

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 60 (1967)
Heft: 2

Artikel: Pliozän und Tektonik des Juragebirges
Autor: Liniger, Hans
Kapitel: Stratigraphie
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-163494>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der N-Rand des Juragebietes zeigt westlich Basel in der Randzone folgende Einheiten (von Basel aus gerechnet): die Blauenkette mit vorgelagerter, flexurartiger Landskronkette, die Bucht von Wolschweiler, die Bürgerwaldantiklinale, von SCHNEEGANS 1932–1952 bearbeitet, im Nachgang von GRAHMANN 1920; in der Gegend des Quersattels von Luppach (östlich Pfirt) stösst der Doggerkern der Bürgerwaldfalte längs einer Überschiebung bis an den Rand des Rheintertiärs vor, was durch zwei Bohrungen bei Mörnach und Dürlinsdorf klargestellt werden konnte (SCHNEEGANS und THEOBALD 1948). Weiter westlich zeigt sich ein zweiter neuralgischer Punkt bei Levoncourt (Luffendorf), wo die Bürgerwaldkette (Forêt-de-Montagne-Kette) aussetzt und an die nach N vorprellende Morimontantiklinale angrenzt. Jenseits der Largbucht bildet die bisher kaum untersuchte schwache Réchéyfalte den nördlichen Abschluss der Ajoietafel, und es schliesst sich im W die sog. Florimontantiklinale, eine Flexur, an; sie endet im Dorf Boncourt bei Delle. Aber auch im Innern des Tafeljuras des Elsgaus sind schwache Faltenzüge erkennbar; an der Bannéantiklinale südlich Pruntrut konnte SCHNEIDER 1960 früholigozäne Anlage nachweisen, ein Zeichen, dass Rheintalgraben und Elsgau im Alttertiär unter ähnlichem, tektonischem Regime standen (vgl. Tf. I und Fig. 4).

Das tektonische Problem: Sind die von S her vordringenden, pliozänen Faltungskräfte nach N auch im Rheintalgraben erkennbar, und wie verhält sich die sog. Abscherdecke der mesozoischen Juratafel am N-Rand des Gebirges?

Anmerkungen:

1. Die geologischen Aufnahmen ergaben allerlei schwierige Probleme landschaftlicher Natur: weitausgreifende Lehmdecken mit Aufschläßen nur an den Talrändern und damit die Unmöglichkeit, die kleinen Malmausbisse (der obere Malm ist sozusagen einheitlich ausgebildet) zu korrelieren, was die Verfolgung von Brüchen im Untergrund fast ausschliesst; das überall vorhandene und konstatierte Hangfliessen von Schottern; die sog. Kulturschotter (künstlich zugeführte Schotter) und die Zufuhr von Malmschutt auf Feld- und Waldwegen.

2. Infolge der Vielschichtigkeit der in der Abhandlung zutagetretenden Probleme kann im Literaturverzeichnis nur die Hauptliteratur berücksichtigt werden.

3. Im nachfolgenden Text gebrauchte Abkürzungen:

N, S, E, W: Nord, Süd, Ost, West.

V.-Sch.: Vogesenschotter des Mittelpliozäns.

S.-Sch.: Sundgauschotter des Oberpliozäns.

Sed.-petr. A.: Sediment-petrographische Analysen von F. HOFMANN.

DS: Dünnschliff.

Pr: Probe.

JNF: Jura Nagelfluh.

OSM: Obere Süsswassermolasse.

4. Gesteinsproben und DS werden im Naturhistorischen Museum Basel deponiert.

STRATIGRAPHIE

Die Unterlage der Sundgauschotter

Da diese Ablagerung auf fast allen Stufen des Malms, des Oligozäns und auf dem ältern Pliozän beobachtet werden kann, so ist zur Erfassung der mannigfachen pliozänen und nachpliozänen Bewegungen eine gedrängte Zusammenfassung der Stratigraphie der Unterlage unerlässlich.

1. Weissjura

Sein Aufbau wurde für den Westteil des südlichen Elsgaus von SCHNEIDER 1960 und für den Ostteil von TSCHOPP 1960 genau beschrieben; dem Feldgeologen bietet der Malm im N-Teil der Ajoie Schwierigkeiten, da es wegen der Lehmbedeckung an Aufschlüssen fehlt. Das Oberrauracien zeigt an der Strasse östlich Ferrette (Pfirt), Koord. 590.600/260.690 und im Steinbruch östlich Bahnhof Courtemaîche, Koord. 571.250/256.280 synsedimentäre Jaspisknollen. Untersequan bot beim Neubau der Total-Garage beim Hotel Lion d'Or in Boncourt acht etwa 15 cm mächtige Mergelbänke. Obersequan, hie und da schwach oolithisch und rauracienähnlich, bildet mit dem untern Kimmeridge eine im Feld nicht trennbare Serie heller, weisslich-weisslichgelblicher Kalke; im Dorf Courcelles finden sich in dieser Serie Fossilien (unt. Kimmeridge). Die hangenden Pteroceramergel sind an mehreren Stellen entblößt, besonders fossilreich gegenüber dem Schweizer Zoll Vendlincourt an der Strasse nach Alle, Koord. 578.830/255.450, längs eines schwachen, streichenden Bruches. Virgulamergel und Portland finden sich ausschliesslich im Senkungsfeld von Pruntrut, von Alle an westwärts; in der N-Ajoie sind sie bereits abgetragen. Malm ist im Jura wie im Grabenareal die Unterlage des Tertiärs.

2. Tertiär

Eozän

Bolus und Bohnerz finden sich recht selten in kleinen Karrenspalten nahe bei Verwerfungen. Grössere Karrentaschen:

Steinbruch Strasse Miécourt-Courtavon (Ottendorf), Koord. 580.750/253.800. Im obern Teil der Tasche zeigt sich brauner Lehm, durchsetzt von 60 cm eingeschwemmter Brekzien- und Konglomeratlage; vermutlich handelt es sich um umgelagerten Bolus.

Am Waldsträsschen Bouxwiller-Sondersdorf, 800 m südsüdöstlich Kirche Bouxwiller, Koord. 592.540/260.930. Grosse Karrentasche, roter Bolus, weisslicher Ton, vermutlich im Liegenden harter braungelber Quarzsandstein; davon ein grosser Block neben dem Reservoir (Huppersandstein). Siehe Bl. Ferrette.

Calcaire de Daubrée meldete der Verfasser 1926 östlich ob Asuel bei Le Gypse. Koord. 583.150/249.200 auf Bl. Miécourt.

Das Eozän liegt bei Miécourt auf oberem Kimmeridge, bei Bouxwiller und in der Tiefe des Rheintalgrabens auf oberem Sequan; neben diesen Vorkommen weist das auffällige Verschontsein des Portland in der Mulde von Pruntrut auf prämitteleozäne Abtragung, evtl. auf eine präeozeane Peneplain (LINIGER 1925, p. 9, HAUBER 1960, p. 658).

Ferner lässt sich das Fehlen jeglicher Eozändecke auf Malm in der Pfirt wie im Elsgau nur durch starke Abtragung des Eozäns und Teilen des obern Malms bis Ende Sannoisien deuten; diese alttertiäre Erosion schuf zur Hauptsache die noch heute vorliegende Juratafel der Ajoie, wie dies ERZINGER 1943 treffend beschreibt.

Am Rand des Rheintalgrabens, im Dorf Florimont, konnte eine Süßwasserkalkbank entdeckt werden, unterteuft von grünlichen Mergeln, die – obschon fosilleer – dem Horizont des Melanienkalks von Bouxwiller zugeordnet werden können und deshalb, nach FISCHER 1965, ins Eozän zu plazieren wären (siehe unten).

Unteroligozän

Untersannoisien. 1965 fand FISCHER bei Oltingen überraschend marines Unteroligozän mit Ostrakoden und kleinwüchsigen Foraminiferen in bis 30 m mächtigen Kalkareniten und Mergeln; diese Serie war bis jetzt als Sequan gedeutet worden. Sie liegt auf Malm, unter dem Konglomerat des Système de Bourogne (Obersannoisien), und FISCHER fasst sie als Randfazies der versteinerungsreichen Zone des Rheingrabens auf, als Transgressionsprodukt des Untersannoisien (p. 25 ff.).

Der Verfasser hatte an mehreren Stellen ähnliche Kalkarenite, z. T. mit schlechten Abdrücken von kleinen Muscheln gefunden, z. B. bei Luppach, Levoncourt, Réchésy, Boncourt, und sie ins Rupélien gestellt.

Nun konnten obige Funde 1965 an zwei neuen Stellen bestätigt werden.

Im Dorf Boncourt, an der oberen Hauptstrasse (Fig. 3), die neu formiert wurde, zeigte sich der bräunliche Kalkarenit, auf dem Pteroceramergel liegend, ebenfalls unter dem Obersannoisienkonglomerat. Nur enthalten die DS keine Foraminiferen, und eine andere Lokalität, Réchésat NW davon, enthält schlechte Abdrücke von kleinen Cyrenen, was schon KILIAN 1884, p. 741, bekannt war (siehe Fig. 3).

Sodann fand ich sie wieder in einem von Lehm fast völlig überrutschten, alten Grübchen im Dorf Florimont, Koord. 572.250/262.350. Das Anstehende konnte durch viele Lesesteine annähernd rekonstruiert werden. Von oben nach unten:

9. Lehm.		
8. Harte Sandkalke (Kalkarenite) dünnplattig, bräunlich, sichtbar	ca. 2	m
7. Dasselbe mit kleinen Malmgerölle	0,5	m
6. Weissliche Konglomeratarenite (Brocken) ?		
5. Bräunliche, harte Kalkarenite mit zahlreichen Schnecken ?		
4. Weicher, gelbbrauner Sand-Sandstein ?	ca. 2,5	m
3. Übergang von 4 in Süßwasserkalk ?		
2b. Rötlicher, zelliger Süßwasserkalk (Algenkalk, DS) ?		
2a. Graugrüner Süßwasserkalk, leicht knollig, fossilleer ?		
1. Grünlicher, fetter Mergel, unten grau werdend.	ca. 1	m

Als Unterlage kann E Florimont unt. Kimmeridge vermutet werden.

Die Kalkarenite im E unseres Gebietes weisen nur spärlich Foraminiferen auf: *Globularia*, *Textularia*, *Globigerina*, nebst Stengelfragmenten von Characeen; diejenigen im W (Florimont) sind beinahe frei von Foraminiferen, dagegen auffällig reich an Echinodermenträmmern. Überall zeigen sich Glaukonitkörper.

Danach hat man es mit dem Oltingerkalk zu tun, und es ist zu vermuten, dass ein Teil des «Système de Bourogne» auf der Karte 1:80000 Montbéliard zum Untersannoisien gehört.

Die Fossilschichten im Liegenden des Oltinger Kalkes in Florimont lieferten:

Limnaea marginatus, Sandb., in allen Stadien der Entwicklung.

Limnaea sp. (grosse Form).

Melanopsis carinata Sow.

Fascinella eocenica Stache.

Chara spec.

(Bestimmungen nach FÖRSTER 1892.)

Es könnte sich um einen lokalen Süßwasserkalk im Oltinger System handeln, ähnlich den Cyrenenkalken von Boncourt, Levoncourt, Courtavon, St. André bei

Florimont. Ich neige aber eher zur Annahme, dass es eine Variante des Melanienkalkes ist, weil der Horizont mit den Cyrenenresten doch eher brackisch sein dürfte. Auch KILIAN 1884 hat in der Umgebung von Montbéliard an mehreren Stellen Melanienkalk gefunden, und die Nähe der grünen Mergel, die von MEYER, FÖRSTER, VONDERSCHMITT unter dem Melanienkalk beobachtet wurden, weist gleichfalls auf diese Möglichkeit hin.

An einigen Stellen, z. B. südöstlich Courtavon, westlich Cœuve, fehlt Oltinger Kalk lokal, wohl infolge nachträglicher Erosion, und ist öfters in den hangenden, groben Konglomeraten als Geröll zu finden.

Obersannoisien

Das Système de Bourogne, KILIAN (siehe auch SCHNEIDER 1960, p. 16), lässt sich, vor allem bei Réchésy und Boncourt, recht gut gliedern; die folgende Schichtfolge ist kombiniert (vgl. auch Fig. 2):

oben:

Sandkalke (Arenite), z. T. mit Malmgeröllbänklein, wechsellagernd mit weinroten Mergeln (Boncourt, hinter Caltexgarage bei Hotel Lokomotive) (Fig. 3)	ca. 3 m
Graue Mergel, lokal mit Blättern (KILIAN, p. 746) (Flexur E Réchésy, Fig. 2)	1,5–2 m
Grober Trümmer sand (sed.petr. A., Pr. 3)	ca. 1 m
Grobes Konglomerat, (Kimmeridge und O. Sequan) (Steinbruch Strasse Réchésy-Beurnevésin)	15–?50 m

Gute Aufschlüsse zeigen sich ferner (Tf. I):

Dorf Pfetterhouse, gegenüber Postbüro; das Konglomerat liegt konkordant auf Kimmeridge, NW-fallend. 1966 wurde der schöne Aufschluss zerstört.

Strasse Pfetterhouse–Courtavon, lokal unterlagert von Kalkarenit. Eisenbahn-einschnitt zwischen Vendlincourt und Alle, in schwacher Mulde zwischen Fahy- und Morimontantiklinale.

Das Unteroligozän der N-Ajoie ist demnach reich gegliedert und stellt eine Randfazies, eine stark kondensierte Abfolge der mächtigen Serien im Innern des Dammerkircherbeckens dar.

Die Mächtigkeit des oberen Sannoisien: bei Pruntrut nach SCHNEIDER etwa 40 m, bei Réchésy 20–50 m, wobei das antiklinale Bild als Unsicherheitsfaktor wirkt, bei Grandvillars nordwestlich Delle gemäss DREYFUSS und THEOBALD (1965) 105 m. Nach freundlicher brieflicher Mitteilung fasst F. HOFMANN diese Ablagerungen als Auffüllungen von Wadis auf; die groben Konglomerate mit Mergelzwischenlagen (Réchésy), weisen auf mächtige Sturzregen hin.

In der obenerwähnten Bohrung von Grandvillars erkannten DREYFUSS und THEOBALD unter 192 m Tertiär 24 m Rauraciennolith, 27 m Argovien und fossilreiches Oxford. Möglicherweise liegt in der Bestimmung von Rauraciens und Argovien im Bohrschutt ein lithologischer Fehler vor; FISCHER hat 1965 bei Oltingen unter dem Sannoisienkonglomerat eine Serie grauer Mergel und darüber harte, weissliche Kalkarenite des Untersannoisien beschrieben, total 30 m mächtig. Diese Kalke wurden bis jetzt überall als Sequan taxiert. Ausserdem zeigt das Rauraciens in der Gegend von Delle und Boncourt, etwa 5 km im SW, keine Spur eines Fazieswechsels.

