtem kaltzeitlichen Hangschutt (GRAUL 1983:57, SCHREIBER & HERPIN 1992:47).



Abb.2: Schotter der Breg-Talsole bei Zindelstein (Nr. 15). Schüttrichtung von rechts (W), dachziegelige Lagerung. Maßstabteilung 5 cm.

Die Proben von der Schollach sind in diesem Sinne zu interpretieren. Der Bach fließt durch eine bis zum letzten Spätglazial aufgeschotterte, von größeren Blöcken durchsetzte, vordem eisüberformte breite Talsole. Dank des großen Gefälles werden die glazigenen Geschiebe bei Probe 18 nunmehr fluvial bis zu einer Größe von >20 cm Länge bewegt. Demgegenüber entstammt Probe 31 einem der Talsole aufgesetzten Wall (Abb. 3). Zwar ist der Anteil großer Geschiebe (zufällig) kleiner als bei Nr. 18; aber trotz ungleichmäßiger Sortierung liegt das absolute Maximum des Korngrößenspektrums gegenüber den fluvialen rezent-warmzeitlichen Schottern in der nächsthöheren Korngrößeklasse.

Im unteren Teil von Tab.2 sind nichtrezente Schotter aufgelistet, die mit den Verteilungen rezenter Schotter verglichen werden sollen. Dabei fügt sich die Korngrößenverteilung in der Talsole der Breg bei Zindelstein (Nr. 15, Abb.2) in diejenigen der warmzeitlich-holozänen Schotter gut ein. Tatsächlich sind die Kiese nur von einer etwa 0,5 m mächtigen Decke von Auelehmen und Sanden überlagert, die spätestens seit dem Mittelalter entstanden ist. Das gilt analog für die Schotter aus der Talsole der Donau bei Gutmadingen (Nr. 033) und für die Aueschotter der Kiesgruben (Nägelesee, Nr. 035) bei Möhringen.

Die übrigen Proben stammen zwar auch aus Strecken mit einem Oberflächengefälle von 1-3,5‰, weichen aber deutlich von der Korngrößenverteilung rezenter und subrezenter Schotter ab. Eine statistische Abschätzung mag erweisen, ob diese Abweichungen signifikant sind. Dazu werden die Gerölle >10 cm Länge betrachtet und ein Vertrauensniveau von 0,9 gesetzt. Theoretisch wäre zwar eine Abnahme höherer Korngrößen mit abnehmendem



Abb.3: Kleiner Moränenwall (Nr. 31) über der Schollach (Nr. 18) beim Laulishof (940 m NN).

Gefälle zu erwarten; laut Tab.2 erscheint es aber empirisch vertretbar, den Mittelwert ($M = 3,5$) und die Standardabweichung ($s = 3,9$) als Referenzwerte anzusehen.

Unter diesen Voraussetzungen weichen die Proben von Bruggen (Nr. 51) und der Kiesgrube Pföhren (Nr. 62 u. 036) signifikant von den Referenzwerten ab. Werden nur die Steine mit >15 cm Länge berücksichtigt, so sind alle Proben mit $>0\%$ Anteil, also auch die Kiesgrube Binzen bei Hüfingen (Nr.61) auffällig. Das heißt, dass sie vom Verhalten warmzeitlicher Schotter signifikant abweichen und folglich unter kaltzeitlichen Transportbedingungen sedimentiert wurden. Das möge für die genannten Fälle etwas eingehender diskutiert werden.

Talrand Bruggen (Nr. 51): Die Schotter liegen entweder an der Basis eines dichten, graublauen Tones von 1-2 m Mächtigkeit oder reichen taschenartig in die hangenden Tone hinein (Abb. 4). Auffallend sind die 0,5-1 m großen kantengerundeten bis gerundeten Blöcke aus Buntsandstein. Schon SCHALCH (1904:26 f) beschrieb sie aus dem Raum Wolterdingen als "Geschiebeanhäufungen und Diluviallehm". Ihre kaltzeitliche Entstehung dürfte keinem Zweifel unterliegen. Sie weichen aber auch von fluvialen Schottern der Breg in mehreren Merkmalen ab. Nicht nur, dass sie einem von mehreren sehr flachen östlich streichenden Rücken einlagern. Vielmehr entspricht auch der Rundungsgrad (s. Tab. 4) nicht den nur 250 m entfernten Bregschottern (Nr. 13) sondern eher dem Spektrum von Moränen, worauf noch zurückzukommen ist.



Abb.4: Baugrube S Bruggen (Nr. 51). Vorwiegend kantengerundete Steine und Blöcke von bis zu 1 m Länge unter und in 1-2 m mächtigem Ton. Maßstabteilung 5cm.

Kiesgrube Pfohren (Nr. 62, 036): Die Abweichung von holozänen Schottern wird in beiden Proben nicht nur durch die Korngrößenverteilung und das zu grobe Korn angezeigt. So liegen die Kiese unter holozänen feinklastischen Hochflutlehm von 0,7-1,5 m Mächtigkeit und sind von unbeständigen Horizonten oder Linsen aus Ton und Sanden durchsetzt. Blöcke von über 30 (-40) cm Länge sind nicht selten, obwohl bei rezentem fluvialen Transport und dem gegebenen Gefälle von <1-3 ‰ höchstens Gerölle bis 15 cm Länge vorkommen. Die obersten Kieslagen zeigen in mehreren Aufschlüssen kryoturbate Sortierung (Abb.6). Daraus folgt, dass die liegenden Kiese jedenfalls spätestens vor Ende Würm abgesetzt wurden und spätere Hochwasserereignisse eher akkumulierend als erodierend wirksam waren. Tone einerseits, schlechte Sortierung feiner und grober Geröll- und Sandlagen sowie Schrägschichtungen andererseits bezeugen stark wechselnde Sedimentationsbedingungen auf kleinstem Raum, wie sie unter warmzeitlichen Bedingungen und hier nicht gegeben sind.

Kiesgrube Hüfingen/Binzen, Nr. 61): Auch hier liegen kaltzeitliche, von nacheiszeitlichen Lehmen bedeckte Schotter vor. SCHREINER (1996:26) gibt von der gleichen Baggerwand (inzwischen 100 m weiter westlich, "im Gries" angelangt) "Gerölle bis 25 cm groß" an; Verf. maß dort Buntsandsteine sogar von 33 cm größter Länge. Mehrfach treten Schrägschichtungen auf (Abb. 5), wie sie in diesem Ausmaß für glazifluviale Kiese und Sande typisch sind, was zusammen mit anderen Kriterien den Verdacht auf präwürmische Ablagerungen lenkt (REICHELT 1994:148). Doch hält SCHREINER (1996:27) die oberen Kiesschichtungen



Abb.5: Kiesgrube bei Hüfingen "Binzen/Gries" (Nr. 61). Schüttrichtung von rechts (W). Maßstabteilung 10 cm.

ten für holozän und verweist auf SCHALCH, der bei Hüfingen sogar abgerollte Ziegel gefunden habe. Tatsächlich gibt SCHALCH (1904:29) solche an, allerdings vom Bregtal oberhalb des Donaueschinger Rieds nördlich der Straße Bräunlingen-Hüfingen. Wohl bezeichnete SCHALCH die hangenden Sedimente als "jüngste Alluvionen". Das betrifft im Ried jedoch im wesentlichen Auelehme über Sanden und spricht einerseits nicht gegen die kaltzeitliche Sedimentation der Kiese, wie andererseits örtlich begrenzte holozäne Umlagerungen von Kiesen durchaus vorkommen können. Im Gegensatz zur Annahme SCHREINERS (1996:28) erreichen jedoch Hochfluten seit prähistorischer Zeit die auf dem alten Breg-Schotterkegel liegenden Baggergruben Binzen und Pföhren/Wuhrholz nicht mehr (Abb. 6). Im direkt angrenzenden Wuhrholz konnte sich sogar ein Hochmoor entwickeln (GÖTTLICH 1978:24 f), das sich pollenanalytisch bis zur Tannenzeit verfolgen ließ (REICHELT 1968:64, 66). Ferner meldet SCHREINER (1996:28), dass den Schottern im benachbarten "Gries" Buntsandsteinkonglomerate fehlten, was wohl als Argument gegen die Annahme eines präwürmischen Alters der Schotter gedacht ist. Aber SCHALCH (1909:64) und der Verf. (s. Tab. 5) fanden auch in den hangenden Kieslagen des Rieds neben kristallinen Geschieben "weniger zahlreiche Buntsandsteine und dessen Konglomeraten entnommene Quarzgerölle". SCHALCH (1909:59) deckte sogar bei "Binzen" unter 3 m Lehm - und somit in gleicher Höhe wie die Baggerwände im wenige hundert m entfernten "Gries" - "eine vorwiegend aus Bunt-