Mitteloligozän

Rupélien, marin, zeigt sich in recht wechselnder Fazies, ist aber heute im N-Elsgau nirgends gut aufgeschlossen: in Konglomeratfazies (sogenannte Gompholithe

b. 1. Oligozän der Ajoie (Randfazien) und des mittleren Sundgaus (Grabensfazies)

W-Ajoie (SCHNEIDER)

E-Ajoie (TSCHOPP)

SW-Kalk mit Fossilien
Graue Elsässermolasse

Elsässermolasse
Glimmersand Courtemantruy 5–10 m

Brauner Mergel Courgenay
Septarienton
Fischschiefer
Cerithienkalk (Meeressand)
Gompholithé d'Ajoie¹⁾

5–15 m

Konglomerat Sous Plainmont
Horizont *Ostrea cyathula*
Cerithienkalk Gompholithé d'Ajoie 5–15 m
Transgression

Malmkonglomerat von Porrentruy mit
Kalksandstein und bunte Mergel
(Système de Bourogne)
Marnes lie de vie und SWK
Sinterkalk

3–30 m

Mergel von Réchesy (Pflanzenschicht) 2 m
Grober Sandstein 1 m
Malmkonglomerat 10–50 m
(Système de Bourogne)
[N-Ajoie, LINIGER]
Transgression

Jurarand von Pfirt–Boncourt (LINIGER): Bräunliche Kalkarenite, marin-brackisch, 30 m

Oltinger Kalke mit Foraminiferen (FISCHER 1965)

Florimont–Boncourt: Fossilbank mit Cyrenen und Süßwasserschnecken
? Transgression

Calcaire de DAUBRÉE

Florimont: SWK
grüne Mergel
? Quarzsande in Karrenschloten

2–3 m

Bolus nur in Karrenschloten

unterlage

Portland, Virgulamerger und oberes
Kimmeridge
[Le Banné: unteres Kimmeridge und
Ober-Sequan]

Virgulamerger, oberes und unteres
Kimmeridge

Dieser Begriff wird beschränkt auf marine Rupélienkonglomerate.

d'Ajoie, SCHNEIDER) beim Zoll Vendlincourt, angebohrte Malmgerölle; als mürber oder harter Kalksandstein, meeressandartig bei Cœuve und einigen andern Stellen, wo er wegen Fossilarmut nicht vom unteroligozänen Oltinger Kalkarenit zu unterscheiden ist; in Tonfazies, blauer Letten, in der schwachen Mulde von Bonfol-Vendlincourt, worin ROLLIER an unbekannter Lokalität typische Fossilien fand.

Sundgau (MEYER)	Bohrung Hirtzbach (VONDERSCHMITT)			
SWK (Roppentz- willer)	Limnische Zone Cyrenenmergel (Elsässermolasse)	190 m 300–350 m		
Graue Mergel	Melettaschiefer Fischschiefer Foraminiferenmergel	bis 300 m 4 m 6 m	Äquivalente im Kalibekken: Fischschiefer Foraminiferenmergel	30 m 20 m
Bunte Mergel (Haustein)	Oberer mergelig-bunter Teil Ziegelrote Bank Unterer sandiger Haustein mit Konglomeraten Grüne, dolomitische Mergel	40 m 5–10 m 50 m	– Oberer Haustein Kalk mit <i>Helix cf. rugulosa</i> Unterer Haustein	
Streifige Mergel	Plattiger Haustein: Versteinerungsreiche Zone (marin) Mittlere mergelige Zone (marin) Untere sandige Zone	20 m 10 m	Obere bituminöse Zone Versteinerungsreiche Zone Untere bituminöse Zone Konglomeratzone	550 m
Mergel mit <i>Helix cf.</i> <i>hombresi</i>	Sandige Mergel Dünnschleifige Mergel mit <i>Melania Nysti</i> (Desh.) Dünnpflattige Mergel mit <i>Hydrobien</i>	40 m	Kalibekken und Bohrungen Suarce und Reppe: Dolomitmergelzone mit <i>Helix cf. hombresi</i> (Font.)	
Grüne Mergel und Melanienkalk	Grauer Melanienkalk mit <i>M. albigenensis</i> , <i>Cyrena semistriata</i> (Desh.) Grüne, tonige Mergel mit <i>Melanopsis</i> , <i>Melania</i> , <i>Planorbis</i> , <i>Chara</i>	180–231 m		
	Brekzie (Sequan), auch in Bohrung Suarce Tonige Quarzsande in Klüften	11 m		
	Ober-Sequan			

Im blauen Letten scheint stellenweise eine Cyathulabank vorzukommen, so unter dem Hipparionsand von Lugnez (ERZINGER 1943, p. 10).

Chattien wurde nur im Dorf Köstlach, gegenüber Restaurant «Au Cerf» und östlich Pfetterhouse als Lesestein konstatiert. Die Molasse alsacienne ist im Miozän grösstenteils entfernt oder im Pliozän umgelagert worden.

Nach HOFMANN ist die Elsässer Molasse des Sundgaus, von Roppentzwiller, typische Thunerseeschüttung (Sed.-petr. A., Pr. 4 und 8).

Mitteloligozän liegt an den Rändern neben Unteroligozän stellenweise auch auf dem Malm, im Grabeninnern dagegen überall auf Sannoisien, ein Hinweis für andauernde Bewegungen und für erneute, schwache Denudation der altoligozänen Peneplain der Ajoie.

Miozän

Es sind nirgends miozäne Ablagerungen feststellbar; Vogesen- und Schwarzwald-S-Hang waren Erosions-, das Juragebiet nördlich und südlich Delsberg Akkumulationsareale.

Pliozän

Das gesamte Pliozän wird aus terrestrisch-fluviatilen Bildungen von differenziertem Gepräge aufgebaut, die auf einer von den S-Vogesen schwach südwärts geneigten Abtragungsebene des Miozäns bis weit in den Jura transportiert wurden (vindobone Fläche BUXTORFS).

Pontien

Hippariosande von Charmoille. Zur Vermeidung irreführender Bezeichnungen wird vorgeschlagen, diese meist als Vogesensande und -schotter oder Dinothériensande bezeichneten Sande nach dem Typort Charmoille in der S-Ajoie definitiv Hippariosand zu benennen, im Gegensatz zum Wort Vogesenschotter. Von HUMMEL wurden die pontischen Fossilien entdeckt, deren letzter Bearbeiter SCHÄFER 1961 war. Vgl. LINIGER 1963b und 1964b.

1966 hat KÖNIGSWALD ein Sarmat ohne Hipparium vom Pannon mit Hipparium abgegrenzt (siehe International Union of Geological Sciences 1966). Dank den reichen Säugetierfunden war es möglich, Charmoille mit den Hippariumfaunen von der Höwenegg im Hegau (TOBIEN 1957), von Eppelsheim in Rheinhessen und solchen in der Gegend von Lyon zu vergleichen, zu parallelisieren und damit auch eine Pliozäncratigraphie im Elsgau und im Sundgau aufzubauen. Es kann hier ein verloren geglaubtes Profil der aufgelassenen Sandgrube nördlich Charmoille wiedergegeben werden, das 1920 aufgenommen wurde (Fig. 1) und auch tektonisch interessiert.

Die pontischen Hippariosande liegen bei Bonfol und Lugnez (N-Ajoie)¹⁾, bei Charmoille (S-Ajoie) und im Bois de Robe westlich Delsberg in 30–80 m tiefen Erosionsrinnen, die ungefähr NNW–SSE verlaufen. Ein neues Element in deren Erforschung brachten die sed.-petr. A. von HOFMANN, für diese aus den Vogesen stammenden Sande zusammengestellt in LINIGER 1963b, p. 171 (auch A.-Pr. 3a, 3b, 11, 12). Danach ist für die Hippariosande von Charmoille typisch: starker Gehalt an Zirkon, kleiner Gehalt an Stauolith und Granat. Neu war auch der Nachweis von beträchtlicher Aufarbeitung der Molasse alsacienne durch die Vogesenflüsse, was sich durch z. T. hohen Karbonatgehalt, Heraufschwellen der Prozentzahl von Epidot und einem durchgehenden Gehalt an Andalusit zeigt. Deshalb kann man von einer Abtragungsebene unter den Hippariosanden sprechen.

¹⁾ Eine neue, grosse Grube in den Hippariosanden befindet sich etwa 1 km nordöstlich Vendlin-court, bei P. 467 Esserts Noblats, Koord. 579.150/256.300; sie ersetzt die ältere, etwas südlicher gelegene, die in den letzten Jahren zugeschüttet wurde.

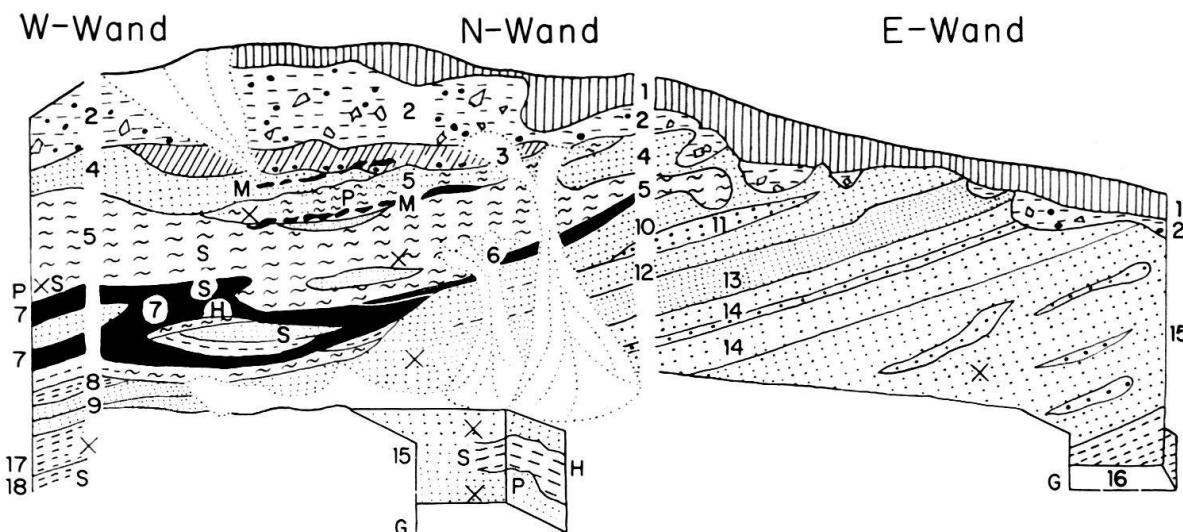


Fig. 1. Charmoille. Sandgrube La Tuilerie in pontischen Hipparionsanden. Aufgelassen (Aufnahme LINIGER 1920).

1	Humus, ungeschichtet mit Malmschutt	60–200 cm
<i>Pleistozän</i>		
2	Jüngere Hanglehmterrasse mit verschwemmten Vogesengerölle	80–200 cm
3 Ältere Hanglehmterrasse mit Vogesengerölle an der Basis		
<i>Nordwand. Pont, Lettenserie</i>		
4	Feine, gelbe Sande mit Manganstreifen	80–100 cm
5	Rotgelber-bräunlicher Mergel mit Sägerzähnen	0–250 cm
6	Dunkelbraune–dunkelblaue Mergellinsen	0–150 cm
7	Bläuliche und bläulich getupfte Mergellinse	0–250 cm
8	Blaugraue Mergellage	60 cm
9	Feine, gelbe Sande	80 cm
<i>Ostwand. Sandserie mit 13°-N-Fallen</i>		
10	Sand	120 cm
11	Sand, feinkonglomeratisch. Geröllchen bis 3 cm	40 cm
12	Sand, gelb, fein, bröcklig	130 cm
13	Sand, rot, fein, kompakt	120 cm
14	Grober Sand mit Geröllchenlage	160 cm
15	Sand, fein, mit Linsen von Grobmaterial	500–600 cm
16	Graue Mergel	40 cm
<i>Westwand</i>		
17	Mergelige Bänke, fossilreich	25– 30 cm
18	Weissliche, mergelige Sandlage mit Schnecken	
X Fundstelle von Zähnen und Knochen von Säugern. S Fundstelle von Süsswasserschnecken.		
P Fundstelle von eingeschwemmten Blättern. H Fundstelle von eingeschwemmten Holzfragmenten.		
M Manganisierte Lagen. G Grabungen des Naturhistorischen Museums Basel.		

Die sed.-petr. A. ermöglichen auch die Aufklärung der Natur der Sandserie im Liegenden der Hipparionsande des Bois de Robe, die von LINIGER 1925, p. 41, in Ermanglung von Fossilien mit Vorbehalt ins Torton gestellt worden war. Die sed.-petr. A. Pr. 11 und 12 aus dem Bachbett bei Pré Borbet-Dessous, Koord. 586.610/245.120 ergaben einen mürben, grauen, stark quarzführenden Sand mit viel rotem Chert, der von den bräunlichen Vogesensanden auffällig differiert. Eine analoge Sandlage konnte anlässlich Grabungen für Ferienhäuser auf Blatt Laufen, Kastelweid

bei Hof Prinzi, Koord. 610.690/252.080 unter Gehängeschutt mit JNF und Wanderblöcken festgestellt werden (sed.-petr. A. Pr. 13), sodann im unvollendeten Garten eines neuen Hauses an der Strasse Fehren–Meltingen (Bl. Laufen), (sed.-petr. A. Pr. 14), Koord. 610.950/284.280. HOFMANN fasst den Titanitgehalt der Schüttung als vulkanische Einlagerung auf. Dieses Vorkommen liegt deutlich über der Torton-Juranagelfluh und enthält ausserdem eine Linse aus grobem Sand mit viel Geröllchen bis etwa 5 cm Ø. Keines wies deutlich auf Vogesenherkunft; etwa 50% waren Quarzite, viele Buntsandstein. Muschelkalk, Dogger oder Malm fehlten. Dadurch unterscheidet sich die Schüttung grundsätzlich von JNF. Dr. O. WITTMANN, der die Gerölle freundlicherweise untersuchte, glaubte eines mit ziemlicher Sicherheit als schwarzwäldischer Herkunft bezeichnen zu können. Auch KOCH 1923 kannte diese Sandablagerung, die mehr als 4 m mächtig sein muss; er und MÜHLBERG (Koch, p. 30, 31), nannten daraus schwarze Feuersteine, buntes Konglomerat, Buntsandstein (33%), kristalline «Schwarzwälder», Quarzite (50%), Malm und Dogger 0%. Da KOCH sie meist über der JNF vorfand und die Geröllführung von derjenigen der Nagelfluh total verschieden ist, stellte er sie ins oberste Niveau der JNF und fügte bei: «...ob sie den Dinothériensanden des Delsberger Beckens (= Hippariosanden) entsprechen, kann man ohne Säugetierfunde nicht entscheiden²⁾».

Ich fasse diese stellenweise quarzführenden Sande als Unterpont auf. Über die Herkunft dieser pontischen Basallage gibt die sed.-petr. A. 7, Tab. 3) Auskunft. Nach HOFMANN ist der Gehalt an Grobsand sowie von rotem Chert typisch für Helvétien-grobkalk und der hohe Gehalt an Turmalin bei den Basalsanden und Probe 7 (Helvétien-Turritellensandkalk aus dem Bois de Robe (siehe ROTHPLETZ-LINIGER 1963, p. 177) deutet ebenfalls auf Verwandtschaft. Die Basallage besteht also aus aufgearbeitetem Helvétien. Danach war die frühere Auffassung LINIGERS ziemlich zutreffend.

Dieser Befund liefert nun noch einen wertvollen Hinweis, der bis jetzt noch nirgends abgeleitet werden konnte. Der pontische Vogesenfluss hat in seiner allerersten Phase nicht akkumuliert, sondern erodiert, und zwar im weiten Gebiet der heute völlig abgetragenen miozänen Strandsedimente des Gebietes nördlich des Delsbergertales, daher auch die seltsamen, kleinen Gerölle im Laufenbecken, die sowohl vogesisch als schwarzwäldisch sein können. Es ergibt sich weiter zu Beginn Pont eine leichte Landhebung, die die Gewässer zum Einschneiden zwang, und erst nach Abklingen dieser leichten Sockelbewegung konnten die Flüsse akkumulieren und mit dem Auffüllen der Rinnen beginnen.

Die lithologische Analogie der mürben Sande im Bois de Robe und im Laufenbecken erlaubt die Datierung der dortigen Quarzsitzschotter (= *Wanderblockformation*) KOCHS als mittelpliozän. Da dort die Hippariosande aussetzen, muss der hangende Blocklehm gleich als sein wie der mittelpliozäne Vogesenschotter im Elsgau und im Bois de Robe. RUTTE 1950, p. 34–37, hatte die «Wanderblöcke», entgegen KOCH, ins Miozän, ins Juranagelfluhniveau eingereiht.

²⁾ Neuestens macht A. SCHREINER 1965; *Die Juranagelfluh im Hegau* (Jb. des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg 7, p. 303) darauf aufmerksam, dass JNF stellenweise bis ins Pont heraufrreichen konnte (z. B. Erosionslücke am Eichberg). (Vgl. BARTZ 1961, p. 128.)

Den jurassischen Hippariosanden von Charmoille entsprechen in der Bresse der **Horizont von Soblay** (südöstlich von St.-Claude), die Croix-Rousse-Schichten (vgl. DELAFOND und DEPERET 1894) sowie die fossilführenden, miopliozänen Serien in den **Bohrungen Vincelles und Ratte** (LEFAVRAIS 1958, p. 92–97).

Mittelpliozän

Früher, bis 1960 (TSCHOPP), wurden die pontischen Hippariosande von Charmoille und die dort deutlich darüberliegenden Vogesenschotter als einheitliche Vogesen-schüttung aufgefasst. 1963b, p. 172, schlug LINIGER vor, letztere als jüngere Ablagerung abzutrennen und sie ins Mittelpliozän zu setzen, mit dem Vorbehalt, dass sie (bei Auffinden von Fossilien) auch dem Oberpont eingereiht werden könnten. Zwischen beiden muss ein Hiatus vorausgesetzt werden.

Als Typort gilt Charmoille und als definitiver Name sollte *Vogesenschotter* gebraucht werden; frühere Bezeichnungen wie Dinothereiesande, «bloc périgrin», Vogesanske müssen vermieden werden; bloc-périgrin-Wanderblöcke sind als schwarzwäldische Ablagerung des Laufenbeckens und der Gebiete östlich davon zu deuten, und der Name soll nicht mit den groben Vogesengeröllen verquickt werden. Als zweites Hauptvorkommen muss das Waldgelände Bois de Robe im westlichen Delsbergertal genannt werden. Nähere Beschreibungen finden sich in LINIGER 1925, p. 42; TSCHOPP 1960, p. 20; LINIGER 1963b, p. 167, 1964b, p. 80; LINIGER und ROTHPLETZ, 1964.

Sie erwiesen sich bis jetzt als völlig fossilfrei. Ihre Leitgesteine sind: braunroter Vogesenporphyr (Rothüttelporphyr), grauer Labradorporphyr (weniger zahlreich), rotvioletter, durch Hämatitinfiltration gefärbter Quarzit, schwarze Kulmschiefer, gelber bis roter bis dunkelroter Chert (Silex).

Die vielen Quarzite erreichen Größen bis 25 cm; in der Basallage treten solche aber auch vereinzelt zusammen mit Buntsandstein bis etwa 50 cm auf. Akzessorisch sind Amethystdrusen und verkieselte Hölzer des Perms der Südvogesen nicht selten.

Bis jetzt waren einzelne dieser Gesteinsarten der Herkunft nach nicht zu deuten, vor allem die grossen Quarzite. Nach L. MEYER (1922–1923, p. 21–23) finden sich nun bei Giromagny bedeutende Quarzgänge im Kulm, bei Château d'Auxelles, La Roche-La Dame usw., die auch Licht auf die allgemeine Stromrichtung des Mittelpont zu werfen vermögen. Amethystquarz hat, nach freundlicher mündlicher Mitteilung, Dr. O. GRÜTTER 1961 bei Urbès im Material eines Eisenbahntunnels gefunden (auf der N-Seite des Thurtales); die Gesteine stammen von der Progressive 0,0–0,9 ab E-Portal. Ferner kommt am Freundstein bei Uffholtz (etwa 1 km nördlich von Cernay) ebenfalls in den Vogesen, Amethystquarz vor. Roten und dunkelroten Chert hat Dr. O. GRÜTTER anstehend bei Schlüsselstein (Bergheim, Rappoltsweiler) in den Vogesen entdeckt.

Über die sediment-petrographischen Verhältnisse orientieren die Proben in Tab. 2a (Anhang I).

Der beste Aufschluss der Vogesenschotter findet sich zurzeit im Bois de Robe, 3,2 km nordwestlich Bassecourt bei P. 560. Vgl. LINIGER und ROTHPLETZ 1964, p. 78.

Die grosse Kiesgrube zeigte, dass der Vogesenschotter zwei verschiedenen Schüttungen angehört, einer untern, groben mit etwa 30 % Malmgeröllen und einer oben, feinern, malmfreien. Beide sind getrennt durch eine sandig-mergelige Stillstandszone. LINIGER und ROTHPLETZ 1964.

Anlässlich einer Exkursion hat PD Dr. HANTKE, Zürich, in dieser Mergellage fossile Grasblätter entdeckt. Ob es sich dabei um die analoge Schicht in einem früheren Schacht bei Montavon handelt, die 20 Arten liefert hat, ist vorläufig nicht zu entscheiden (LINIGER 1925, p. 45).

Der Vogesenschotter liegt in den Mulden auf Vogesensand, an den Rändern von Antiklinalen aber auch auf Oligozän und verschiedenen Jurakalkstufen auf (vgl. p. 46²). Er kann im Bois de Robe auf 20–25 m Mächtigkeit geschätzt werden; dasselbe gilt wohl auch für die Ajoie.

Verbreitungsgebiet: N- und S-Ajoie in der Breite von mindestens 25 km, im Delsbergertal und im S-Jura bis Tavannes-Les Genevez (ROTHPLETZ 1933, p. 108).

Im Sundgau schien er zu fehlen; aber durch Gelegenheitsbeobachtungen bei Grosnes-Suarce durch MEYER und VAN WERVECKE (1924) und durch MEYER bei Réchésy ergibt sich zunächst, dass im Liegenden der S.-Sch. grosse Vogesengerölle vorkommen – des blocs périgrins –, die als Überreste oder aufgearbeitetes Material eines zugedeckten Strombereichs von Belfort bis Ajoie aufgefasst werden können.

Sodann ergaben die Kartierungen verbreitete Schotterfelder zwischen Courtavon, Levoncourt bis Köstlach (westlich Pfirt), die unter die Überschiebung der Bürgerwald-W-Antiklinale streichen (Tf. 1 und 2, Pr. 1a und 1b).

Als Parallelbildungen seien erwähnt:

a) Höhenschotter, vorwiegend aus Quarziten und Buntsandsteingerölle bestehend, finden sich verstreut auf Antiklinalen und hochgelegenen Malmplateaus. Erstmals erwähnt von BUXTORF und KOCH 1920; dann LINIGER 1925, p. 46, und ROTHPLETZ 1933, p. 104. Dass es sich z. T. um umgelagerte Gerölle handelt, legten RUTTE 1950, p. 41, und LAUBSCHER 1962, p. 13, dar. Fussend auf der Arbeit von TSCHOPP 1960 bewies LINIGER 1964b deren vogesische Herkunft als verarmte Schotter.

b) Wanderblockformation KOCHS im Laufenbecken 1923, p. 33. Dieser Autor stellte sie ins Unterpliozän (Pont), was 1950 RUTTE ablehnte und sie als verarmte Juranagelfluh auffasste (p. 30). Der Nachweis einer Quarzsandschüttung über der Juranagelfluh, die zu 50% Quarzite und keinen Muschelkalk führt, oben p. 418 als UnterPontien beschrieben, ist ein starker Hinweis für die Richtigkeit von KOCHS Auffassung; sie stellt den Beginn einer neuen Phase der NS-Ablagerung im Pliozän dar und muss offenbar an die Basis der Wanderblockformation gestellt werden. Ein neuer Fund gelang 1960 HAUBER, der diese Formation auch auf dem Tafeljura bei Tennenken auffand und sie mit (?) ins Pliozän stellte. Der Verfasser besuchte die Lokalitäten solcher Ablagerungen bei Tennenken und fand den Wanderblöcke führenden Lehm in schwachen Rinnen der Juranagelfluh vor; es handelt sich wie im Laufenbecken offenbar um nachträglich in Bachrinnen abgeschwemmte Teile einer früher zuoberst liegenden Schicht. Die sed.-petr. A. zeigen zwischen JNF und Wanderblocklehm sehr deutliche Differenzen, wie ein Ausschnitt aus Tab. 3, Pr. 8–10 und 23–28 zeigt. BRILL stellte 1929 die Wanderblöcke zum Mittelpliozän.

c) Heubergschotter südlich Kandern im Schwarzwald. Schon KOCH und BRILL hatten diese mit gebleichten Sänden und Lehmen vermischt Formation zur Wanderblockserie gestellt, indes RUTTE sie 1950, p. 49, konsequent auch zur obermiozänen JNF einreihet; ein Vergleich der sed.-petr. A., Pr. 25–28 zeigt den grossen Unterschied.

Ins Alter der Sundgauschotter können sie nicht placiert werden, da sich im Ostsundgau nirgends Anzeichen für Einschleppung grosser Buntsandsteine in die alpinen Kiese fanden (vgl. SCHNARRENBERGER 1915, p. 84).

d) Französischer Jura und Bresse. Auf den Flächen um die Bresse und vor allem auf denjenigen des französischen Juras (Champagnole, Ornans usw.) sind von verschiedenen Autoren wie GIBERT, CHABOT, DREYFUSS Gerölle und Geröllstreuen gemeldet worden; da indes weder geröllanalytische Untersuchungen noch sed.-petr. A. vorliegen, kann darüber vorläufig kein Urteil gefällt werden.

Nun treten in den Tiefbohrungen der Bresse, Vincelles und Ratte, in Tiefen von 169,5–175,5 bzw. von 64,6 und 69 m Sande mit Geröllen im untern Pliozän (französisch), in den Sanden von Condal auf, die LEFAVRAIS nach GLANGEAUD mit solchen aus dem Elsass vergleicht (LEFAVRAIS 1958, p. 100, 104; GLANGEAUD 1949).

So galt es nun, die Möglichkeit zu prüfen, ob es sich bei diesen um V.-Sch. oder S.-Sch. des Sundgau handeln könnte, wobei Mme LEFAVRAIS in der Lage war, mir drei Sandproben der obigen Schichten zu vermitteln³⁾.

Probe 1. Bohrung Vincelles, Tiefe 169,5–175,5 m (sables lavés).

Probe 2. Bohrung Ratte, Tiefe 64,6 m (sables lavés).

Probe 3. Bohrung Ratte, Tiefe 69 m, mit Geröllchen.

Die Geröllanalyse ergab:

- a) Etwa 10% weißer Gangquarz, intakt oder korrodiert. Herkunft: Alpen oder Vogesen oder Plateau Central.
 - b) Etwa 10% graue Quarzitchen, alle total verwittert, mit dunklen Verwitterungsringen, hart. Herkunft?
 - c) Etwa 5% schwarze Quarzitchen, alle total verwittert, mit dunklen Verwitterungsringen, hart. Herkunft?
 - d) Etwa 50% graubrauner, dunkler Quarzitsandstein, arkoseartig. Mittelhart. Herkunft? Flyschartig oder Miozän einer alpinen Schüttung.
 - e) Etwa 15% grauer, quarzitischer Sandstein, hier und da mit Muskovit, einige Stücke mit Andeutung von Bankung, Herkunft? Flyschartig oder Miozän einer alpinen Schüttung.
 - f) Etwa 5% grünlich-graues, sandiges Gestein? Diabastuff oder eher verwittertes Grüngestein der Alpen (penninisch).
 - g) 5% Mergel, sandig, ziemlich weich, grau ohne bestimmte Form. Herkunft: Gestein des Pliozäns oder aufgearbeitete Materialien.
 - h) 1 Trümmerstück von sandiger Braunkohle (Herkunft: Pontien). 1 Geröllchen von verwittertem, entfärbtem? Radiolarit (Alpen).
- Total der untersuchten Stücke: 80; Grösse: 0,5–4 cm; $2/3$ derselben sind Gerölle, wenige sehr flach, die meisten gut gerundet, wenige nur kantengerundet; $1/3$ sind Trümmer oder eckige Brocken.

Typische Vogesen- oder Sundgaugesteine fanden sich keine; Herkunftsart müssen die Westalpen sein, wobei man an aufgearbeitetes Miozän zu denken hat; dafür spricht auch der starke Verwitterungsgrad. Nur die Gangquarzite könnten Zufluss aus andern Gebieten andeuten; wenn es sich um vogesische Herkunft handeln würde, käme die Ursâone in Betracht. Für direkten Absatz aus alpinen Gebieten fehlt jede Voraussetzung; die Barriere des aufgewölbten Bresseostrandes (LEFAVRAIS, p. 103) im Pont schliesst diese Theorie aus.

³⁾ Dr. A. LEFAVRAIS-RAYMOND hatte die Güte, drei Sedimentproben der Bohrungen Vincelles und Ratte zu suchen und zu übersenden, wofür ihr auch hier der verbindlichste Dank ausgesprochen sei.

Die sed.-petr. A. von HOFMANN (Tab. 3, Pr. 31–33) bestätigen diese Erkenntnisse. HOFMANN schrieb dazu:

«Das Material aus den Bohrungen Vincelles und Ratte stammt ganz sicher nicht aus den Vogesen; auch die Schwerminerale zeigen das sehr deutlich. Probe 1 ergab sehr wenige Schwerminerale, Probe 2 ein bisschen mehr, und nur Probe 3 genügend. Man kann aber sagen, dass alle drei Proben grundsätzlich übereinstimmen. Es ist viel Epidot vorhanden, etwa wie in der Molasse alsacienne. Abweichend ist aber der hohe Hornblendegehalt. Es ist keinesfalls verfrachtete Molasse alsacienne wie bei Delsberg oder gar Originalvogesenmaterial, aber sehr wahrscheinlich handelt es sich um Schüttung aus den Westalpen. Dabei besteht keine Übereinstimmung mit der Schweizer Molasse, die mir aus den Ölbohrungen bekannt ist.»

Schlussfolgerungen: Geröllanalyse und Sedimentpetrographie ergaben übereinstimmende Resultate. Die Sand- und Geröllhorizonte der Condalsande im französischen Unterpliozän der Bresse sind rein bressanische Ablagerungen und haben mit vogesischen oder «sundgauischen» Schüttungen keine gemeinsamen Merkmale. Das Material dazu stammt vermutlich aus den Westalpen.

Demzufolge muss irgendwo westlich Belfort-Montbéliard eine Wasserscheide bestanden haben, die erst kurz vor Eintreffen der Sundgauschotter zerfiel. Die Gangquarze dagegen könnten durch die Saône aus den NW-Vogesen stammen (siehe LINIGER 1966).