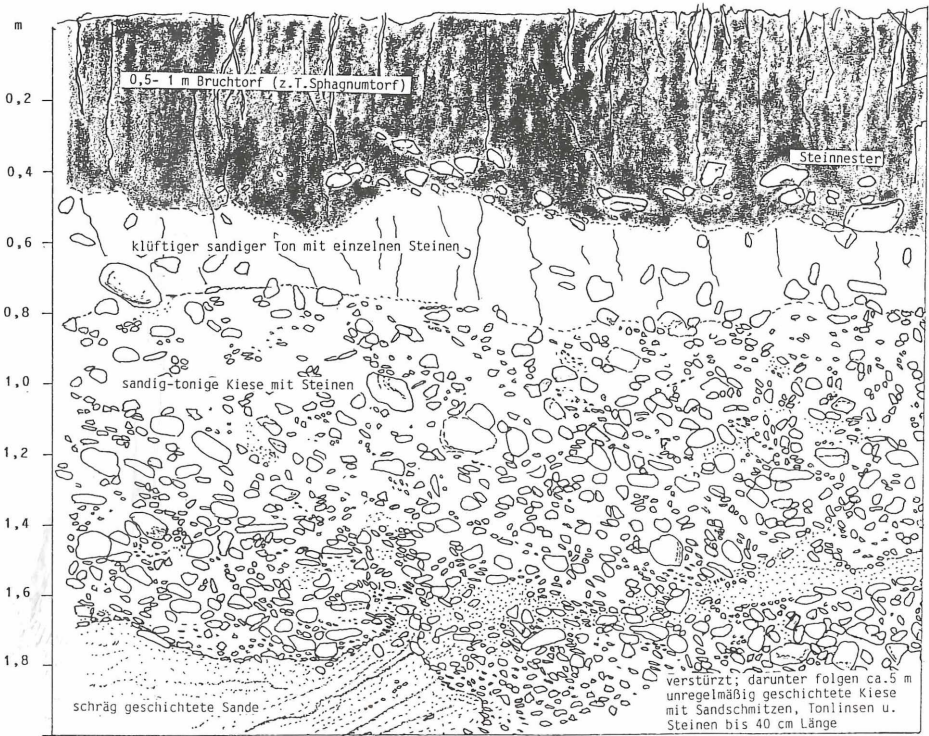


Abb.6: Aufschluss der Kiesgrube Pfohren/Wuhrholz (Nr. 63) nach Fotos gezeichnet. Blick gegen generelle Schüttrichtung (W). Die Steine an der Basis des Torfs bilden kryptorbat erzeugte Muster. In und unter Kiesen Sandschmitzen, Tonlinsen und Deltasande.

sandstein bestehende Geröllbildung" auf, an deren Zusammensetzung bei auffallend zurücktretendem Grundgebirgsmaterial "weiße und verschiedenfarbige Quarze beträchtlichen Anteil haben". Er stellte sie als "Diluvialkiese und Diluviallehm" mit den Ablagerungen der Riedumrandung gleich.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Erfassung der Korngrößen lohnend erscheint und ziemlich sicher die Unterscheidung warmzeitlicher von kaltzeitlichen Schottern erlaubt. Bei Auszählung einer größeren Summe und evtl. einer noch feineren Aufteilung der Klassen könnte die Trennschärfe wahrscheinlich erhöht werden. Ferner ergeben sich aus der Korngrößenverteilung mittelbare Hinweise, im Kontext mit weiteren Parametern auch direkte Anhaltspunkte zur Transportart.

3. Einregelung der Schotterachsen

3.1 Methode und Ergebnisse

Die Lagerung von Schottern und besonders die Einregelung der längsten Schotterachsen liefert wichtige und direkte Indizien für die Transportart. Sie wurde nach bereits früher definierter Methode ermittelt (FEZER et al. 1961). Dabei wird die Richtung der längsten Schotterachsen bei direkt nebeneinander liegenden Steinen mit einem Hauptachsenverhältnis von wenigstens 2:1 bestimmt und mit dem Kompass eingemessen bzw. nach direkt erkennbarer Transportrichtung vereinfacht als "längs", "quer" (bis zu einer Abweichung von 23°) oder "anders" angegeben.

Die Ergebnisse sind in Tab.3 zusammengefasst. Anhand anderer Kriterien sicher identifizierte Ablagerungen wurden den zu klärenden vorangestellt. Daraus geht hervor, dass fluviale Schotter trotz verschiedener Strömungs- und Gefällebedingungen bemerkenswert konstante Einregelungsmuster aufweisen: Die längsten Achsen liegen im Mittel zu 56,4%

Tab.3 Einregelung der längsten Schotterachsen, bezogen auf Fluss- oder Schüttrichtung, Fallen der Schichtung oder Hangexposition, Anteile in %

Aufn. Nr.	Entnahmeort	Transportart	Einregelung		
			quer	längs	anders
19	Rohrbach	fluvial	59	39	2
18	Schollach	fluvial	68	26	6
17	Breg obh.Linach	fluvial	56	35	9
16	H'eisenbach/Breg	fluvial	53	39	8
15	Zindelstein/Talsohle	fluvial	54	36	10
14	Wolterdingen/Breg	fluvial	54	30	16
13	Bruggen/Breg	fluvial	57	28	15
12	Hüfingen/Breg	fluvial	54	34	12
11	D'eschingen/Brigach	fluvial	56	32	12
10	Pfohren/Donau	fluvial	56	36	8
122	Schollach/Josenhof	solifluidal	13	68	19
121	Treibenmatt/Hang	solifluidal	16	72	12
141	Forbental/Hang	solifluidal	7	73	20
205	Titisee/Wall	glazigen	30	45	25
31	Schollach/Wall	glazigen	40	41	19
32	Treibenmatt/Wall	glazigen	40	52	8
52a	Donaueschingen/Staig	solifluidal	13	61*	26
52b	Donaueschingen/Staig	solifluidal	24	50*	26
61	Pfohren/Wuhrholz	glazifluvial	44	46	10
62	Hüfingen/Binzen	glazifluvial	47	37	16

* Achsenrichtung NNE +/- 23°, entsprechend Hangexposition

($s = 4,5$) quer zur Flussrichtung. Auch solifluidale und glazigene Lockermassen haben durchweg unverwechselbare Verteilungsmuster der Schotterachsen, wie FEZER et al. (1961:67) schon früher zeigten. Erstere sind mit ihren Längsachsen zu durchschnittlich 67% ($s = 15$) hangabwärts gerichtet. Bei Moränen ergibt sich ein nicht signifikantes Maximum der Einstellung der längsten Achsen parallel zur Transportrichtung (38%; $s = 12$) bei grossen Anteilen quer und anders (z.B. hochgestellt) eingeregelter Geschiebe.

3.2 Diskussion

Die fluvialen, solifluidalen und glazigenen Referenzproben fügen sich den schon beschriebenen Einregelungsmustern ein. Man darf daher unsichere Ablagerungen an diesen Ergebnissen orientieren.

In den Kiesgruben Pfohren/Wuhrholz (Nr.62) und Hüfingen/Binzen (Nr.61) wechseln die Einregelungsmuster auf kleinem Raum. Dachziegelig flussab angehobene, überwiegend quer eingeregelter Steine beschränken sich auf nur über wenige m verfolgbare Lagen und wenige Dezimeter Mächtigkeit. Das Verhältnis quer/längs eingeregelter Steine ist gegenüber rein fluvialen Kiesen zugunsten längseingeregelter Stücke deutlich (auf einem Niveau von 0,95 signifikant) verschoben. Auch sind sandige Lagen oder Kiese mit Schrägschichtung zwischen 4° (bei Pfohren) und bis zu 20° (bei Hüfingen) häufig (Abb.5, 6), wobei östliche bis südöstliche Schüttrichtungen zu beobachten sind.

Die Proben vom Donaueschinger Gewann "Staig" (Nr.52 a, 52 b) entstammen verschiedenen Horizonten eines großen Aufschlusses (Abb.7) an einem 5° NNE geneigten Hang. Die Einregelung spricht für solifluidalen Transport, jedoch mit bemerkenswert hohem Anteil "anders" (= senkrecht) gestellter Längsachsen. In der Probe 52 b nähert sich das Verteilungsmuster sogar dem Morärentyp. Beide bedürfen zur eindeutigen Klärung weiterer Kriterien, wozu vor allem der Rundungsgrad zählen dürfte.

4. Der Rundungsgrad

4.1 Methode und Ergebnisse

Die Methode des Verf. (REICHELT 1955, 1961) gilt als "eingeführt" (SCHREINER 1992:136) und wird in Lehrbüchern zur Granulometrie beschrieben. Sie muss darum nicht nochmals dargelegt werden. Allerdings sollte zur Auswertung und Ausdeutung bedacht werden, dass das aussagekräftige Rundungsgradspektrum als Diagramm der 4 Rundungsklassen besser geeignet ist als die Berechnung eines "mittleren Rundungsgrades" durch Multiplikation mit Gewichtungsfaktoren von 1-4; zumal dagegen auch statistische Bedenken vorzubringen sind (z.B. LORENZ 1984:13).