Die Vogesenschotter bilden einen bedeutsamen Bestandteil des Pliozäns im mittleren Teil des Profils; sie sind (vorläufig) als lokale Fazies aufzufassen und können wegen Fossilmangels mit keinem bekannten Pliozänprofil identifiziert werden. Eventuelle Funde von pontischen Fossilien müssten meines Erachtens als aufgearbeitetes Pont bezeichnet werden. Daher ist ihre stratigraphische Eingliederung nicht völlig gesichert.

Unteres Oberpliozän (Weisse Serie, gebleichte Erden)

Obwohl die wenig mächtige Serie praktisch bedeutungslos ist, da zurzeit keine Aufschlüsse vorhanden sind, ist sie theoretisch als Füllung des Pliozänprofils und seines Vergleichs mit andern Vorkommen recht wichtig.

Frühere Beobachter: VAN WERVECKE 1924, MEYER 1925, BRILL 1929, THEOBALD 1934.

Neue Hinweise: LINIGER 1963a, 1964a, 1965.

THEOBALD publizierte 1934 drei Profile durch Sundgauschotter und Weisse Serie, worin sie bald unter, bald über dem S.-Sch. liegt. Er hielt diese Sande und Tone als synsedimentär mit S.-Sch. LINIGER fand 1963 ein grosses Vorkommen von gebleichten Erden bei Bonfol in der Ajoie und hielt sie für Oberpliozän; in der Umgebung wurden für die Technik Bohrungen ausgeführt (Tf. 1)⁴). Gegenwärtig konnte man eine neue

⁴⁾ Es kann hier eine Präzisierung meiner früher gemachten Angaben über diese Bohrungen, auf Anregung und im Einverständnis mit Herrn Dr. H. J. SCHMASSMANN, erfolgen (siehe LINIGER 1963a, p. 43). Die Bohrungen östlich Bonfol im Raum Sur les Creux wurden in den Jahren 1949 und 1962 abgeteuft, letztere im Auftrag der Firma Geigy AG Basel. In grösserer Tiefe wurden 1949 eine 4 m mächtige, unverkittete Lage aus Kies und Sand mit bis 80 cm grossen Geröllen gefunden, die seitlich in Sandfazies übergeht. In zwei Bohrungen zeigten sich darin Radiolarite und in einer andern in grösserer Tiefe desselben Horizontes identifizierbare Vogesengerölle.

Grube in denselben Schichten unmittelbar nördlich der Bahnlinie studieren, wo sich die Schichtgrenzen besser als in der ersten Grube zeigten. Nach den neuen Beobachtungen kann kein Zweifel mehr bestehen, dass es sich im Fall Bonfol um eine (? alt) pleistozäne Gleitsackung grösseren Ausmasses genau zwischen den Schüttungsgebieten der mittelpliozänen V.-Sch. und der oberpliozänen S.-Sch. handelt, welche Auffassung auch die Herren Dr. HANTKE, Zürich, und Dr. HOFMANN, Neuhausen, bei einer Besichtigung 1965 vertraten. Diese Sackung hat vermutlich das Urvendlinetal nordwärts zugeschüttet, so dass der Bach nach NW verdrängt wurde, wobei die junge Klus westlich Beurnevésin entstand.

Alle bisherigen Kenntnisse zusammenfassend, ergaben sich folgende Gesichtspunkte.

Die meisten früheren Vorkommen der Weissen Serie im Sundgau sind als alt-pleistozäne Verschwemmungen zu betrachten, z.B. sichtbar in den Profilen von THEOBALD bei Moernach und Rüderbach; bei letzterem zitiert der Autor u.a.: «argile très compacte, vert-bleue 1 m», was nur Bachlehm bedeuten kann.

Totale Bleichung, Entfärbung, Entkalkung, Abwandern von Eisengehalt zeigen einen klimatischen Vorgang an, ein extrem humides Klima mit Moorbildung; damit verbunden kann die Aussage erhärtet werden, dass diese Klimaperiode vor das Eintreffen der S.-Sch. zu setzen ist, d.h., dass sie bereits vor ihrem Absatz im Sundgau gebleicht waren. Die verschiedenen sed.-petr. A. von HOFMANN (siehe Anhang I, Tab. 2a, Pr. 12, 13) erweisen Vogesenherkunft der Weissen Serie, womit zuerst die Analyse der weissen Tone als Illit (und nicht Kaolin!) übereinstimmt, sodann die Beobachtungen von MEYER an den Quarzsanden (früher als Hupper aufgefasst) in einer Karrentasche von Bouxwiller. Damit wird wiederum die These von der syn-sedimentären Abstammung aus Sundgauschottern widerlegt. Vogesenmaterial am Sundgau-S-Rand konnte natürlich nur vor dem Eintreffen des alpinen Sundgaustromes dorthin gelangen. Die Weisse Serie ist also Triasmaterial, das im nördlichen Massiv verwitterte und später disloziert wurde. Damit in Übereinstimmung zeigt sich auf dem Heuberg bei Kandern die gebleichte Serie über den mittelpliozänen groben Geröllen (SCHNARRENBERGER, WITTMANN 1949 b).

Auch das Alter der gebleichten Sedimente ist abgeklärt. BARTZ hat sie 1950 im nördlichen Rheingraben ins untere Oberpliozän placierte, unterlagert – stellenweise – von jungen Bohnerzen; in ihr Niveau gehört nach BARTZ der Pflanzenhorizont des Klärbeckens von Frankfurt.

Genau dieselbe Folge ist in der Bresse vorhanden, was aus den guten Beschreibungen (z. T. Bohrprofile) bei DELAFOND und DEPERET 1894 hervorgeht (p. 108–114). Die gebleichten Tone und Sande sind auch dort von jungen Bohnerzen unterlagert, auf die sich die Aufmerksamkeit der Autoren konzentrierte. Die gebleichten Erden weisen nach den Autoren *Mastodon borsoni* und *M. arvernensis* auf.

Zurzeit wird das Alter der Braunkohlenlagen von Sessenheim im Unterelsass, die 1965, p. 222, von LINIGER und HOFMANN ins obere Pliozän gestellt worden waren, erneut untersucht⁵⁾. Zwischen zwei Braunkohlenflözchen ist, wie Fig. 1 zeigt, eine Lage von gebleichtem Sand mit *Mastodon borsoni*, laut GEISSERT, eingeklemmt. Da sie im Liegenden der als Äquivalent der Sundgauschotter erkannten

⁵⁾ Herr FRITZ GEISSERT von Sessenheim hatte die Freundlichkeit, mich eingehend über die Geologie des linken Rheinufers nördlich Strassburg zu orientieren und bei der Beschaffung von Sedimentproben und Braunkohlenproben zu unterstützen. Es sei ihm auch hier bestens gedankt.

Kiese und Sande der Grube Soufflenheim W vorkommen und da bei Soufflenheim Oberpliozän zu fehlen scheint (Konglomerate von Riedseltz, WERVECKE 1892), so wurde älteres Oberpliozän vermutet. Anhand von Pollenanalysen, deren Resultate noch nicht vorliegen, und den Florenlisten der Braunkohlenschichten wird versucht, definitiv abzuklären, ob es sich um autochthone Sedimente oder um eingeschwemmtes Oberpliozän handelt. Nach GEISSERT 1964 stimmt deren Flora mit derjenigen des Frankfurter Klärbeckens überein.

Auch aus diesen Beschreibungen geht hervor, dass die gebleichten Lagen im Sundgau meist auf sekundärer Lagerstätte liegen, es fehlen ihnen Gerölle, dann die Braunkohlenschichten und die autochthonen, jungen Bohnerze. Die Weisse Serie ist ursprünglich eine rein terrestrische Bildung, zu konstatieren vom Rheingraben bis in die Bresse.

Die plio-pleistozänen Sundgauschotter

1. Der Name Sundgauschotter, obschon typisch und unmissverständlich, ist nicht sehr glücklich und sollte meines Erachtens durch die Altersbezeichnung ergänzt werden. Auch die Bezeichnung französischer Autoren als «alluvions anciennes» ist zu allgemein, besser der Name «graviers du Sundgau». GUTZWILLERS Bezeichnung «oberelsässischer Deckenschotter» basiert auf des Autors frühester Auffassung als glaziale Schüttung.

Folgende Autoren haben sich u. a. mit diesen «alpinen» Kiesen auseinandergesetzt:

E. KÖCHLIN 1829, 1830, DELBOS und KÖCHLIN-SCHLUMBERGER 1866, GUTZWILLER 1895 und 1912, LAMOTHE 1903, ROLLIER 1907, PENCK und BRÜCKNER 1912, R. FREI 1912, ALB. HEIM 1920, OBERDORFER 1920, MEYER 1922 und 1925, WERVECKE 1924, BRILL 1929, ERZINGER 1934, THEOBALD 1934 und 1952, RUTTE 1950, I. SCHAEFER 1957, LINIGER 1964a und 1965, 1966.

DAS ALTER

Die Arbeit 1965 «Das Alter der Sundgauschotter westlich Basel» war als Kapitel der vorliegenden Untersuchung geplant, musste jedoch aus Raumgründen separat erscheinen. Es wird darin nachgewiesen, durch Vergleiche mit fossilreichen Ablagerungen der Bresse und den Resultaten von Tiefbohrungen bei Karlsruhe, dass die Sundgauschotter etwa in der Mitte des Oberpliozäns westlich Basel erstmals erschienen, sich zuerst gegen W zu ergossen und gegen Ende der *Meridionalisstufe* des Altpleistozäns bei Basel nach N, in den Rheintalgraben wandten.

GUTZWILLER hatte sie 1912, p. 61, für altdiluvial und spätpliozän erklärt, indes die meisten neueren Autoren (mit Ausnahme von WERVECKE), sie dem Oberpliozän zuteilten.

Anschliessend kann zu der Arbeit LINIGER und HOFMANN 1965, p. 224, eine wichtige Ergänzung zugefügt werden. Der Eisenbahneinschnitt Nevy-Parcey zeigte 1965 bei einer Begehung zwei Aufschlüsse der fraglichen Schotter; der eine bestand aus fester Nagelfluh mit Nestern von gelbem Sand. Beide lieferten faustgrosse Radiolarite und andere Sundgaugerölle; es ist dadurch wegen des früheren Fundes von *Mastodon arvernensis* Croiz und Job der paläontologische Beweis erbracht, dass die untern Schichten der Falaise von Montbarrey zum Oberpliozän gehören. Die Schotter von Nevy-Parcey liegen in einer Rinne der unterpliozänen (französische Einteilung) Mergel

Tab. 2. Geröllstatistik Sundgauschotter in Prozentzahlen

	Sammlungen GUTZWILLER			Analysen LINIGER	
	Hagenthal Volkensberg	Roppentzwiller usw.	Seppois	Seppois allgemein	Seppois (Basis)
<i>1. Basel und Umgebung</i>					
Tertiär, Molasse	—	—	—	2	1
Süßwasserkiesel	—	1,2	1,7	—	—
Malmkalke	4	1,2	1,7	2	6 ^{a)}
Hauptrogenstein	—	—	—	—	0,5
Muschelkalk	—	1,2	3,5	1,5	3
Hornstein (Trias)	2	1,2	—	2	2,7
Jaspis	—	—	—	0,7	0,5
Total %	6	4,8	6,9	8,2	13,7
<i>2. Schwarzwald</i>					
Buntsandstein	—	—	1,7	—	—
Roter Granit	2	1,2	1,7	0,7	0,5
Total %	2	1,2	3,4	0,7	0,5
<i>3. Vogesen</i>					
Kulm	2	—	1,7	1,5	3,3
Rothüttelporphyr	—	6	1,7	1,7	3,5
Grauer Porphyrr	—	—	—	—	0,5
Rotvioletter Quarzit	—	—	—	0,7	—
Total %	2	6	3,4	3,9	7,3 ^{b)}
<i>4. Schwarzwald oder Vogesen</i>					
Buntsandstein	2	2,5	—	1,5	2
Buntsandstein gebleicht . . .	—	—	—	3,5	—
Hauptkonglomerat	—	—	—	—	1
Total %	2	2,5	—	5	3
<i>5. Molassetrog Schweiz</i>					
Flyschmergel	4	1	3,5	—	0,5
Flyschkalkmergel	2	11,5	7	2	0,5
Flyschsandstein	10	1	7	10,5	3
Quarzsandstein (-brekzie) .	2	—	8,5	1	2
Ölquarzit	6	1,2	3,5	—	1
Radiolarit	8	7	1,7	5,5	6,5
Fleischrote Granite ^{c)} . . .	10	2,5	1,7	1,5	3,3
Lydit	—	—	—	3,5	1,5
Total %	42	24,2	32,9	24	18,3
<i>6. Alpen</i>					
Taveyannazsandstein	—	3,5	3,5	0,7	—
Schrattenkalk?	—	—	7	—	—
Kieselkalk (Hauteriv.)	2	7	13,7	7	6,3
Gelber Kieselkalk (?)	—	—	—	—	2
Dogger, eisenschüssig	1,2	—	—	—	—
Echinodermenbrekzie	—	3,5	—	—	—
Arkose	—	1,2	—	—	—

	Sammlungen GUTZWILLER			Analysen LINIGER	
	Hagenthal Volkensberg	Roppentzwiller usw.	Seppois	Seppois allgemein	Seppois (Basis)
Verrukano ^{d)}	2	1,2	—	—	—
Melaphyr (?) ^{e)}	—	2,5	—	—	—
Serpentinchlorit ^{f)}	—	1,2	—	—	—
Gneis	—	—	—	1,5	—
Kristalline Schiefer	—	2,5	1,7	0,5	—
Epidot	—	1,2	—	—	—
Quarzit (?) ^{Rhone} ^{g)}	2	1,2	—	—	—
Vallorcinekonglomerat (?) ^{h)}	2	2,5	—	0,7	1
Granit, Protogyn	4	1	3,5	—	—
Total %	13,2	28,5	29,4	10,4	9,3
<i>7. Indet., verfärbt, unbestimmt</i>					
Verwitterte Kalke	13	11	8,5	1,5	6
Große Quarzitsandsteine ⁱ⁾	2	3,5	—	7,7	7
Feine Quarzitsandsteine ^{k)}	6	1,2	1,7	7	10
Weisse Quarzite (Gangquarzite)	2	3,5	1,7	4	5
Grosse, weisse Quarzite	—	—	—	3,5	—
Gelbbraune, graue Quarzite	10	2,5	—	15	11,5
Ockergelbe Quarzite (?Vogesen)	—	—	—	1,5	2,5
Quarzporphyre (Brekzie)	—	3,7	1,7	—	—
Verwitterte Granite	—	—	3,5	3	2
Verwitterte Porphyre und Porphyrite	—	3,5	7	—	—
Grüngesteine, indet.	—	—	—	0,7	0,5
Kristallin, indef.	—	3,7	0,5	—	4
Problematica	—	—	1,7	4	0,5
Total %	33	32,6	26,3	47,9	49
	100,2%	99,8%	102,3%	99,7%	99,1%

^{a)} Auffällige Zunahme von frischem Malm.^{b)} Zunahme von Vogesenmaterial nach W.^{c)} Von GUTZWILLER als alpiner Buntsandstein bezeichnet.^{d)} DS, indet. Eruptivgestein.^{e)} Vermutlich Vogesenherkunft.^{f)} Siehe Text.^{g)} Siehe Text.^{h)} Durch DS als indet. erkannt.ⁱ⁾ Vermutlich Flysch.^{k)} Vermutlich Klippendecke.

von Auvillars. Spätere Forschungen können damit rechnen, dass die sog. oberpliozänen Sande im Saônetal alpines Sundgaumaterial, d.h. Aare-Napfschüttung enthalten. Nach einer früher übersehenden Notiz von ROLLIER 1907, p. 8/9, hat BERTRAND 1884 in den Geröllen vom Forêt de Chaux *Elephas meridionalis* gefunden, was aber seither von französischen Autoren nicht mehr erwähnt wurde. Somit hat der Forêt de Chaux die Nachweise für plio-pleistozänes Alter der Sundgauschotter vollgültig erbracht.

Mit der Arbeit LINIGER 1965 sind indessen noch recht viele Probleme dieser Ablagerung nicht geklärt, u.a. die Beziehungen zwischen ihrer Ablagerung und den tektonischen Verhältnissen, so dass im folgenden die seit 1960 gemachten Detailuntersuchungen, an denen sich F. HOFMANN massgeblich beteiligte, nun publiziert werden sollen.

Übersichtskarten sind bei THEOBALD 1934, I. SCHAEFER und umfassend in der Geologischen Generalkarte der Schweiz 1:200000 zu finden.

Das noch erkennbare Ablagerungsgebiet der etwa 20 m mächtigen Geröllschüttung setzt bei Oberhagenthal westlich Basel ein, beschlägt die Südhälfte des Sundgaus bis Altkirch im N und lässt sich im W über Montbéliard, Clerval ins Doubstal bis Dôle in der Bresse verfolgen (LAMOTHE), wo ROLLIER sie 1907, p. 7-9, im Forêt de Chaux als Sundgauschotter erkannt hatte, basierend auf den Angaben von E. DE BEAUMONT, der diese Gerölle 1858 als alpin deklariert hatte. ERZINGER wies als erster auf ihre Anwesenheit in der Ajoie hin.

2. Zusammensetzung (Geröllstatistik, sed.-petr. A.).

Die erste und einzige bisherige Geröllanalyse erfolgte 1894-1912 durch GUTZWILLER⁶⁾, lokal unterstützt durch LUCIEN MEYER bei Grosnes und Suarce. Nach seinen Befunden handelte es sich um den Alpenrhein, vermischt mit Zufluss der Rhone, von Schwarzwald- und Vogesenflüssen, kurz um einen Vorläufer des ältern Deckenschotters des Glazials. Alle späteren Autoren übernahmen seine Befunde oder bestätigten sie durch eigene, globale Untersuchungen. GUTZWILLER hat eine grössere Zahl von Geröllen der Sundgauschotter im Naturhistorischen Museum Basel deponiert (von keinem Autor benutzt); diese Aufsammlung, ergänzt durch meine Geröllzählungen in der grössten Kiesgrube bei Seppois-le-Bas (siehe Tf. 1), bilden die Basis der Tab. 2. Da alle Zählungen nicht auf Hunderterzählungen basieren, enthält die Tabelle auch Dezimalen von Prozent; bei Ziffern um 1 beziehen sie sich auf ein Geröll.

Zunächst zeigt sich beim Vergleichen eine recht gute Übereinstimmung bei den Totalzahlen der Gruppen beider Autoren, es kamen keine wesentlich neuen Verhältnisse zum Vorschein, d.h. der Schotterabsatz ist im grossen und ganzen, bis ins französische Doubstal hinein, sehr ähnlich. Im Detail bestehen gewisse Differenzierungen, erstens weil die Verfasser nach etwas anderen Prinzipien zu den Gruppen einteilten, z.B. weil ich die Quarzite nicht ins Wallis wie GUTZWILLER, sondern in Gruppe 6 einreihte, dann aber auch weil sich an verschiedenen Lokalitäten gewisse Gesetzmässigkeiten der Schüttung abzeichnen.

Den prozentual grössten Anteil von 26-40% haben die wegen starker Verwitterung und oft totaler Entfärbung der Gruppe 7 zugewiesenen Gerölle: Kristallin, undeter-

⁶⁾ A. GUTZWILLER war 1911/12 mein Geologielehrer in Basel; ich bewahre dankbar sein Andenken.

minierbare Sand- und Kalksteine, die Quarzite aller Färbungen, die aus Alpen, Mittelland, Schwarzwald oder Vogesen stammen können. Da sich bei den Gruppen 6 und 5, Alpen und Mittelland, die grössten übrigen Prozentzahlen zeigen, so dürften die meisten unbestimmbaren diesen Arealen entspringen.

Gruppe 1, Jura, Dinkelberg haben 4,8–13,7% geliefert, wobei frische Malmgerölle in der Basis der Grube Seppois die Zahl lokal hinaufschnellen lässt. Auch im Grossespenwald bei Feldbach wurden frische Malmkalke im Schotter gemeldet, dahin zu interpretieren, dass sie aus der Nähe, aus den Pfirterketten stammen und dass die untern Lagen der Sundgaukiese viel weniger verwitterten, sich entkalkten als die obere. Dass nur wenig Prozent aus den Nachbargebieten stammen, ist dahin zu deuten, dass es sich um ein Gewässer jungen Datums, d. h. ohne wohlentwickeltes Netz von Nebenflüssen handeln muss.

Gruppen 2 und 3, Schwarzwald- und Vogesengerölle, sind untergeordnet; der erstere Anteil kann direkt vernachlässigt werden, weil z. B. Muschelkalk und Buntsandstein auch den Vogesen entstammen könnten; letztere Gruppe gibt interessante Hinweise. Der Anteil an Vogesengerölle nimmt von E nach W deutlich zu, auch in Gruppe 4 erkennbar, was darauf zurückzuführen ist, dass nach W der aufgearbeitete Anteil an V.-Sch. zunimmt. Nachdenklich stimmt aber, dass bei Roppentzwiller im E-Sundgau nach GUTZWILLER 6% Porphyre (vogesisch) gefunden wurden; bei Knöringen und Riespach in dessen Umgebung fand ich keinen Vogesenhinweis. Obwohl auch im Schwarzwald Porphyrr auftritt, muss doch darauf hingewiesen werden, dass schon im Pont eventuell ein Vogesenbach das Laufenbecken erreicht haben könnte und dass bei Mariastein verschwemmte Quarzite konstatiert wurden, vgl. BITTERLI 1945, p. 35. So könnte es sich um aufgearbeitetes Vogesenmaterial des ältern Pliozäns handeln. Wollte man an Vogesenzufluss durch einen Nebenbach des Sundgaustroms denken, dann dürfte man keinen 14 km breiten Schüttungskegel annehmen, wie dies frühere Autoren voraussetzten, mit Ausnahme von SCHAEFER 1957.

Gruppen 5 und 6 offenbaren Anteile von 18,3–42 bzw. 9,3–29,4%; es sind die weit aus grössten, bestimmbaren Geröllanteile, die aus dem Mittelland oder den Alpen stammen und bestätigen, dass es ein Alpenfluss mit kräftigem Gefäll gewesen sein muss, denn die grössten Gerölle (Quarzite) messen 40–50 cm im Durchmesser und sind sehr gut gerundet.

Gegen den mittleren Sundgau nehmen sie etwas ab, da dort die Vogesengesteine merkbar werden. Doch muss schon jetzt eine Feststellung gemacht werden; weder die Leitgesteine aus der Ostschweiz (Verrukano? oder Grünsteine) sind so zahlreich, dass man von einem Rhein sprechen, noch diejenigen aus dem Wallis so zahlreich und sicher, dass man sie ohne weiteres einer Rhone zuschreiben könnte. Die Kapitel «Dünnschliffe und sedimentpetrographische Analysen» (Anhänge) werden darüber mehr berichten.

Nach dieser vorläufigen Geröllstatistik handelt es sich offenbar um die *Ur-Aare*, die vor dem Eintritt in den Sundgau über Blumberg zur Donau abfloss.

Quarzite. Grosse, wohlgerundete Quarzite von 30–50 cm sind ein augenfälliges Leitgeröll der S.-Sch. Vogesenquarzite dieser Grösse sind in den V.-Sch. eher selten, man trifft dort meist Buntsandsteinkiesel von 25–40 cm Ø. GUTZWILLER hielt sie für aus dem Wallis abkömmlich und nach ihm die meisten Autoren, THEOBALD aber leitete sie aus der miozänen Nagelfluh des schweizerischen Mittellandes ab. Tatsäch-

lich kommen dort in der Napfnagelfluh und in früheren Konglomeratlagen ähnlich grosse Quarzite vor, die vermutlich einst doch aus dem Wallis hergeschleppt worden waren. Und just im E des Sundgaus, wo man den Einfluss der groben Heubergschotter suchen möchte, fehlen dessen Quarzit- und Buntsandsteingerölle. Da demnach sowohl Vogesen als Schwarzwald als Quarzitlieferanten sehr wenig in Betracht kommen, so bleibt als wahrscheinlichstes Herkunftsgebiet die Nagelfluh des Mittellandes, worauf auch die Quarztdünnschliffe deuten. Immerhin hat THEOBALD in Rüderbach ein Gangquarzgeröll von 20 cm Ø entdeckt.

Radiolarite usw. Sie sind das typischste Leitgestein, durch GUTZWILLER anhand von Dünnschliffen kontrolliert, ebenso vom Verfasser, z. B. an zwei Stellen auf dem Scheitel der Réchéyskette. Nach Tab. 2 kann man mit 5–7% in den S.-Sch. rechnen, vom überfaustgrossen bis Millimetergeröll. Doch verwittern sie leichter als die andern Kieselgesteine und fehlen oft auf den Feldern. Sie waren auch in einigen der Aufschlüsse bei Dôle zu sehen (vgl. LINIGER 1966, p. 995).

Anlässlich einer Exkursion nach Seppois mit den Herren Dr. HANTKE und Dr. HOFMANN konnten noch folgende Geröllarten identifiziert werden:

- 1 Hauptrogenstein (frisch).
- 1 Klippenmalm, vorher als ?Schrattenkalk bestimmt); det. HANTKE mit DS.
- 1 Rhätkoralle, *Thecosmilia clathrata* Emmr. Riginagelfluh aus Klippendecke. Det. HANTKE. Sie ist identisch mit Fig. 10 aus J. SPECK 1953. Geröllstudien in der subalpinen Molasse des Zugersees. Mitt. ETH, Serie C51.
- 1 Spilit, miozäne Nagelfluh (aus der Radiolarit-Ophiolith-Decke. Det. HANTKE.

Rote Granite, von GUTZWILLER als alpiner Buntsandstein bestimmt, aus der Benkener Molasse. Det. HOFMANN.

Eine sed.-petr. A. von HOFMANN aus Sanden von Seppois ergaben, dass diese kein Gold führen, was bedeutet, dass wahrscheinlich nur in obern Lagen der Napfschüttung erodiert wurde.

Häufig sind die schwärzlichen Kieselkalke der helvetischen Decken und die Flyschsandsteine und -brekzien; dagegen sind Ölquarzite ziemlich selten und darum als Leitgestein kaum zu verwenden; südwestlich Dôle fand sich ein solcher. GUTZWILLER erwähnt einige Süßwasserkiesel aus der oligozänen Molasse bei Basel. Erwähnenswert sind ferner grosse Brocken von wenig gerollter Elsässer Molasse bei Bettlach, Hinweise auf die Erosionstätigkeit des Flusses.

Allgemein ist beizufügen, dass geschrammte Geschiebe nirgends zu beobachten waren, die vorglaziale Entstehung kann bestätigt werden. Auch die dachziegelartige Lagerung ist fast überall deutlich zu konstatieren, aber nicht nur in EW-Richtung; es zeigt sich, dass der Fluss die Richtung wechselte, vielleicht stellenweise mäandriert hat. Übergusschichtungen sind nur bei grossen Aufschlüssen vorhanden.

Dünnschliffe durch Quarzite

Aus zahlreichen, meist grossen Quarzitgerölle wurden Dünnschliffe angefertigt, um die Möglichkeit abzuklären:

- a) woher die grossen Gerölle stammen;

- b) ob es sich um alpine oder vogesische Quarzite handelt, die im Mineralbestand verschieden sein sollen, wie es MANZ behauptet, und
- c) ob sich die Heubergquarzite schwarzwäldischer Herkunft abtrennen lassen.

Angeregt wurde diese Methode durch die Ergebnisse von MANZ 1934, der in alten Donauschottern am Schwarzwaldsüdhang bei Blumberg (Randengebiet) schwarzwäldische und alpine Quarzite durch den Serizitgehalt unterschied. Es war klar, dass es sich um eine heikle Untersuchung handelte, denn MANZ deutete darauf hin, dass er vornehmlich die kleinen Gerölle von weissem Gangquarzit – freigewordene Bestandteile des triasischen Hauptkonglomerats – als schwarzwäldisch ausgeschieden hatte.

Nun war Dr. O. GRÜTTER bereit, diese Bestimmungen durchzuführen; die folgenden Ausführungen umreissen kurz dessen Resultate.

Das Material entstammte den S.-Sch., V.-Sch. (Charmoille), den Heubergschottern (Schwarzwald), den Vogesen (Sammlungen GRÜTTER), dem Pennikum des Unterwallis (Sammlung LINIGER). Die Nomenklatur erfolgte nach KRYNINE, P. (1945): *The Megascopic Study and Field Classification of Sedimentary Rocks*. School of Mineral Industries, State College Pennsylvania, J. Geol. 56.

In den DS zeigten sich Typen und Übergänge vom Gangquarzit zu Orthoquarzit-, Quarzsandstein-, Grauwacke- bis unreines Arkosequarz-Konglomerat, dann auch reiner Chert. (KRYNINE bezeichnet Psammite mit Körnern kleiner als 4 mm als «fine conglomerate».)

Es ergaben sich deutliche, aber keine entscheidenden Unterschiede zwischen den sundgauischen und den Walliser Quarziten.

Alle Quarzite sind unter ähnlichen äussern Bedingungen entstanden, Gangquarzite ausgenommen.

Alle Quarzite einschliesslich Gangquarzite enthalten Akzessorien (vgl. MANZ); Quarzite vom Heuberg zeigten als einzige Turmalin.

Demnach lässt sich bündig die Herkunft der Quarzite aus dem Wallis nicht nachweisen; die Quarzite stammen wohl grösstenteils aus der Molasse des Mittellandes, die sie vermutlich vom Pennikum des Wallis bezog.

Zu einer abweichenden Ansicht der Quarzitherkunft der Gerölle der Nagelfluh kam MATTER 1954, p. 355/56, anhand zahlreicher DS durch permotriasische Quarzite des Penninikums von St. Niklaus und Bürchen im Wallis (dieselbe Zone wie unsere Proben 9 und 10) und Vergleiche mit solchen aus der miozänen Molassenagelfluh; er hält sie für Buntsandsteinquarzite aus der ostalpinen Schichtfolge.

Damit entfällt definitiv ein Hauptgrund, einen direkten Zufluss der Rhone zum Sundgaufluss anzunehmen.

Im Anschluss an die Quarzite wurden von Dr. GRÜTTER noch eine Anzahl anderer Gerölle begutachtet.

Verrukano von Volkensberg, Sammlung GUTZWILLER. Makroskopisch diesem Gestein sehr ähnlich, aber verwittert und verfärbt. DS ergab: total verwittertes Eruptivgestein.

Damit wird aber jeder Zweifel behoben, ob ein Rhein aus der Ostschweiz in die S.-Sch. geflossen wäre, denn der von GUTZWILLER genannte Melaphyr von Roppentzwiller (E-Sundgau) kann besser aus den Vogesen anstatt aus dem Glarnerland bezogen werden.