Es zeigte sich, dass Flussschotter, Moränen und Solifluktionsschutt mindestens innerhalb einer Klimaprovinz und trotz ziemlich unterschiedlicher petrographischer Zusammensetzung durch ihre Rundungsgradspektren regelmäßig gut unterscheidbar sind. Kurz charakterisiert, hat Solifluktionsschutt ein absolutes Maximum im Bereich kantiger Steine, Moränen führen 40-70% kantengerundete, fluviale Schotter über 50% gerundete bis stark gerundete Stücke.

Schwieriger sind glazifluviale Sedimente zu bestimmen, weil sie zwischen Moränen und Fluvialschottern vermitteln. Ein Versuch mit Teilnehmern eines geologischen Seminars

Zur Kenntnis und Deutung von Schottern im Einzugsgebiet der obersten Donau



Abb.7: Baugrube in Donaueschingen, 715 m NN, "Auf Staig" (Nr. 52). Mehrgliedrige Solifunktionshorizonte, z.T. mit eingelagerter präissglazialer Moräne.

Tab.4 Rundungsgrad (in %) bei eindeutigen und bei klärungsbedürftigen Ablagerungen

Aufn. Nr.	Entnahmeort	Transportart	Rundungsgrad			
			kt	kg	gr	sg
122	Schollach/Josenhof	solifluidal	76	24	0	0
121	Schollach/Treibenhang	solifluidal	84	16	0	0
134	H'eisenbach/Hang II	solifluidal	92	8	0	0
113	Furtwangen/Alte Eck	solifluidal	68	32	0	0
18	Schollach/Bach	fluvial	8	45	45	2
17	Vöhrenbach/Breg	fluvial	6	31	53	10
16	H'eisenbach/Breg	fluvial	2	32	48	18
15	Zindelstein/Breg	fluvial	0	44	36	20
13	Bruggen/Breg	fluvial	1	33	54	12
14	Wolterdingen/Breg	fluvial	2	40	49	9
12	Hüfingen/Breg	fluvial	2	30	54	14
11	D'eschingen/Brigach	fluvial	1	52	33	14
10	Pföhren/Donau	fluvial	2	45	40	13
09	D'eschingen/Pegel	fluvial	16	27	39	18
032	Gutmadingen/Donau	fluvial	3	31	58	8
21	Neukirch/Wolflochbach	fluvial	2	30	54	14
36	Furtwangen/Josenbach	glazigen	22	62	16	0
35	Neukirch/Wolflochwall	glazigen	30	62	8	0
216	Jostal/Tannackerhof	glazigen	16	58	22	4
205	Titisee/Wall	glazigen	10	72	16	2
243	Haslach/Löffelschmiede	glazigen	23	55	22	0
252	Haslach/Urseemoräne	glazigen	6	56	35	3
251	Menzenschwand/Kluse	glazigen	11	54	15	0
253	Sommerau/Steinamoräne	glazigen	37	46	17	0
311	Titisee/Terrasse	glazifluvial	4	54	24	18
312	Neustadt/Terrasse	glazifluvial	3	41	45	11
320	Hochsal/Schachen	glazifluvial	2	35	53	9
300	Welschingen/Kiesgrube	glazifluvial	9	45	33	13
Danach einzustufen*						
31	H'Schollach/Wall	glazigen	8	66	24	2
32	Schollach/Treibenhof	glazigen	39	56	5	0
33	Eisenbach/Hellewandkar	glazigen	36	62	2	0
34	Furtwangen/Sägemannshof	glazigen	11	73	16	0
51	Bruggen/Ortsrand	glazigen?	3	59	31	7
54	Bruggen/Öschweg	glazigen?	5	47	38	10
52a	D'eschingen/Staig	glazigen?	14	51	32	3
52b	D'eschingen/Staig	glazigen	5	68	27	0
53	D'eschingen/Staig	glazigen?	6	56	26	12
61	Hüfingen/Binzen	fluvial?	0	34	54	12
63	Pföhren/Wuhrholz	fluvial?	0	33	48	19
62	Pföhren/Wuhrholz	glazifluvial	0	60	36	4
036	Pföhren/Wuhrholz	glazifluvial	0	46	48	6
64	D'eschingen/Riedmulde	glazigen?	4	54	35	7
65	Pföhren/Grenzgraben	glazigen	3	66	25	6

* Die Werte für die Schotter der Riedumrandung (Stettenbuck, Leim, Gierhalde/Böss Häring, Stonzfeld, Teilbuck) wurden bereits früher (REICHEL 1994:152) dargestellt. Ihr absolutes Maximum lag überall (6 Proben) in der Rundungsklasse "kantengerundet" ($M = 59,8$; $s = 6,8$), der Anteil der Klasse "kantig" bei 9-14 % ($M = 11,8$; $s = 2,1$), der Klasse "gerundet" bei $M = 21\%$ ($s = 2,6$), die Klasse "stark gerundet" schwankte zwischen 3 und 13% ($M = 7,3$; $s = 4,6$); daher wurden sie als glazigen gedeutet. Die Riedschotter (Nr.61-65) wurden hingegen vollständig aufgeführt, um die auf kleinem Raum stark wechselnden Rundungsgradspektren aufzuzeigen.

(1995) führte bei der Analyse würmzeitlicher glazifluvialer Kiese an 9 verschiedenen Stellen einer Kiesgrube bei Welschingen (Nr.300) zu folgendem Durchschnitt der Gesamtprobe: Kantig (kt) 9% ($s = 6,9$), kantengerundet (kg) 45% ($s = 12,6$), gerundet (gr) 33% ($s = 9,4$) und stark gerundet (sg) 13% ($s = 6,6$). Die großen Streuungen sind bezeichnend für die stark wechselnden Sedimentationsverhältnisse in glazifluvialen Schottern. Das zwingt zur Abwägung mit anderen Kriterien. Weitere Daten ergeben sich aus Tab.4

4.2 Diskussion

Ziemlich einfach und eindeutig sind die ohnehin durch ihre Wallform gekennzeichneten Lockermassen. Das sind die Proben vom Treibenmattbach (Nr. 32), Schollach (31), Eisenbach (33) und über dem Sägemannshof (34) NE Furtwangen. Ihre Moränennatur ist unzweifelhaft. Zum gleichen Rundungsgradtyp nur kurzstreckig transportierter Moränen gehören weitere, die an anderer Stelle (REICHELTE 1998:102 f) aufgelistet sind. Ihnen eignen keine oder nur wenige stark gerundete Geschiebe ($<10\%$) bei weit vorherrschenden kantengerundeten.

Die Proben SW Bruggen (Nr. 51a, 51b) wurden bereits als kaltzeitliche Ablagerungen vorgestellt (Abb.4). SCHALCH (1904) hat sie als sehr umfangreiche "Diluviallehme" kartiert. Der 2 m tiefe Aufschluss (705 m NN) einer Baugrube lag am unteren Rande eines (von mehreren) flachen, WE streichenden wallartigen Rückens, der durch eine sanfte Erosionskante gegen die 4-5 m tiefer liegende Bregau abgesetzt erscheint. Probe Nr. 54 wurde aus einer Baugrube am westlichen Ortsrand, ebenfalls am unteren Rand eines flachen Walles, gewonnen. Die Rundungsgradspektren schließen im Vergleich mit Bruggener Bregschottern (Nr.13) fluvialen Transport aus und lassen noch die Deutung als Moräne zu, obwohl der Anteil stark gerundeter Steine mit 5-10% hoch ist, was, sieht man von anderen Merkmalen ab, bei glazifluvialen Schottern jedenfalls für eine erhebliche Mitwirkung von Schmelzwasser spricht. 14-18% der meist kantengerundeten Steine wiesen angeschliffene, allerdings nicht gekritzte Facetten auf: ein Hinweis auf Eistransport. Der Wechsel von Steinestern und Ton mit eingelagerten Blöcken spricht für extrem wechselnde Sedimentationsbedingungen wie sie direkt an Gletscherenden mit kurzfristigen Oszillationen beobachtet werden. 13-22% der Geschiebe waren zerbrochen; leichte Rundungen der Bruchkanten belegten erneuten Transport. Das könnte ebenfalls als Zeichen eines erneuten Vorstoßes unter Mitnahme und Aufarbeitung älterer (glazifluvialer) Schotter gewertet werden und würde auch die hohe Zahl gerundeter Geschiebe erklären.