Walliser Gerölle

Makroskopisch beurteilten sowohl GUTZWILLER als der Verfasser einige graue Brekzien als mögliche *Vallorcinekonglomerate*. Der Vergleich je eines DS durch eine Probe GUTZWILLERS und eine aus einem Handstück der Sammlung des Geologischen Instituts der Universität Basel ergab:

Institut. Grauwackenartig, brekziös, mit Quarzkörnern, Chert und Glimmer auf den Korngrenzen. GUTZWILLER. Viel feinere Brekzie, nicht grauwackenartig, gleicht dem Vallorcinegestein nicht. Provenienz unbekannt.

Gabbroartiges Gestein (Sammlung GUTZWILLER, det. G. MEYER 1905, Nr. 36. DS. Das stark zer-setzte, fast grünlich anwitternde Gestein könnte dem Gabbrovorkommen vom Thalhorn bei Öderen nördlich von Urbès in den S-Vogesen gleichen. Unbestimmbar, vermutlich vogesisch.

Epidosit. Sammlung GUTZWILLER, Nr. 1036. Roppentzwiller, 1892. DS. Vermutlich ein metamorpher Schiefer der Vogesen, entspricht durchaus einem ähnlichen, aber dunkleren Gestein (weniger zer-setzt) vom Bahndamm bei Urbès.

Granatgranulith (Sammlung GUTZWILLER, Nr. 1000. Heimersdorf, 1887). DS. Saures Eruptivgestein, felsophyrisch, Grundmasse SiO_2 , mit Nestern (oberflächlich dunkelgefärbt) von Quarz (resorbierte Körner), Feldspat und Glimmer in Plättchen. Vermutlich aus dem Unterkarbon der Vogesen.

Gneis (Sammlung GUTZWILLER, Nr. 1042. Roppentzwiller, 1892). DS. Grünliches Kristallin mit grossen Feldspateinschlüssen, gleicht einem zerdrückten Augengneis der Alpen und nicht irgend einem Gestein der Markircherzone der Vogesen.

Hornblende, feinkörnig (Sammlung GUTZWILLER, Nr. 18, det. G. MEYER. Grosnes, 1905). DS. Der deutlich geschieferete Gneis gleicht keiner der vorhandenen Proben aus der Zone der Markircher Gneise. Diese Zone liegt zudem nördlich der Vogesenwasserscheide und dürfte für Einbezug in S.-Sch. kaum in Frage kommen. Sehr wahrscheinlich alpin.

Chloritgneis (Sammlung GUTZWILLER, Nr. 1037. Roppentzwiller, 1892). DS. Der massive, ungeschieferete, helle Gneis ist serizitisch und gleicht keiner Probe der Gneiszone von Markirch, die einzig in Betracht käme. Vermutlich aus dem Wallis.

Aus der Literatur ergibt sich, dass GUTZWILLER 1905 mit L. MEYER (Belfort) eine Exkursion nach einer heute nicht mehr auffindbaren Kiesgrube zwischen Suarce und Grosnes gemacht hatte; dabei wurden mehrere, typische Walliser Gerölle entdeckt (seither bei französischen Autoren oft genannt, z. B. GABBRO). Die Originale sind im Museum Belfort deponiert, nun für Jahre magaziniert und leider unzugänglich.

So bleiben denn als deutliche Hinweise für Zufuhr von Walliser Penninikum einzig die Gneise und Glimmerschiefer übrig, die kaum einer Urrhone entstammen können. Da überdies im mittleren und oberen Pliozän eine Wasserscheide (? La Sarraz) quer durch das Molassebecken im W anzunehmen ist (LINIGER 1966), handelt es sich vermutlich um Flüsse, die die Berner Alpen passieren konnten oder um Schuppen aus dem Flysch (zone interne) der Alpen.

3. Die sedimentpetrographischen Analysen von F. HOFMANN (siehe Anhang I)

Nachdem F. HOFMANN mich seit 1962 laufend mit sed.-petr. A. unterstützt hatte (vgl. LINIGER 1963b, 1964b, LINIGER und HOFMANN 1965) kann nun die Gesamtliste seiner Analysentabelle 3 publiziert werden. Sie gehört eigentlich in den Anhang.

Daraus wie auch aus Tab. 4a ist zu entnehmen, dass das Hauptmineral der S.-Sch. Epidot ist, nach HOFMANN, sehr frisch und typisch für jungtertiäre Napfschüttung der OSM; der S.-Sch. enthält viel Quarz (50% in Pr. 34) und blaue Hornblende, indes Zirkon, Rutil, Turmalin und Staurolith zurücktreten. Die Schwermineralfraktion gleicht derjenigen der Napfschüttung, diese weist aber auch Topas und Andalusit auf.

Tab. 3. Die sediment-petrographischen Analysen des Tertiärs und Pleistozäns im N-Jura usw. von F. HOFMANN

Nummern (Original-Nr. in Klammern)	Nr. im Anhang	Lokalitäten	Landschaft	Geologische Beschaffenheit und Zuteilung	Karbonat total	K		
						D	Feldspat	Quarz
<i>Eozän</i>								
1 (17)		Le Fahy Monsieur	Miécourt	Grauer Ton, Bolus				
<i>Unteroligozän</i>								
2 (57)		Neufcul	Delsberg	Gelberde, Oberes Sannoisien	34	33	1	
3 (61)		SE franz. Zoll Réchézy	Sundgau	Grober Sand, Sannoisien				Malmtrümmer, Bohnerz,
<i>Chattien</i>								
4 (6)		Roppentzwiller	Sundgau	Elsässermolasse	44	43	1	
5 (9)	1	Roppentzwiller	Sundgau	Elsässermolasse	37	37	—	
6 (56)		Breitenbach-E	Laufen	Cyrenenmergel	8	7	1	12 56
10							10	52
<i>Helvétien</i>								
7 (46)		Bois de Robe-W	Delsberg	Geröll in Vogesenschottern				
<i>Tortonien, Jurangagelfluh</i>								
8 (10)	3	Montfaucon	Freiberge	Weisslicher Sand in Kalkkonglomerat	88	88	—	3 89
9 (20)	2	Dangeren bei Tennenken	Baselland	JNF Kiesgrube	69	68	1	
10 (55)		Breitenbach	Laufen	Kiesgrube Karhollen, JNF	11	10	1	31 50
<i>Pontien</i>								
11 (18)		Bois de Robe, Bachbett Borbet	Delsberg	Quarzsand, Unteres Pont	13	10	3	15 40
12 (19)		Bois de Robe, Bachbett Borbet	Delsberg	Quarzsand, Unteres Pont	25	24	1	10 47
13 (24)		Prinzi	Laufen	Quarzsand, Unteres Pont	10	8	2	18 65
14 (27)		Fehren-E	Laufen	Quarzsand, Unteres Pont				14 57
15 (3)	4	Lugnez, Grube, oben	N-Ajoie	Hipparionsand				
16 (3a)	5	Lugnez, Grube, unten	N-Ajoie	Hipparionsand				15 58
17 (11)	6	Lieu Galet, Grube, oben	Delsberg	Hipparionsand, grau	20	20	—	12 57
18 (11a)	7	Lieu Galet, Grube, Sandgeröll	Delsberg	Elsässermolasse, aufgearbeitet	42	41	1	9 59
19 (12)	8	Lieu Galet, Grube, unten	Delsberg	Hipparionsand, braun	—	—	—	5 44
20 (13)	9	Neufs Champs	Delsberg	Vogesenschotter über Hipparionsand				11 37
20a (13a)		Neufs Champs	Delsberg	Basisanriss. ?Hipparionsand	16	14	2	9 35
21 (36)		Bonfol, Grube, unten	N-Ajoie	Hipparionsand	26	24	2	
22 (37)		Bonfol, Grube, ?Quarzsand	N-Ajoie	Hipparionsand				
<i>Mittelpliozän, Vogesenschotter und Wanderblockformation</i>								
23 (14)	11	Strasse Develier- Les Rangiers	Delsberg	Quarzitschotter			10	45
24 (21)		Dangeren-Tennenken	Baselland	Blocklehm mit Geröllen	++	++		
25 (22)		Kastelhöhe	Grellingen	Blocklehm mit Geröllen	++	+	+	
26 (23)		idem	idem	idem	—	—	—	
27 (26)		Helgenmatt	Laufen	Blocklehm mit Geröllen			10	78
28 (54)		Steffen	Laufen	Blocklehm mit Geröllen	1	0,5	0,5	15 60
29 (7)	14	Heuberg Grube	Kandern (D)	Weissliche Tone Weisse Serie			21	45
30 (7a)	15	idem	idem	Quarzsand im Konglomerat				

		Gesteinstrümmer															
		Calcedon	Sanidin	Granat	Epidot	Stauolith	Disthen	Apatit	Zirkon	Rutil	Hornblende	Turmalin	Zoisit	Titanit	Topas	Andalusit	Chloritoid
+++																	
Quarzit																	
1	31	20	31	6	+	8	41	6	+			2	6	-	-	-	
+	38	29	34	14	4	18	12	6	2	blau	3	7	-	-	+	+	
		20	29	30	4	6	23	5	-		2	+	-	-	-	+	
roter Chert		24	52	4	2	11	11	4	-		15	1	-	+	-		
2	6	7	5	12	2	2	63	10	-		6	-	-	-	+	+	
1	18	5	8	8	+	9	53	17	-		4	+	-	-	-	+	
		10	2	6	-	58	25	8	-		1	-	-	-	-	+	
4	41	49	19	42	+	14	15	+	+	blau	8	+	+	+	+		
2	41	40	41	16	3	25	3	+	2	blau	10	-	-	+	+		
1	17	23	43	4	8	6	3	+		braun	10	+	+	-	+		
	28	53	30	18	+	23	8	9	-		9	2	-	-	-	+	
3	24	3	2	5	2	-	77	3	-		11	-	-	-	-	-	
+		+	-	2	+	-	86	12	-		+	-	-	-	-	-	
+	31	23	22	11	2	16	41	4	+	blau	3	+	-	+	+		
+	32	35	27	6	+	30	18	5	+	blau	+	+	+	-	-	?	
+	51	7	10	3	2	14	58	7	-		4	2	-	-	-	+	
+	52	6	3	8	3	15	58	5	-		6	1	-	+	+		
+	55	25	23	14	+	30*	24	4	4	blau	4	-	-	-	-	* id. gr.	
		+	8	3	-	-	59	24	-		6	-	+	-	-		
		1	5	4	-	-	71	17	-		3	-	-	-	-		
2	43	2	4	+	+	21	67	5	-		2	+	-	+	+		
		4	12	5	1	13	57	6	+	braun	5	-	-	-	-		
2	10	26	9	21	+	3	44	15	-		6	2	-	-	-		
+	25	38	14	41	4	-	30	10	-		+	+	-	-	-		
3	31	40	31	14	+	-	37	12	-		5	1	-	-	-		
		35	18	11	2	+	50	11	2*		4	2	-	-	-	* relativ viel Magnetit	
		-	-	-	-	+	91	6	-		3	-	-	-	-		
		-	-	-	-	2	87	8	-		3	-	-	-	-		

Tab. 3 (Fortsetzung)

Nummern (Original-Nr. in Klammern)	Lokalitäten	Landschaft	Geologische Beschaffenheit und Zuteilung	Karbonat total			Feldspat	Quarz
				K	D	Karbonat total		
Nr. im Anhang								
31 (43)	B. Vincelles 169–175	Bohrungen						
32 (44)	B. Ratte 64m	der Bresse	Sables de Condal (Unteres Pliozän, franz. Einteilung) = aufgearbeitetes Miozän	19	16	3		
33 (45)	B. Ratte 69m			2	1	1		
				17	13	4		
<i>Oberpliozän-Altpleistozän, Sundgauschotter und Analoga</i>								
34 (1)	17 Knöringen-N	Sundgau	Alpine Schotter	–	–	–	12	50
35 (2)	20 Pfetterhouse-SE	Sundgau	Alpine Schotter	–	–	–		
36 (5)	16 Riespach, Grube	Sundgau	Granitgeröll, verwittert					
37 (28)	18 Seppois-le Bas	Sundgau	Basis der Kiesgrube				13	59
38 (28a)	19 Seppois-le Bas	Sundgau	Oberer Teil der Kiesgrube				10	77
39 (62)	Villiger Geissberg	Aargau	Quarzitschotter? Uraare					
2039	Eichberg	N-Randen	Quarzitschotter Aare–Donau (HOFMANN)	–	–	–		
<i>Rheingraben, Bohrungen Karlsruhe (BARTZ)</i>								
40 (38)	Bohrung K. Hardwald	Karlsruhe	Aareschotter 53–56m	9,5	6	3,5	10	72
41 (39)	Bohrung K. Hardwald	Karlsruhe	Schwarzwald > Aare 59–62m	–	–	–	8	62
42 (40)	Bohrung K. Hardwald	Karlsruhe	Schwarzwald > Aare 74–75m	–	–	–	13	72
43 (41)	Bohrung K. Hardwald	Karlsruhe	Schwarzwald > Aare 85–88m	–	–	–	19	63
44 (42)	Bohrung K. Hardwald	Karlsruhe	Schwarzwald > Aare 96–100m (Pliozän)	–	–	–	14	74
<i>Bresse, Gegend von Dôle</i>								
45 (52)	Nevy-Parcey	Eisenbahn- einschnitt	Sundgauschotter	18	16	2		
46 (53)	Nevy-Parcey	Hügelanriss	Sundgauschotter	–	–	–		
<i>Pleistozän</i>								
47 (15)	Damphreux-E	N-Ajoie	Lehm in Karrenspalte von Malm	3	3	–		
48 (16)	12 Vendlincourt-W	N-Ajoie	Lehm mit wenig Vogesengeröllen	–	–	–		
49 (4)	Bonfol-E, Grube I, Sur les Creux	N-Ajoie	Oben: Weisse, gebl. Serie					
50 (4a)	13 Bonfol-E, Grube I, Sur les Creux	N-Ajoie	Unten: Weisse Serie, ? umgelagert				14	67
51 (34)	Moulin de la Largue-E (Grube)	Sundgau	Decksande der Sundgauschotter					
52 (35)	Moulin de la Largue-E (Grube)	Sundgau	Linse im Sundgauschotter					
53 (29)	Schönenbuch	Baselland	Alter, zersetzer Schotter	–	–	–		
54 (30)	Attenschwiller	Sundgau	Jüngerer (alpiner) Schotter als 53	–	–	–		
55 (31)	Arisdorf	Baselland	Sog. Günzschotter	33	33	+		
56 (32)	Bruderholz	S Basel	Mindelschotter	–	–	–		
<i>Rheingraben N Strasbourg, Soufflenheim</i>								
57 (47)	Grube Hanhoffen 1	U-Elsass	Sand, aus Zahn von El. tritontherii	++	+	11	64	
58 (48)	Grube Hanhoffen 2	U-Elsass	Sand, aus Zahn von El. tritontherii	+	+	7	58	
59 (49)	Grube Hanhoffen 3	U-Elsass	Sand aus Zahn von El. meridionalis	?	+	13	41	
60 (50)	Mothern, Sandgrube	U-Elsass	Sand, sog. Vogesensand	12	10	2	10	57
61 (51)	Soufflenheim, Grube	U-Elsass	Brauner Sand, mit Vogesen- und Sundgauschottergeröllen	–	–	20	61	