Zusammengefasst ergibt sich für die Bruggener Schotter, dass sie Reste einer Endmoränenlandschaft bezeugen und auch unter Berücksichtigung der Höhenlage (705-715 m NN) - einem vorwürmischen Glazial angehören dürften. Die genauere zeitliche Einordnung setzt die Kenntnis des räumlichen Zusammenhangs mit weiteren Glazialformen voraus. Danach handelt es sich nicht um den Riss-Maximalstand sondern um Relikte eines späteren Riss-Stadials oder -Glazials (REICHELTE 1998:120, 124).

Bemerkenswert sind die Proben vom östlichen Schellenberghang bei Donaueschingen im Gewann "Staig" (52a, 52 b, 53). Auch sie gehören zu einem ausgedehnten Schotterfeld, welches von SCHALCH (1904:26) kartiert und als diluviale aber ausdrücklich als untypisch für Flussschotter beschrieben wurde. Verf. hat die Probe 53 als mittelpleistozäne Grundmoräne, vermutlich des Mindelglazials, gedeutet (REICHELTE 1994:156). Inzwischen kamen die

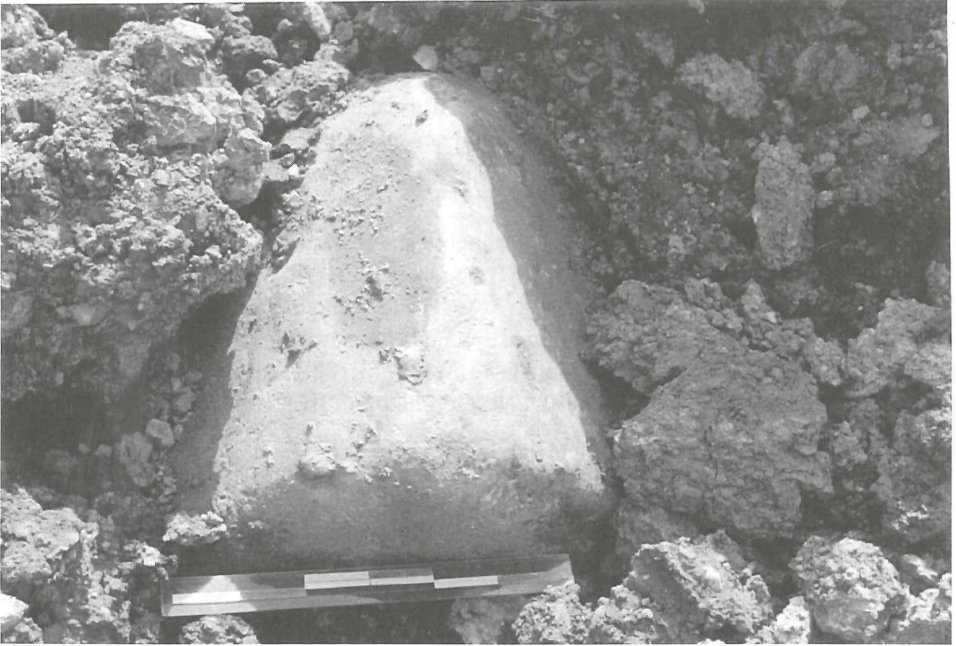


Abb.8: Gleiche Baugrube wie Abb. 7. Basistone mit eingelagertem Buntsandsteinblock. Maßstabteilung 5 cm.

Proben 52 a und 52 b aus einer Baugrube Ecke "Auf Steig"/Schönberg-Ring hinzu (Abb.7, 8, 10).

Bereits die Einregelung der längsten Achsen ließ erkennen, dass wohl ein solifluidaler Transport, aber höchstens kurzstreckig erfolgt sein muss, während fluvialer Transport auszuschließen ist. Die Rundungsgradanalyse lässt weiterhin nur den Schluss zu, es handle sich um Grundmoräne. Allerdings war der Anteil zerbrochener Stöcke mit 17-27% sehr hoch. Da er aber kantengerundete wie gerundete Steine gleichermaßen betraf und nur der erkennbare Zustand vor dem Zerbrechen bewertet wurde, darf dieser Umstand bei der Frage nach der Transportart unberücksichtigt bleiben, ist aber als Indiz für hohes Alter zu werten. Die Geschiebe sind bei 52 a in dichten, blaugrauen kalkhaltigen Ton fest eingebunden, bei 52 b in tonigen gelbgrauen Lehm. Weitere Einzelheiten zeigt Abb. 10.

SCHREINER (1996:27) unterstellt zwar generell fluviale Schotter, ohne ausdrücklich auf diejenigen des Gewanns "Staig" einzugehen. Unsere neueren Befunde (REICHELT 1999 i.Dr.) besagen indes nach wie vor, dass es sich um Moränen handelt, die teilweise sekundär durch Bodenfließen wenige hundert m weit hangabwärts von etwa 730 m NN auf etwa 715 m verlagert wurden. Die starke Verwitterung und der relativ geringe Anteil kristalliner Geschiebe (s.Tab.5) spricht für ein Alter noch vor dem Rissglazial, wahrscheinlich der Mindelkaltzeit.

Die Schotter der Riedumrandung wurden bereits früher (REICHELT 1994:152, 157) dargestellt und sämtlich wegen des Rundungsgradtyps als Moränen bewertet. Dagegen machte



Abb.9: Baugrube Donaueschingen, 725 m NN, "Auf Staig" (Nr. 53) mit gut erhaltenen Buntsandsteinen und Quarziten sowie in situ zersetzten, vorwiegend kantengerundeten Gneisen und Graniten: wahrscheinlich Moräne des Mindelglazials. Maßstab 20 cm.

SCHREINER (1996:29 f) geltend, dass der Rundungsgrad z.B. beim "Stonzfeld" nach seinen Erfahrungen mit Schwarzwaldgneisen wegen des Anteils gerundeter Steine (25% gr, 6% sg) auch im Bereich glazifluvialer Schotter liegen könnte. Dem ist entgegenzuhalten, dass man das Gesamtspektrum und nicht eine Rundungsklasse allein bewerten sollte. So zeigen Schwarzwälder Moränen durchaus ähnlich hohe oder höhere Anteile gerundeter Geschiebe, wie z.B. die Haslacher Ursee-Moräne (35%gr, 3%sg; vgl. Tab.5). Schließlich weist "Stonzfeld" nur 13% Gneise aus, 52% bestehen aus Buntsandstein, Quarzen und Quarziten, weswegen auch der Anteil kantiger Schotter mit 13% für glazifluviale Schotter zu hoch ist (vgl.Tab.4).

Von den Schottern des Donaueschinger Rieds aus den Kiesgruben von Pfohren (Nr. 63, 62, 036) und Hüfingen/Binzen (61) müssten Hüfingen/Binzen und Nr.63 (Pfohren) für sich betrachtet als fluvial eingestuft werden, wie es in Tab.4 geschehen ist. Sie sind aber auch im Zusammenhang der Lagerung in der Kiesgrube selbst und mit den übrigen Riedschottern zu beurteilen. Dabei fallen wieder - wie schon bei der Diskussion über die Korngrößenverteilung- stark wechselnde Sedimentationsbedingungen auf, diesmal auch angezeigt durch

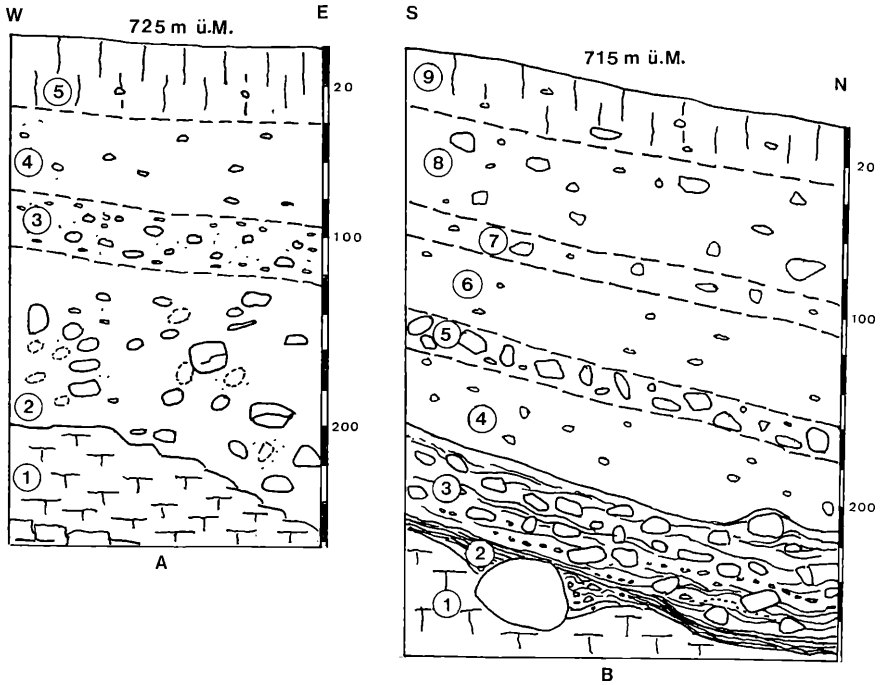


Abb.10: A: "Auf Staig", 725 m NN, 1-2°ESE, schematisches Profil, vgl. Abb. 9.