Calcedon	Gesteinstrümmer														
	Sanidin	Granat	Epidot	Staurolith	Disthen	Apatit	Zirkon	Rutil	Hornblende		Turmalin	Zoisit	Titanit	Topas	Andalusit
		+	+++						+		+				
		ca. 50	45	2	2	+	2	-	45		3	1	+	-	-
		52	64	+	+	3	4	-	21	4	4	4	+	-	-
-	38	3	83	2	1	-	13	1	-	blau	3	-	-	-	-
		-	18	9	4	-	63	13	+						
		4	52	-	-	-	44	4	-						
2	26	3	86	2	+	-	5	4	+	blau	+	3	-	-	-
1	12	+	93	2	-	-	+	3	+	blau	2	+	-	-	-
		20	48	2	1	-	26	17	3	blau	3	+	-	-	-
									grün						
			9	43	+	+	-	44	6	2	braun	4	+	-	-
										blau					
2	16	3	46	67	2	+	4	11	3	8	grün	2	2	-	-
2	25	29	6	6	+	+	-	65	5	3	braun	21	-	-	-
										st	st				
										grün	grün				
1	13	1	25	9	-	+	+	56	6	10	st	16	-	-	2
2	16	+	29	+	2	-	5	65	3	10	st	15	-	-	-
+	12	-	4	+	+	+	-	83	3	3	grün	11	-	-	-
										st	grün				
			21	78	+	-	4	4	1	9	grün	3	+	-	-
			24	65	2	-	-	19	8	3	grün	2	-	-	-
			10	23	24	2	2	38	7	+	blau	3	-	-	-
			+	++	+	-	-	++	+	+		+	-	-	-
			-	-	5	+	-	77	15	-		3	-	-	-
2	17	-	-	12	2	-	74	8	-		4	-	-	-	-
			+	85	3	+	-	6	1	+	grün	5	-	-	-
			+	87	2	2	-	+	+	4	braun	5	-	-	-
			6	78	+	+	-	16	2	+	blau	2	2	-	-
			32	82	-	-	-	15	+	-		3	-	-	-
			33	80	+	-	10	+	3	4	grün	2	-	-	-
			25	82	+	-	2	6	6	+	grün	2	-	-	-
1	25	30	62	-	-	7	15	-	16	brann	grün	+	-	-	-
2	33	60	90	-	-	+	3	+	7	st		+	-	-	-
1	45	64	32	+	+	9	56	+	-	3	-	-	-	-	-
+	33	46	78	7	+	+	5	-	7	grün	+	-	-	-	2
+	19	23	72*	7	-	+	12	1	2	grün	4	+	-	-	-

Gerölle: Qu., Verrucano? Radiolarit, Taveyannazsandstein (Napf)

brauner Biotit
st = strahlsteinartig
brauner Biotit
brauner Biotit
brauner Biotit, Pyroxen +
braun. Biotit, Pyroxen + (grün: vulk. Basalt des Kaiserstuhls)

Enthält Molasse alsaciennae, aufgearbeitet

↑ Sundgausechotter
↑ Glazialschotter
↑ Jüngerer Glazialschotter

* Typ NAPF

Der analysierte, völlig zersetzte, von Illit umhüllte Granit von Riespach lieferte ebenfalls Epidot und ist als typisch alpin (Aaremateriale) zu kennzeichnen.

Wo in den Analysen der Zirkongehalt der S.-Sch. hinaufschneelt, wie in Pr. 35, Strasse Pfetterhouse–Courtavon, Höhe 470 m, muss mit weitgehender Durchsetzung durch aufgearbeitete V.-Sch. gerechnet werden; es ergibt sich die Fazies der Mischschotter (vgl. p. 24).

Die Schlussfolgerung nach HOFMANN erlaubt nun eine durch die andern Methoden nicht erreichte Präzisierung der Herkunft:

Die plio-pleistozänen Sundgauschotter sind aus der Napfschüttung der schweizerischen Molasse des Mittellandes und vom westlichen Alpenrand abkömmlig.

Damit sind die weniger präzisen Folgerungen der Geröllstatistik und der Quarzitdünnschliffe eindrucksvoll bestätigt.

Man hat es mit einer Uraare zu tun, nicht mit einem Rhein, wie die meisten Autoren schrieben und schreiben; RUTTE hatte 1950, p. 62, bereits diesen Schluss gezogen, und 1961, p. 131, folgte ihm BARTZ.

Ohne weiteres ergeben sich neue Schlüsse:

a) Man kann nun stratigraphisch und zeitlich die S.-Sch. mit den Ablagerungen der Donau-Uraare im S-Schwarzwald vergleichen. Die Uraare bei Blumberg muss älter als der S.-Sch. sein.

b) Die von BRÜCKNER 1912 und von R. STAUB 1934 geäusserte Ansicht, der S.-Sch. habe den eingeebneten Jura von S nach N her überquert, ist erledigt. Erstmals etwa im mittleren Oberpliozän durchfloss die Uraare das Flussbett Koblenz–Basel (vgl. p. 33 u. p. 55).

Es muss demnach in der Gegend Waldshut–Koblenz eine Wasserscheide bestanden haben (LINIGER 1966), die infolge tektonischer Vorgänge unwirksam wurde.

Damit ist eine Basis geschaffen, um sedimentologisch und zeitlich die S.-Sch. mit den fluvioglazialen Deckenschottern zu vergleichen. Das Rheintalstück Koblenz–Bodensee kann erst später, nur durch die glazialen Schmelzwässer des Hochrheins geformt worden sein.

4. Fazies der plio-pleistozänen Sundgauschotter

Hierher gehören die Mischschotter am Juranordrand und die aus Vogesenmaterial bestehenden Geröllplatten am Vogesensüdfuss.

Mischschotter

Die schmale Zone am Juranordrand und in der N-Ajoie, von Pfirt im E bis nach Delle im W reichend, die ungefähr zur Hälfte Vogesen- und Sundgaumaterial enthält, ist bereits früher beschrieben worden. Von ERZINGER wurden die beiden verschiedenen Bestandteile genannt, aber im Gelände nicht auseinandergehalten, so dass darüber keine Klarheit bestand. Sie sind kurz beschrieben in LINIGER 1964a und 1964b und müssen als rein lokale Aufarbeitungszone der S.-Sch., begünstigt durch leichte Diskordanzen der Unterlage, gedeutet werden.

Sundgauschotter in Vogesenfazies

LINIGER hat 1963a, p. 43, darauf aufmerksam gemacht, dass die von WERVECKE, THEOBALD, RUTTE, SCHAEFER u.a. nördlich Altkirch am Vogesensüdhang liegenden

Schotter aus Vogesenmaterial nicht nur eine Fazies der plio-pleistozänen S.-Sch. sein könnten, sondern ältere, dem Mittel- oder Unterpliozän zugehörende Geröllablagerungen. Da keine Fossilien vorliegen, bleibt die Auffassung der Autoren Hypothese. Es ist nämlich nicht einzusehen, dass alle Reste der frühen, pliozänen Vogesen-schüttungen verschwunden, erodiert sein sollen, und erst minutiöse Geröllanalysen verbunden mit Geländeaufnahmen 1:20000 könnten darüber grössere Klarheit bringen.

Es fällt dreierlei auf. Erstens ist der geröllarme Streifen zwischen alpinem und dem sog. vogesischen Sundgauschotter nördlich Dammerkirch etwa 6 km breit. Sodann notiert SCHAEFER 1957, dass die fraglichen «Vogesenschotter nördlich Dammerkirch an ihrem S-Ende tiefer liegen als das südlich anschliessende Hochgelände», das Sundgauschotter trägt. Eine primäre Tieflage als Liegendes der Sundgauschotter wäre also möglich, obgleich auch tektonische Verstellungen in Betracht kommen könnten.

SCHAEFER versucht, den geröllarmen Streifen zwischen beiden Geröllschüttungen durch eine vom Rücken von Altkirch nach W zu ziehende, orographisch hochliegende Zone zu erklären, was bedingen müsste, dass sich die zu gleichen Zeiten nach W fliessenden Gewässer gegen Belfort zu irgendwo vereinigt hätten. Ferner ist die Flussrichtung der Vogesenbäche, gegen SE, auffallend; diese Richtung kann ebensogut schon im Unterpliozän bestanden haben, worauf ja früher bereits hingewiesen wurde.

Nun fand THEOBALD 1956 in Belfort und Umgebung ebenfalls Geröllvorkommen aus Vogesenmaterial, die er ins «Niveau» der Sundgauschotter stellt. Dies ist natürlich möglich, aber auch in diesem Fall muss auf die Möglichkeit hingewiesen werden, dass z. B. das mittelpliozäne Flussystem bestanden und Spuren hinterlassen hat, die, weil petrographisch gleichartig, ohne Fossilien kaum zu unterscheiden sind. Es fällt auf, dass auf dem Block Bure (Le Maira), in den Freibergen, auf den französischen Jurahochflächen bis hinab nach Pontarlier Quarzite festgestellt wurden, die z. T. vogesisch sein können, Äquivalente der mittelpliozänen V.-Sch. der Ajoie. Falls ein anderer mittelpliozäner Fluss aus den Vogesen bestanden hätte, so wäre er nicht mit demjenigen, der ins Delsbergerbecken führte, zu identifizieren. In diesem Zusammenhang fällt ferner die N-S verlaufende Flussstrecke des Doubs zwischen Montbéliard und St. Hippolyte auf. Es könnte sich um ein mittelpliozänes und später, nach der zweiten Jurafaltung in unserem Jurateil, erneut benütztes Bett des gesuchten Vogesenstroms handeln.

Interessant ist die Stellungnahme von WERVECKE in einer von mir früher übersehenden Fussnote 1924, p. 134. Er hält die Vogesenschotter auf der N-Seite des Buchwalds zwischen Dannemarie und Gottesthal als gleichaltrig wie die Sundgauschotter auf dem S-Hang dieses Hügels; Vogesenschotter bei Gevenatten (zwischen Altkirch und Masmünster) seien wegen anderer Zusammensetzung und stärkerer Verwitterung eher «unterpliozän». Danach scheinen doch Ansätze zur Aufsplitterung der Vogesengeröllabsätze am Vogesen-S-Hang zu bestehen.

5. Verbreitung der Sundgauschotter

Südschwarzwald-Randengebiet (Tab. 3, Pr. 39 und 2039).

SCHALCH beschrieb 1908, p. 55, vom Eichberg bei Blumberg auf Höhe etwa 900 m ein Vorkommen von Quarzschottern und hielt es für altdiluvial oder älter. MANZ studierte 1934 diese ausgedehnten Geröllvorkommen an den Rändern der alten Donau und fand darin alpine Elemente, z. B. Ölquarzite und andere alpine Quarzite. Eine

weisse Quarzart ohne Serizit (Gangquarz aus dem Hauptkonglomerat der Trias) deutete er als typisch schwarzwäldisch und leitete daraus eine Uraare ab, auf die bereits früher schweizerische Geologen wie VOSSELER, AMSLER usw. hingewiesen hatten. Ohne weiter auf seine Unterscheidungsmethoden einzugehen, muss darauf hingewiesen werden, dass die DS von GRÜTTER deutlich erwiesen, dass auch die Gangquarzite der süddeutschen Massive meist Muskovit und Serizit enthalten.

HOFMANN hat aus diesen Eichbergschottern eine sed.-petr. A. gewonnen und charakterisiert sie (briefliche Mitteilung) als epidotreiche, kurzfristige Aare-Donau-Verbindung, jünger als Höwenegg und Basaltvulkanismus des Hegaus, was auch TOBIEN 1957, p. 203ff., anmerkt. Es fällt auf, dass nach MANZ in diesen Uraare-quarzitgerölle Radiolarite fehlen, die in den Sundgaukiesen vorhanden sind; man muss daraus auf deutlich höheres Alter der ersteren schliessen. Nach MANZ treten solche dann erst gegen Ulm zu auf, als Zeugen des Zuflusses eines glazialen Rheins.

Da die Uraare etwa seit Mitte Oberpliozän durch den Sundgau floss, kann angenommen werden, dass seit dem Aussetzen der Glimmersandrinne HOFMANNS, die nach W zu durchs schweizerische Mittelland floss, eine neue Entwässerungsader, die Uraare von W nach E über Koblenz zur Donau sich bilden konnte, also etwa seit dem Mittelpliozän.

Nun fand 1964 Prof. Dr. TRÜMPY, Zürich⁷⁾, auf dem Villiger Geissberg nördlich Brugg auf Kote 600–660 Reste eines Quarzitschotters, sandte eine Probe davon an HOFMANN, dessen Befund in Tab. 3, Pr. 39, zu finden ist. Mit dem Vorbehalt, dass es sich bei diesem hochinteressanten Fund um Überreste einer frühglazialen Aare handeln könnte, wage ich es, gestützt auf die Ähnlichkeit der Hofmannschen Befunde mit denjenigen des Eichberges, diese als Bindeglied zwischen der Uraare des Mittellandes und dem Eichberg aufzufassen; er wäre dann die einzige Stelle, wo die Höhenlage der späteren Sundgau-Aare, relativ schwach durch tektonische Bewegungen verändert, ausgewertet werden könnte. Nimmt man als ungefähre Basis dieser Schotter die Kote 600 an (siehe unten), so ergeben sich folgende Daten:

1. Der Schwarzwald-S-Rand muss sich nach dem Absatz auf dem Eichberg um 250–300 m gehoben haben.
2. Die Strecke Geissberg–Koblenz–Hagenthal beträgt 68 km; man kann daraus das Gefälle der oberpliozänen Uraare, die das heutige Rheintal bei Koblenz benützte, auf etwa 2,08% berechnen, wobei man die bei Hagenthal tektonisch verstellte Basis der Sundgauschotter mit etwa 460 m einsetzt, anstatt mit etwa 510 m.

Der letzte Bearbeiter der Brugger Gegend, S. MOSER 1958, an dessen Areal der im Tafeljura liegende Geissberg (710 m) allerdings nur nahe herantritt, legte die Höhe der präglazialen Talfläche des Aaretals zwischen 530–600 m, indes R. FREI diese zwischen 580–680 m annahm. Die Höhe von 660 m, die die Quarzitschotter gemäss TRÜMPY am Geissberg aufweisen, mag als früheste Ablagerung der mittelpliozänen Uraare gedeutet werden, indes die Höhe 600 m als ungefähr dem inzwischen erosiv vertieften Bett der oberpliozänen Aare, kurz vor der Abweichung nach W bei Koblenz, angesprochen werden kann. Nicht in Betracht gezogen wurde dabei die Möglichkeit der

⁷⁾ Herr Prof. Dr. R. TRÜMPY erteilte gütigst die Erlaubnis, seine Beobachtung am Geissberg hier zu publizieren; es sei ihm der beste Dank dafür ausgesprochen.

Schotterversackung sowie einer allgemeinen, schwachen Hebung des Gebietes nach der Schotterablagerung; beides kann sich gegenseitig etwa aufheben.

Man ersieht daraus, dass trotz der sorgfältigen Geländebearbeitung Mosers dieser Autor vermutlich die präglaziale Aarefläche etwas zu tief eingeschätzt haben mag (Aaretalliteratur bei MOSER).

Bresse (vgl. p. 424, 427 und LINIGER 1965, p. 995).

Rheingraben, Mittelrhein, Niederrhein

Meine Arbeit 1965 über das Alter der S.-Sch. hat dazu geführt, deren Äquivalente in den Bohrungen von Karlsruhe den untersten Mosbachersanden mit *Elephas meridionalis-trogontherii* bei Wiesbaden E altersmäßig gleichzusetzen.