Abb.10: B: "Auf Staig", NNE-Hang 5-7°, zwischen 716 und 714 m NN, schematisches Profil (vgl. Abb. 7, 8).

In **Abb.10 A:** 1 = Graugrüner Ton über stark zersetztem Keuper, z.T. rostrot gebändert (Ferrihydrit). 2 = rötlichbrauner dichter Lehm mit Geschiebenestern, im Bereich zerfallender Gneise und Granite auch grusig; kantengerundete bis gerundete feste Steine (Quarze, B'sandstein, Quarzite) bis >20 cm Länge, ohne erkennbare Sortierung. 3 = skelettreiches graubraunes Band mit kleinen Steinen und vorwiegend eckigen Gesteinstrümmern <5 cm Länge. 4 = rötlich-braune Feinerde, schluffig-tonig mit Grusanteilen und Steinen <5 cm Länge. 5 = humoser Pflugboden.

Deutung: Wegen des gegenüber risszeitlichen Schottern ungewöhnlich starken Verwitterungsgrades wird Horizont 2 als Moräne vorläufig zum Mindel gestellt. 3-5 sind riss- und wärmzeitliche Solifluktionshorizonte.

In **Abb. 10 B:** 1 = Blaugrauer, kalkhaltiger Ton mit Muschelkalkzersatz, nach oben in Fließstruktur übergehend; dort einzelne Blöcke (Buntsandstein, auch Konglomerat) von bis zu 40 cm Länge. 2 = schwarzgraue, feine, unregelmäßige Bänder mit glimmerreichem Detritus von Gneisen und kantigen Bruchstücken, z.T. aus Muschelkalk, oben zunehmend mit rostfarbigen Bändern. 3 = Rostbrauner, unregelmäßig gebänderter Ton mit dichter Packung von kantengerundeten und gerundeten Steinen bis 20 cm Länge. Probe 52 a entnommen. Steine überwiegend Buntsandstein und Quarz, etwa 5% Grundgebirge. 4 = rötlicher toniger Lehm mit einzelnen kleinen kantengerundeten bis gerundeten Steinen <5 cm Länge. 5 = rötlicher toniger Lehm mit dichter Packung von kleinen und größeren, überwiegend kantengerundeten Steinen. Probe 52 b entnommen; nur Buntsandstein, Quarzite und Quarz. 6 = Ockerfarbener toniger Lehm mit einzelnen Steinen <5 cm Länge. 7 = stärker skelettthaltiger Lehm mit Steinen bis 10 cm Länge. 8 = schwach humoser, dichter Lehm mit einzelnen, bis 10 cm großen kantengerundeten bis stark gerundeten Steinen. 9 = teilweise abgetragener humoser Pflugboden.

Zur Deutung: 2 + 3 = risszeitliche (?) Solifluktion (mit Resten von Mindel-Moräne sowie festen Grundgebirgs-Geschieben), 4 = risszeitliche Solifluktion, 5 = durch kurzstreckige Solifluktion im späteren Riss wenig hangabwärts verlagerte Moräne, überlagert von weiteren Solifluktionsdecken (6 + 7 noch im Riss? oder 7 erst Würm?), gefolgt von wärmzeitlichem (8) Solifluktionsschutt und (9) dessen Boden

Rundungsgradspektren einerseits des Moränentyps andererseits des fluvialen Typs, auf kleinstem Raum und innerhalb der gleichen Kiesgrube. Somit dürfte es der Wirklichkeit am nächsten kommen, die Riedschotter als zuletzt glazifluvial sedimentiert zu interpretieren.

5. Petrographische Zusammensetzung

5.1 Fragestellung

Die Höhen des Mittleren Schwarzwalds wiesen zu Beginn des Pleistozäns noch eine mehr oder weniger geschlossene Buntsandsteindecke auf, die später bis auf seine östlichen Randplatten abgetragen wurde. Daher sollten ihre Zeugen in den älteren Sedimenten des östlichen Vorlandes häufiger sein als in den jüngeren, zunehmend mit Grundgebirge versorgten. Das ist auch bei den Ablagerungen im Bereich des Schellenbergs zwischen Bräunlingen und Donaueschingen zu beobachten, worauf PAUL (1950:4) mit der Bemerkung hinwies, dass die Sortierung "nicht unbedingt" eine Folge der Verwitterung sei. Aber immerhin könnte sie an dieser Sortierung durch - ihrerseits altersbedingte - Selektion teilhaben. Somit stellt sich die Frage, ob die jeweiligen Vergesellschaftungen als Maß für das Alter ihrer Sedimentation gelten können und gegebenenfalls - wie verlässlich dieser Maßstab wäre.

5.2 Ergebnisse

Am Schellenberghang (725 m NN) konnte Verf. zeigen (REICHELT 1994:151, 154), dass die Komponenten des Grundgebirges im Verband der Sedimente bis zur Vergrusung oder sogar Verlehmung verwittern (Abb. 9) können, so dass nur noch Quarze, Quarzite und Buntsandsteine verbleiben. Auch ist die eingangs postulierte Abfolge keineswegs durchweg anzutreffen, wie schon die von SCHALCH (1909:59) im Ried bei Hüfingen/Binzen (680 m NN) aufgedeckten Schotter belegen. Die Geschiebegemeinschaften wechseln vielmehr auf relativ kleinem Raum. Das sei in Tab.5 am Beispiel der Schotter vom Schellenberghang, der Verebnungen rings um die Riedbaar bis zu den rezenten Flusskiesen von Breg, Brigach und Donau aufgelistet.

Daraus ist festzuhalten:

1. Am Schellenberghang herrschen hohe, aber stark streuende Buntsandstein- und Quarz/Quarzit-Anteile. Während dem Gipfelbereich Grundgebirge sicher fehlt, treten Granite, Aplite, Porphyre und Gneise zwar erst hangabwärts auf, nehmen aber weiter hangab nicht zu, sondern wechseln in etwa 715-730 m NN auf kleinstem Raum zwischen (zersatzbedingt) 0 und >40%.
2. Die Verebnungen der Riedumrandung enthalten bei starker Streuung mit 16-62% durchschnittlich weniger Buntsandstein und Quarz/Quarzite bei Grundgebirgsanteilen zwischen 30 und 60%.
3. Bei den Riedschottern schwanken die Anteile von Buntsandstein, Quarz und Quarzit zwischen 9 und 26%, während das Grundgebirge mit 70-90% durchschnittlich weit vorherrscht.
4. Die rezent transportierten Flussschotter weichen nicht signifikant von kaltzeitlichen Riedschottern ab; ihre Zusammensetzung schwankt erheblich.

Tab.5 Petrographische Zusammensetzung, Anteile in %

Aufn. Nr.	Höhe m NN	Entnahmeort	Bunt- sandst.	Quarzit/ Quarze*	Gneise s.l	Granite/ Ganggest.	Kalke
Schellenberg/Gipfel und Hang:							
81	810	Gipfelplateau	46	14	0	0	40
79	795	Wald, E P. 793	28	56	0	0	16
78	780	Sanatorium	63	25	0	0	12
75	750	Acker/Südhang	40	52	4	4	+
53	725	Baugrube/Staig	26	22	36	16	+
52b	715	Baugrube/Staig	73	27	nur als Zersatz		+
52a	714	Baugrube/Staig	49	44	2	5	+
Riedumrandung:							
55	697	Stettenbuck	13	3	25	34	25
56	692	Schleewiesen/Rücken	19	19	19	32	11
57	695	Gierhalde/Böss Häring	34	24	24	18	0
59	682	Pföhren/Teilbuck	21	41	13	25	0
58	685	Pföhren/Stonzfeld	38	16	13	17	16
60	695	D'eschingen/Auf Leim	6	30	23	19	22
Riedschotter und Bregtalung:							
51	705	Bruggen/Ortsrand	6	3	31	60	0
54	706	Bruggen/Öschweg	7	4	58	31	0
61	678	Hüfingen/Binzen	5	4	51	40	0
64	675	D'eschingen/Riedmulde	13	14	37	35	0
65	674	Pföhren/Grenzgraben	4	6	22	52	0
62	673	Pföhren/Wuhrholz	5	9	44	42	0
Rezente bis subrezente Schotter:							
14	715	Wolterdingen/Breg	4	2	36	58	0
13	699	Bruggen/Breg	21	8	36	35	0
12	687	Hüfingen/Seemühle	6	6	50	38	0
11	679	D'eschingen/Brigach	14	23	26	31	6
10	672	Pföhren/Donau	13	11	35	39	2
032	666	Gutmadingen/Donau	4	6	43	47	0
035	647	Möhringen/Nägelesee	2	3	10	14	71 ^{*)}
* Die Quarzite stammen überwiegend aus dem B'sandstein, ein grosser Teil der Quarze aus dessen Karneolhorizont; einige sind auch Gneisbegleiter. nur Weißjura; die Stücke der anderen Proben entstammen durchweg dem Oberen Muschelkalk.							

5.3 Diskussion

Die Liste scheint zunächst die eingangs formulierte Erwartung grob zu bestätigen. Trotzdem wäre die Folgerung, die jeweilige Geschiebegemeinschaft als Indikator für das (ungefähre) Alter des Schotterkörpers anzusehen, keineswegs zwingend. Zwar ist kaum zu bestreiten, dass die Gipfelschotter als älteste zu gelten haben und die Sedimente des Hanges und der Riedumrandung jünger sind. Es ist aber zu fragen, ob auch die Riedschotter jünger sind als diejenigen der Riedumrandung und der Verebnungen des östlichen Schellenberghanges.

Die Schotter des Gewanns "Staig" weisen bei 725-730 m NN (Nr.53) relativ hohe Grundgebirgsanteile auf, während die 10-15 m tiefer gelegenen (52a, 52b) erheblich weniger enthalten. Der Grund ist offensichtlich: schon geringe Solifluktionsstrecken führen zum fast völligen Zersatz der Gneise und Granite. Der Schluss, dass es sich um verschiedenen alte Ablagerungen handelt, wäre also hier offensichtlich verfehlt.

Nun führen die Schotter der Riedumrandung durchweg eindeutig mehr Grundgebirgsanteile als in den Gewannen Plattstein und Staig am Schellenberghang. Sie dürfen daher als wahrscheinlich jünger angesehen werden, was auch durch den Verwitterungsgrad der Proben 52 und 53 bekräftigt wird (vgl. Tab.6). Falls jedoch im Analogieschluss die oft - aber eben nicht durchweg - an Grundgebirgsanteilen reicheren Riedschotter folglich ebenfalls generell als jünger gegenüber denen der Riedumrandung eingestuft werden sollten, wäre Vorsicht angebracht.

So ist zu berücksichtigen, dass die Riedumrandung im Rissglazial noch größere Anteile mindelzeitlicher Schuttdecken trug, welche in der Donauniederung bereits während des Mindel/Riß-Interglazials teilweise ausgeräumt worden waren. Diese "Altlasten" der Riedumrandung wurden der Grundmoräne des Rissgletschers dort stärker beigemischt als im Ried. Es darf aber nicht übersehen werden, dass auch in den Riedschottern Geschiebegemeinschaften mit hohem Buntsandsteinkonglomerat- und niedrigem Grundgebirgsanteile wie bei Hüfingen/Binzen (SCHALCH 1909:59) vorkommen. Selbst in rezenten Flussschottern von Breg (Probe 13), Brigach (11) und Donau (10), die aus den Riedschottern gespeist werden, sind ähnlich hohe Buntsandstein/Quarz/Quarzit-Anteil anzutreffen wie bei Schottern der Riedumrandung. Das spiegelt die Heterogenität der Riedschotter, verbietet aber eine generelle Einschätzung des Alters allein anhand des relativen Anteils von Buntsandstein und seiner Begleiter einerseits bzw. des Schwarzwälder Grundgebirges andererseits.

In diesem Zusammenhang sei eine geomorphologische Besonderheit der Baarhochmulde angesprochen: ihr fehlen eindeutige Schotterterrassen. Zwar gibt es Verebnungsniveaus wie am Schellenberghang ("Plattstein", "Staig", 720-730 m NN) oder in tieferer Lage die Riedumrandung: bei Hüfingen "Stettenbuck" (700 m), "Gierhalde" und "Böss Häring" (ca. 700 m), in Donaueschingen "Auf Leim" (690 m) und "Strangen", N Sumpfohren "Schlossbuck" und "Stonzfeld" (685 m), SE Pföhren "Oberzangern" (680-690 m) und "Teilbuck" (680-685 m). Sie sind jedoch z.T. im Bereich der Nordstaffeln des Bonndorfer Grabens (z.B. bei Pföhren) tektonisch bedingt oder (z.B. die Keuper "inseln" N Sumpfohren) salinartektonisch beeinflusst. Keinesfalls handelt es sich um Schotterterrassen etwa im Sinne einer Hochterrasse; sie tragen nur einen Schleier von Schottern und Lehmen.

Diese von SCHALCH kartierten "Diluviallehme" und Schotter wurden von PAUL (1965:435) "mit einiger Berechtigung" zunächst als risszeitlich angesehen, später (PAUL

1966:321) wegen einer vermeintlichen Zweiteilung der Riedschotter (in Riss und Würm) als mindelzeitlich vermutet. Für präisszeitlich hält auch SCHREINER (zuletzt 1996:29) die Schotter im Gewann "Böss Häring" unter Hinweis auf altpleistozäne Schotter bei Tuttlingen. Allerdings entfällt PAULs Voraussetzung einer Zweigliederung der Riedschotter (REICHELT 1994:147 f), und der etwas vage Bezug SCHREINERS auf die Tuttlinger Schotter legt nach Präzisierung eine andere Interpretation nahe (REICHELT 1999 i.Dr.). Hierauf wird bei der Diskussion des Verwitterungsgrades zurückzukommen sein (s. Tab.6).

Auch eine Niederterrasse der Würmzeit ist im Bereich der Riedbaar nicht auszumachen. Sie tritt längs der Donau erst weit unterhalb davon, angedeutet bei Geisingen und deutlicher ab Möhringen, auf. SCHREINER (1996:28) bemerkt ihr Fehlen durchaus, meint jedoch, sie sei im Spätglazial und Holozän "offensichtlich" durch besonders starke Hochwasser "fast ganz ausgeräumt worden". Doch darauf gibt es keinerlei Hinweis. Im Gegenteil: die Kiese in der Kiesgrube Pfohren/Wuhrholz (Abb.6) sind kryoturbat verwürgt und nicht erodiert, die Torfe reichen im Wuhrholz, wie erwähnt, mindestens bis auf die Tannenzeit zurück. Benachbarte Moore belegen verlandende Seen mindestens seit der Kiefern-Haselzeit (Abschnitt V = 7000-5500 v.Chr.) und Pollenanalysen erlauben, schon für das Spätglazial im Ried zumindest eine erosionshemmende Tundravegetation anzunehmen (REICHELT 1968:58 f). Wohl wurden bei entsprechend steilem Relief, etwa aus den umliegenden Jura-höhen, spätglaziale (?) Schuttkegel, wie im Aitrachtal (GÖTTLICH 1968:123) oder der von SCHALCH kartierte Geisinger Schwemmfächer, vorgeschüttet. Aber dafür fehlen in der Riedbaar alle Voraussetzungen. Entscheidend ist, dass die Lage der Erosionsbasis sowohl des Donaueschinger Rieds als auch des Neudingen-Gutmadinger Beckens jede nennenswerte Ausräumung schon damals und bis heute verhinderte. Beide Becken bilden einen Akkumulationsraum, aus dem heraus - außer im Flussbett selbst - fast nur Schluff- und Tonfraktionen transportiert wurden und werden. So führt denn die würmzeitliche Niederterrasse bei Möhringen (Nr.035, Tab.5) nur 20-24% überwiegend mürbe Schwarzwaldschotter (vermutlich präwürmisch) und 70-85% jurassische Gerölle der Umgebung.

Schließlich unterblieb aber auch die von SCHREINER (1996:28) deduktiv unterstellte "letzte große würmkaltzeitliche Akkumulationsphase" in der Riedbaar deshalb, weil die würmzeitlichen Schuttdecken nach Ausweis einer großen Zahl von Bohrungen und Aufschlüssen noch heute, 1-5 m mächtig, auf den vergleichsweise sanften Mittelschwarzwälder Hochflächen und Hängen liegen (PAUL & SCHINKE 1997; REICHELT 1998); ins Ried gelangten als Korrelate des Würmkomplexes höchstens Sande und Lehme, so dass würmzeitliche Schotter im Ried weitgehend fehlen. Das schließt freilich holozäne, an Flutrinnen gebundene Umlagerungen von Schottern (und Ziegeln!) während der häufigen Hochwasser, besonders in der Bregau, nicht aus. Diese sind mit SCHALCH (1904,1909) oder SCHREINER (1996) durchaus berechtigt als "jüngste Alluvionen", "holozän" oder "postglazial" zu bezeichnen.

6. Verwitterungsgrad

6.1 Methode und Ergebnisse

Eine Möglichkeit zur verlässlichen Altersdatierung gründet sich auf den Erhaltungszustand der Steine. Obwohl die Verwitterung auf der Zersetzung der Minerale beruht, sind physika-

Zur Kenntnis und Deutung von Schottern im Einzugsgebiet der obersten Donau

lich-chemische Labormethoden leider für quartäre silikatische Sedimente entweder noch nicht hinreichend verlässlich oder sehr aufwendig. Den Verwitterungsgrad im Gelände grob zu bestimmen, wird gelegentlich die Ermittlung der Schlagfestigkeit mithilfe "norma-

Tab.6 Verwitterungsindex (Iv) und Datierung verschiedener Typen von Lockermassen des Schwarzwalds und der Baar

Nr.	Ort bzw. Lage	Herkunft/Typ	Iv	Alter
13	Bruggen/Breg	Bregschotter	200	rezent
12	Hüfingen/Seemühle	Bregschotter	220	rezent
10	Pföhren/Entenburg	Donauschotter	210	rezent
11	D'eschingen/Brigach	Brigachschotter	110	rezent
17	Vöhrenbach/ob.Linach	Bregschotter	250	rezent
26	Hammereisenbach	Talsole/flu. v.	39	subrez./Würm
25	Eisenbach/Felsental	Talsole/flu. v.	24	subrez./Würm
21	Neukirch/Wolfloch	Talsole/flu. v.	133	subrez./Würm
15	Zindelstein	Talsole/flu. v.	200	subrez./Würm
35	Neukirch/Wolfloch	Moränenwall	7	Würm
248	Lenzkirch/Klausenbach	Moräne	81	Würm
253	Sommerau/Steina	Endmoräne	125	Würm ?
266	Schluchsee/Aha	Grundmoräne	48	Würm
252	Haslach/Ursee	Endmoräne	7	Würm
220	Feldsee/Riegel	Moräne	10	Würm
251	Menzenschwand/Kluse	Endmoräne	3	Würm
222	Görwihl/Kaibenbühl	Moräne	466	Riss
207 o	Rotzel/Andelsbach	Moräne	575	Riss
207 m	Rotzel/Andelsbach	Moräne	334	Riss
207 u	Rotzel/Andelsbach	Moräne	345	Riss
228	Reiselfingen/Rappenf.	fluvial	1350	Präriss
229	dto.liegende Schotter	fluvial	3700	Präriss
132	Hammereisenbach	Hangschutt	75	subrez./Würm
134	Hammereisenbach	Hangschutt	45	subrez./Würm
113	Furtwangen/Brend	Hangschutt	43	subrez./Würm
141	Furtwangen/Ort	Hangschutt	24	subrez./Würm
136	Oberbränd	Hangschutt	43	subrez./Würm
122	Schollach/Josenhof	Hangschutt	650	subrez./Würm
32	Treibenbach/Talschluss	Moränenwall	100	Würm
33	Hellewand/Talgrund	Moräne	29	Würm
36	Katzensteig/Josenbach	Moränenwall	3	Würm
031	Schollach/Treibenmatt	Obermoräne?	433	Riss ?
65	Pföhren/Grenzgraben	Moräne ?	420	Riss
63	Pföhren/Kiesgrube	Glazifluvial	388	Riss
61	Hüfingen/Binzen	Glazifluvial	400	Riss
58	Neudingen/Stonzfeld	Moräne ?	250	Riss
59	Pföhren/Teilbuck	Moräne?	260	Riss
60	D'eschingen/Auf Leim	Moräne ?	283	Riss
57	Hüfingen/Böss Häring	Moräne ?	300	Riss
55	Hüfingen/Stettenbuck	Moräne ?	333	Riss
51 a	Bruggen/Südrand	Moränenwall	600	Riss
54	Bruggen/Öschweg	Moränenwall	633	Riss
52 a	D'eschingen/Staig	Moräne, solifl.	n.b.	Präriss
52 b	D'eschingen/Staig	Moräne, solifl.	n.b.	Präriss
53	D'eschingen/Staig	Moräne ?	1250	Präriss

ler" Schläge mit dem Geologenhammer empfohlen. Da diese indes bei gleichem Verwitterungsgrad außer von der Gesteinsart auch von Form und Größe des Stückes abhängt, treten dabei, eigenen Versuchen zufolge, oft Fehleinschätzungen auf. Daher wurde, früherem Vorgehen folgend (REICHELT 1960:62 f), der visuellen Bestimmung des Verwitterungsgrades nach Zerschlagen des gesäuberten Handstücks der Vorzug gegeben. Bei Grundgebirgssorten und den meisten Buntsandsteinvarietäten, ausgenommen Quarze und Quarzite, lässt sich an gewaschenen Proben mit der Lupe unschwer feststellen, ob ein im Kern zerschlagener Stein dort keine und randlich höchstens eine 0,5 mm tiefe gebleichte oder rostig verfärbte Zone aufweist (=frisch), eine >1 mm starke verfärbte Verwitterungsrinde erkennen lässt (=angewittert) bzw. auch im Kern und nicht nur entlang der Haarrisie von der durch Verfärbung sichtbaren Zersetzung (=verwittert) erfasst und "mürb" ist. Frühere Versuche ergaben, dass der "Verwitterungsindex" (Iv) ein handliches und brauchbares Maß sein kann. Er wird an 100 Steinen als das Verhältnis verwitterter zu frischen Steinen $\times 100$ ermittelt; angewitterte erwiesen sich als unspezifisch und bleiben unberücksichtigt. So liessen sich z.B. wülm- und risszeitliche Lockermassen statistisch sehr gut trennen, weil wülmzeitliche Moränen des Südschwarzwaldes stets einen Iv von <100, sicher risszeitliche hingegen einen Iv von >200-600 hatten (REICHELT 1960:114). Der Unterschied ist hoch signifikant. Tab.6 fasst die Ergebnisse auch für Mittelschwarzwälder und Baarer Schotter zusammen.

6.2 Diskussion

Es sei betont, dass der Verwitterungsindex nur ein relatives Maß für das Alter eines Schotterkörpers ist und keinesfalls überinterpretiert werden darf. Angesichts unterschiedlicher Erhaltungsbedingungen auch gleichaltriger Sedimente ist mit erheblichen Streuungen dieser Messgröße zu rechnen. Die Mahnungen von SCHREINER (1996:28 f), Vergleiche des Verwitterungsgrades mit anderen Gebieten seien fragwürdig, sind an sich berechtigt. Indessen sind die hier verglichenen Geschiebegemeinschaften petrographisch keinesfalls grundsätzlich verschieden; handelt es sich doch im wesentlichen um wechselnde Mischungen von Schwarzwälder Grundgebirge und Buntsandstein. Zudem reicht das Material aus dem engeren Untersuchungsgebiet selbst aus, um durch die relativen Unterschiede des Iv mindestens die Ablagerungen verschiedener Kaltzeiten sicher unterscheiden zu können.

Die statistische Prüfung ergibt zunächst, dass rezent/subrezente und letztkaltzeitliche Ablagerungen auf einem hinreichenden Vertrauensniveau von 0,9 mithilfe des Iv nicht zu trennen sind. Rezente Flussschotter ($M = 198$, $s = 52,6$), Hangschutt ($M = 146$, $s = 247$), Talsohlenschotter ($M = 99$, $s = 82,8$) und Moränen der letzten Kaltzeit ($M = 34,5$, $s = 46,7$) weisen dafür zu große Streuungen auf. Trotzdem lohnt ein Blick auf einige bemerkenswerte Unterschiede. So sind die Mittelwerte der sicher wülmzeitlichen Moränen deutlich niedriger als diejenigen der anderen rezenten bis wülmzeitlichen Lockermassen. Darin dürfte zum Ausdruck kommen, dass Moränen durch Exaration mehr frisches Material zugeführt bekommen als z.B. Flussschotter, die immer auch "Altlasten" von Schottern früherer Kaltzeiten schleppen müssen. Der hohe Mittelwert und die extrem große Streuung der Iv-Werte beim Hangschutt ist auf den einzigen Ausreißer Schollach/Josenhof (Nr. 122) zurückzuführen. Die übrige Gruppe fügt sich sehr gut in die bereits bekannten Werte für wülmzeitlichen Hangschutt und Moränen ein. Der Ausreißer könnte dafür sprechen, dass in wülmzeitlichen

periglazialen Schuttdecken des Mittelschwarzwalds, PAUL & SCHINKE (1997:207 f) zufolge, auch Grundmoräne früherer Kaltzeiten gewissermaßen "verdünnt" enthalten sein kann.

Ferner fügen sich die Mittelschwarzwälder Würm-Moränen in den statistischen Rahmen der Südschwarzwälder Würm-Moränen ein. Das ist nicht verwunderlich, da es sich - wie erwähnt - um petrographisch ähnliche Gesellschaften handelt. Weiterhin unterscheiden sich die risszeitlichen Ablagerungen des Hotzenwaldes von den sicher würmzeitlichen Moränen des Südschwarzwaldes (trotz des "Ausreißers" Sommerau, Nr. 253) signifikant: Die Riss-Ablagerungen zeigen Iv-Werte, die um den Faktor 2-3 höher liegen als bei den Würm-Moränen - ein Befund, der übrigens demjenigen von SCHREINER (1986:221) genau entspricht. Auf dieser Basis darf das Instrument Iv mit gebotener Vorsicht auch auf unser Untersuchungsgebiet angewendet werden. Dabei zeigt sich, dass insbesondere die "Diluvi-alkiese" der Riedumrandung und der Riedbaar selbst ($M = 395$, $s = 123$) sämtlich in den Bereich der Südschwarzwälder Iv-Werte für risszeitliche Ablagerungen fallen, aber signifikant bis hochsignifikant von denen würmzeitlicher Ablagerungen unterschieden sind. Sie werden daher als risszeitlich eingestuft.

Eine letzte Betrachtung gilt den hier ins Präriß gestellten Schottern von Donaueschingen "Staig" (Nr. 52a, 52b, 53). Sie weisen auch in den Aufschlüssen, für die der Iv nicht ermittelt werden konnte, einen, wie dargelegt wurde, von den übrigen erheblich abweichenden Erhaltungszustand auf. Bei Probe 53 konnte der Iv = 1250 ermittelt werden. Dieser Wert liegt hochsignifikant über denjenigen, welche für risszeitliche Sedimente gefunden wurden und verweist auf prärißzeitliches Alter. SCHREINER (1986:232) hat die - auch nach unveröff. Analysen des Verf. fluvialen - Schotter am Rappenfelsen bei Reiselfingen ins Präriß datiert. Bestimmungen, die Verf. schon 1967 anlässlich einer gemeinsamen Exkursion mit W.PAUL durchgeführt hat, ergaben Werte für die hangenden Schotter von Iv = 1350, für die liegenden Iv = 3700. Demnach dürfte die Datierung der Donaueschinger Schotter ins Präriß gerechtfertigt und die Vermutung mindelzeitlicher Ablagerung mindestens nicht unwahrscheinlich sein.

7. Schluss

Es wurde versucht, die Klärung von pleistozänen Sedimenten unbekannter Transportart und unbestimmten Alters mithilfe quantitativer Feldmethoden anzugehen. Diese dienen einer transparenten Beurteilung und Objektivierung anhand weitgehend standardisierter Maßstäbe, sind aber nur Näherungen. Insgesamt bilden die Befunde nach Ansicht des Verfassers nunmehr eine gute Grundlage zu einer differenzierteren Rekonstruktion und Diskussion der Vorgänge im mittleren und jüngeren Pleistozän der Ostabdachung des Mittelschwarzwaldes und der Baar. Wenn dennoch Unsicherheiten und Zweifel an der Bewertung und Interpretation mancher Befunde bestehen bleiben, so gelten sie letztlich der begrenzten Gültigkeit aller Messmethoden.

Nachbemerkung:

Seit der Einsendung des ersten Manuskripts 1995 sind fast vier Jahre verstrichen. Inzwischen konnten weitere Befunde gesammelt werden, die eine nochmalige Überarbeitung notwendig werden ließen. Doch haben sie das entworfene Bild stützen, ergänzen und präzisieren können, gaben aber nirgendwo Anlass zu einer grundsätzlichen oder auch nur wesentlichen Revision.

8. Angeführte Schriften

- BREMER, H. (1989): Allgemeine Geomorphologie, Methodik - Grundvorstellungen - Borntraeger, 450 S., Berlin/Stuttgart
- FEZER, F., GÜNTER, W., REICHELT, G. (1961): Plateauverfirnung und Talgletscher im Nord-schwarzwald Abh. d. Braunschweig. Wissenschaftl. Ges., 13:66-72, Braunschweig
- GÖTTLICH, K. (1968): Die Entwicklungsgeschichte des Schwenninger Moores und einiger wichtiger Moore der Baar - in: Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs, 5:99-134, Ludwigsburg
- (1978): Moorkarte von Baden-Württemberg. Erläuterungen zum Sonderblatt Die Baar L 7916 (Südhälfte) und L 8116 - Landesvermessungsamt, 55 S, 27 Abb., Stuttgart
- GRAUL, H. (1983): Die Paläogeographie des Eiszeitalters - in: MÜLLER-BECK, H.: Urgeschichte in Baden-Württemberg, S. 33-64, Theiss, Stuttgart/Aalen
- HJULSTRÖM, F. (1935): Studies of the morphological activity of rivers Bull. Geol. Inst. Uppsala, 25:221-452
- KÖSTER, E., LESER, H. (1967): Geomorphologie I - Bodenkundliche Methoden, Morphometrie und Granulometrie, Westermann, 131 S., Braunschweig
- LORENZ, R. J. (1984): Grundbegriffe der Biometrie - Fischer, 241 S., Stuttgart
- PAUL, W. (1950): Das Donaueschinger Ried und seine Bedeutung für die Gestaltungsgeschichte Südwestdeutschlands - Mittbl. Geol. LA für 1949:59-65, Freiburg
- (1963): Zur Morphogenese des Schwarzwaldes (IIIa) - Jh. geol. LA Baden-Württ., 6:543-582, Freiburg
- (1965): Zur Frage der Rissvereisung der Ost- und Südostabdachung des Schwarzwaldes - Jh. geol. LA Baden-Württ., 7:423-440, Freiburg
- (1966): Zur Frage der Rissvereisung der Ost- und Südostabdachung des Schwarzwaldes (II) - Mitt. Bad. Landesver. Naturkde. u. Naturschutz, NF. 9, 2:309-324, Freiburg
- (1969): Die plio- und pleistozänen Schotter der Wutach-Donau am Ostschwarzwald Eiszeitalter u. Gegenwart, 20:232-242, Hannover
- , SCHINKE, K. (1997): Die glaziomorphologische Sonderstellung des Mittleren Schwarzwalds im Jungpleistozän - Jh. geol. LA Baden-Württ. 36:205-213, Freiburg
- REICHELT, G. (1955): Untersuchungen zur Deutung von Schuttmassen des Südschwarzwaldes durch Schotteranalysen - Beitr. z. naturkdl. Forschung in Südwestschld., 14, 1:32-42, Karlsruhe
- (1960): Quartäre Erscheinungen im Hotzenwald zwischen Wehra und Alb - Ber. Naturf. Ges. Freiburg, 50, 1:57-127, Freiburg
- (1961): Über Schotterformen und Rundungsgradanalyse als Feldmethode - Petermanns Geogr. Mitt., 104, 1:15-24, Gotha
- (1968): Über die Vegetationsentwicklung der Baar während der Vor- und Frühgeschichte - Schriften d. Baar, 27:50-81, Donaueschingen

Zur Kenntnis und Deutung von Schottern im Einzugsgebiet der obersten Donau

- (1994): Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Riedbaar - Ber. Naturf. Ges. Freiburg, 82/83:117-168, Freiburg
- (1998): Zum Eiszeitgeschehen im Mittelschwarzwald (3). Ergebnisse und Probleme der bisherigen Untersuchungen - Schriften d. Baar, 41:95-125, Donaueschingen
- (1999): Zur Altersstellung und Genese einiger Schotter der Baar (oberste Donau) - Jh. geol. Landesamt Baden-Württ., 38, im Druck
- SCHALCH, F. (1904): Erläuterungen zur Spezialkarte des Grossherzogtums Baden, Blatt 120 Donaueschingen - 38 S. Heidelberg
- (1909): Erläuterungen zur Spezialkarte des Grossherzogtums Baden, Blatt 121 Geisingen 80 S., Heidelberg
- SCHREIBER, U., HERPIN, R. (1992): Korngrößenanalysen an kalt- und warmfluvialen Sedimenten des Lechtales - Bayerisch-Schwaben - Eiszeitalter u. Gegenwart, 42:40-51, Hannover
- SCHREINER, A. (1986): Neuere Untersuchungen zur Risseiszeit im Wutachgebiet; Jh. geol. Landesamt Baden-Württ., 28:221-224, Freiburg
- (1992): Einführung in die Quartärgeologie - Schweizerbart, 257 S., Stuttgart
- (1995): Zum Alter der Schotterfüllung des Donaueschinger Riedes und der Geröllbildungen in seiner Umgebung - Ber. Naturf. Ges. Freiburg 84/85:27-31, Freiburg

Eingang des Manuskripts 31.01.1999

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1996/1997

Band/Volume: [86-87](#)

Autor(en)/Author(s): Reichelt Günther

Artikel/Article: [Zur Kenntnis und Deutung von Schottern im Einzugsgebiet der obersten Donau \(Mittelschwarzwald und Baarhochmulde\) 99-126](#)