Weitere Literaturstudien, vor allem VON DER BRELIE 1959, dessen Überblick auch die folgenden Zitate entnommen sind, haben den ersten Absatz von alpinem Uraare-material auch am Mittelrhein und weiter abwärts erkennen lassen. Am Mittelrhein sind im Profil von Klärlich (Gegend von Düsseldorf) in der Jüngern Hauptterrasse eine Turmalin-Pyroxen-Zone, eine Granat-Epidot- sowie eine Granat-Hornblende-Zone und unten eine titanitreiche Zone unterscheidbar. Somit kann die Jüngere Hauptterrasse, in der wie ersichtlich auch viel Vulkanmaterial angeschwemmt wurde, als erster Durchgang der Uraare eingeschätzt werden (vgl. p. 377).

Am Niederrhein kennzeichnen (nach VINKEN) Granat, Epidot und grüne Hornblende die Jüngere Hauptterrasse (p. 377) und in Tab. 2 werden in Nordwestdeutschland und in den Niederlanden die analogen Absätze der Eburonkaltzeit (Eburonien) und der Günz(Weybourne)-Kaltzeit (Menapien) gleichgesetzt.

Die sed.-petr. A., Pr. 40–44, erlauben demnach, den ersten Durchgang alpinen Materials im untern Rheingebiet bis an die holländische Grenze als *Jüngere Hauptterrasse* zu fixieren und sie als mittleres Alt-Pleistozän aufzufassen; interessant ist dabei, dass laut Tab. 2 die Günzzeit ausfällt, da die nächst jüngere Terrasse «Unterstufe der Jüngern Hauptterrasse» schon der Cromerwarmzeit und damit dem Inter-glazial zur Mindel(Elster)-Kaltzeit zugezählt wird.

6. Ablagerungsmodus, Mächtigkeit, Gefälle

Die frühere Auffassung, dass die S.-Sch. westlich Basel einen 14–20 km breiten Aufschüttungskegel hinterlassen hätten, muss heute, vor allem seit der Ausführungen von SCHAEFER 1957, als überholt bezeichnet werden. Wertvolle Kriegsbefunde veröffentlichten OBERDORFER 1920 und MEYER; morphologische Untersuchungen können jedoch keine definitiven Lösungen ergeben, wenn sie nicht mit tektonischer Kleinarbeit gekoppelt sind. Da vor allem GUTZWILLER 1912, THEOBALD 1934, OBERDORFER und WERVECKE 1925 eine Menge Einzelheiten über das obige Thema brachten, soll hier nur eine kleine Auslese wiedergegeben werden. Abnorme Gefälle hat 1934 THEOBALD in seinen Profilen gezeichnet und auf die postsundgauischen Verstellungen der alpinen Kiese hingewiesen und SCHAEFER hat in seiner guten Arbeit deren tiefere Bedeutung klargelegt.

Die Unterlage. Der Sundgau war beim Eintritt der alpinen Schotter kein Senkungsgebiet (SCHAEFER 1957, p. 61); WILSER 1929 und VONDERSCHMITT 1942 haben darauf hingewiesen, dass die frühholozänen, grossen Senkungen im Rheintalgraben im

Chatt beendet waren, und seitdem war der westliche Teil, die Senke von Montbéliard-Dammerkirch (Dannemarie), eine schwach nach S geneigte Ebene, die mit den miozänen Flächen weiter im S identisch ist (vgl. p. 414). Die letzte, beträchtliche Aufschüttung brachte das Mittelpliozän in Gestalt der Vogesenschotter. Senkungen setzten erst postoberpliozän ein (Tf. 2, Pr. 4).

Nach der Hauptfaltung im Jura bildete sich zwischen Jura-N-Rand und der S-geneigten Aufschüttungsfläche eine schwache Rinne nördlich der Pfirt, in der eventuell die Vogesenbäche, deren Weg nach S versperrt war, nach W abflossen, zur neuen Erosionsbasis in der Bresse.

Auch die etwa Mitte Oberpliozän eintreffende Uraare benützte diese (erste) Rinne und räumte vorerst vieles von Vogesensanden und -schottern des Pliozäns ab, es entstanden die Mischschotter. Diese Fazies sowie die Tatsache, dass die S.-Sch. in der Ajoie heute durch eine antiklinalartige Barriere (Réchésykette) vom übrigen Schotterkomplex getrennt sind, zeigen die Richtigkeit dieser Annahme. Im Verlauf der späteren Schüttung wurden dann immer mehr frühpliozäne, klastische Bildungen erosiv entfernt und die miozäne Fläche abgedeckt; letztere bildet heute fast überall im Sundgau die Unterlage der S.-Sch. Zugleich aber verlegte die Uraare ihr Strombett nach N, infolge tektonischer Ereignisse.

Mächtigkeit. Sie beträgt zwischen 0–21 m, letzteres anlässlich einer Brunnengrabung bei Bisel durch GUTZWILLER festgestellt. Da nun an mehreren Stellen, unweit voneinander, geringste Dicke und dann volle Mächtigkeiten, z. B. auch in Schützengräben, zu finden waren, so ergibt sich, dass die Uraare über 20 m tiefe Flussrinnen in die Unterlage gegraben haben muss, sie war schwach erosiv. Gegen Altkirch zu tritt sie und da das Oligozän deutlich aus den heutigen Hochflächen.

Bei Oberhagenthal im E-Sundgau fand OBERDORFER 5 m Mächtigkeit, bei Froidefontaine im W stellte ich auch 5 m fest; allgemein kann mit 10–20 m in den ehemaligen Rinnen gerechnet werden. Diese Tatsachen widerlegen die These vom Streukegel.

Durch Vergleich mit heutigen Stromtälern kann es sich höchstens um Täler von 3–5 km Breite gehandelt haben; die Basis des Aaretals bei Solothurn misst 2–3 km, die des Rheins bei Waldshut etwa 3 km, das Hochtal bei Blumberg im S-Schwarzwald unter 0,5 km. Eine gute Übersicht über die Sundgau-Aaretäler ist auf der Karte von SCHAEFER zu finden; nach ihm zeigen sich auf einer Breite von etwa 14 km bis Alt-kirch 3–4 solche Uraarerinnen.

Das erste oberpliozäne Uraaretal im Sundgau. Die neuen Untersuchungen lassen es in folgender Aufzählung von E nach W erkennen (Tf. 2, Pr. 3):

Oberhagenthal (Basis 510 m)⁸), Luppach bei Pfirt 455–460 m, Köstlach 460 m, Kiesgrube Moos 425–430 m (Verwerfung!), Kiesgrube östlich ob Pfetterhouse 470 m, Haute Charme südlich Beurnevésin 460 m, Les Voirandes westlich Lugnez 460 m, Montinez 440 m, Höhe ob Boncourt 490 m (Nähe von Verwerfung), bei Delle 390–400 m, Höhen von Etupes 370–380 m, Höhen nördlich und südlich Montbéliard 350 m.

Aus diesen Angaben kann nun das Totalgefälle der ersten Uraare abgeleitet werden (siehe Prof. 3).

⁸⁾ OBERDORFER rechnet über bei den Höhenzahlen und Gefällsrechnungen mit der Oberfläche der S.-Sch.; da die Basis an vielen Orten zuverlässig abzuschätzen ist, nehme ich sie als Grundlage.

Zum Vergleich:

Gefälle Villingen Geissberg-Koblenz-Oberhagental (68 km)	2,08% ⁹⁾
Gefälle Montbéliard-Dôle (Montbarrey) (160 km)	1,98% ⁰⁰
ALB. HEIM (Bd. 1, p. 287 und 294)	
Mindelterrasse Aaretal-Waldshut	5,23% ⁰⁰
Hochterrasse Kaiserstuhl-Basel	4 % ⁰⁰
Niederterrasse bei Basel	0,5 % ⁰⁰

Die geringen Promillezahlen weisen auf ausgeglichene Landschaften ausserhalb der Faltungsgebiete. HEIM gibt für den Sundgauschotter 10–15%⁰⁰ an, den Zahlen der Literatur folgend (HEIM, Bd. 1, p. 280).

Nebenbei drängt sich wegen der angenommenen Basis der S.-Sch. westlich Hagental von 460 m eine kritische Bemerkung auf, da alle bisherigen Autoren dieses Basis auf 510 m angesetzt hatten (vgl. Tf. 1 und Tf. 2, Pr. 3). Der S.-Sch. liegt heute tatsächlich 110 m höher als die Basis des glazialen Günzschotters mit 390–400 m bei Schönenbuch-Niederhagental. RUTTE hatte im Dinkelberg nördlich Basel den S.-Sch. etwa 30 m über dem Günzniveau (Lingert-N.) angenommen; verlängert man die S.-Sch.-Platte Bettlach-Hagental nach E in die Luft, so läge der S.-Sch. bei 2%⁰⁰ Gefäll etwa 80 m über dem Tüllingerhügel bei Basel, wo nach freundlicher Mitteilung von O. WITTMANN, Lörrach, glaziale Gerölle bei 450–460 m vorauszusetzen sind, und läge 100 m über dem Günzschotter bei Vogelsand (Arisdorf, Kanton Basel-Land). Das sind unwahrscheinliche Zahlen.

Das östlichste Vorkommen von S.-Sch. liegt auf P. 526 – Bois de St.-Bricé; er senkt sich nach W bis Bettlach auf 460–470 m. Dieses ungewöhnliche Gefälle innerhalb zweier Kilometer und die Nähe des bedeutenden Allschwiler Bruches lassen vermuten, dass bei der zu hohen topographischen Lage im Bois de St.-Bricé tektonische Verstellung, d. h. eine postsundgauische Hochpressung vorhanden ist, die ich auf etwa 50 m beziffere. Darum die Annahme der ursprünglichen Basis Hagental auf 460 m, die allen späteren Deduktionen zugrunde liegt.

Bei der Annahme eines Gefälls von 2%⁰⁰ läge der S.-Sch. etwa 40 m über Tüllingerhügel und 47 m über Vogelsand.

Pr. 3 auf Tf. 2 ist erstellt auf diesen Voraussetzungen; es zeigt den theoretischen Verlauf des ersten, oberpliozänen Uraarebettes Hagental-Montbéliard. Man erkennt darin ohne weiteres, dass zwei Gebiete deutlich nach der Schotterablagerung gehoben worden sind, die Gegend zwischen Luppach und Köstlach sowie das Teilstück Pfetterhouse-Montinez. Diese postsundgauische Hebung hat als erste Wirkung den Sundgaustrom nach N abgedrängt. Sodann ist ebenso klar ersichtlich, dass diese Bewegung mit rheintalischen, postsundgauischen Brüchen zusammenhängt, was im Kapitel Detailtektonik, p. 463, näher ausgeführt werden wird.

Interne Gefälle des S.-Sch.-Komplexes. Vor allem OBERDORFER hat ihnen grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Er unterscheidet Gefälle nach N und W und schliesst daraus auf allgemeine Absenkung nach NW.

Beispiele:

Gefälle nach N Oberhagental-Dreihäusern (im E)	10,6% ⁰⁰
Gefälle nach N Largtal(Largin)-Largitzenbach	7 % ⁰⁰
Gefälle nach N Altpfirt-Grossespenwald (bei Riespach)	18,5% ⁰⁰
Gefälle nach N Pfetterhouse-Dannemarie.	9 % ⁰⁰
Gefälle nach W Hagental-Moos	5 % ⁰⁰

Sie zeigen deutlich abnorme Gefälle und damit Flexuren oder Brüche im Absenkungsgebiet an, die aber wegen der starken Lehmbedeckung nicht lokalisiert wer-

⁹⁾ Bei der Berechnung der Kilometerzahl wurde Koblenz als Ablenkungsort der Uraare angenommen.

den können. Die tiefste Rinne der alpinen S.-Sch. liegt auf etwa 320 m zwischen Altkirch und Dannemarie (siehe Pr. 4, Tf. 2).

Wandert man von Altkirch nach S gegen den Jurarand, so fällt deutlich das stete Ansteigen der Oberfläche nach S auf; einzelne Teilstücke sind dabei topfeben, und es zeigen sich kleinere Gefällsbrüche. Diese sind früher als Terrassen im Schüttungskegel aufgefasst worden. Die Oberfläche ist später durch eine verschieden dicke Lehmhülle derart bedeckt worden, dass das Gebiet als schräggestellte, einheitliche Platte erscheint. Nach dem Verlassen des Sundgaus durch die Uraare, die sich nach N wandte, blieb der Schotterkomplex als solcher im grossen und ganzen erhalten; es formten sich diluviale Täler und Tälchen in demselben und erodierten vorwiegend an den Rändern. Der Sundgau bietet heute noch ein typisches Beispiel einer gut erhaltenen, altdiluvialen Wasserscheide.

Jungpleistozän

Da sowohl im eigentlichen Untersuchungsareal wie im ganzen Gebiet der alpinen Fazies des S.-Sch. keine fluvioglazialen Schüttungen vorkommen, ausgenommen eine junge Lehmbildung, kann ich mich kurz fassen. Zunächst wurden vier Proben fluvioglazialer Kiese zum Vergleich mit den S.-Sch. sedimentpetrographisch untersucht, drei Günz- und 1 Mindelschotter (Tab. 3, Pr. 53–56).

a) Älterer Deckenschotter, südlich Dorfgrenze Schönenbuch, Höhe etwa 390 m. Im Dorf selbst war gleichzeitig ein Kanalisationsgraben auf Höhe etwa 380 m offen, der bis 4 m Tiefe die Schotter in irriger Lagerung zeigte; der Habitus glich denen der S.-Sch. Mächtigkeit über 15 m¹⁰).

¹⁰) Mit dieser Analyse wurde (1964) auch eine solche vom sog. Vogelsand, 750 m nördlich Arisdorf (Basel-Land) verglichen, die bisher als Günzablagerung galt und sich als deutlich glazial erweist (Pr. 55 in Tab. 3).

Im April 1965 wurde mit Herrn Dr. HANTKE, Zürich, dieses Vorkommen erneut untersucht; an einem neu erschlossenen Weg am Grübchen Vogelsand waren lose, grobe Schotter auf etwa 200 m Länge aufgeschlossen, die Rheingerölle ohne Jurageschiebe verrieten. Das in der Literatur mehrfach zitierte Grübchen zeigt einen lokal verkitteten Nagelfluhklotz derselben Schotter. Da etwa 150 m westlich Hof Homberg bunter Keuper ohne Gerölldecke auftritt, überragt von Lias α auf P. 455,8, 25–30 m höher als das Schottervorkommen, so kann es sich nicht um eine ausgebreitete Decke der fluvioglazialen Gerölle handeln, sondern gemäss Auffassung HANTKE um eine 700–800 m breite Schmelzwasserrinne, eingetieft in Keuper. Dieselbe Rinne ist auch an den Waldrändern 500 m nördlich Stift Olsberg festzustellen, wo auffallend viele Gerölle von 30–45 cm Länge vorkommen, bedeutend mehr als bei Vogelsand. Das Lehmgrübchen im Wald Frauenwacht (Koord. 624.820/264.140) ist frei von Geröllen, ebenso die Höhe nördlich Olsberg. Die Mächtigkeit der Schotter beträgt 5–10 m; deren Unterlage ist beim Stift Olsberg unterer Keuper oder Muschelkalk, die Auflage quartärer Lösslehm und nicht Grundmoräne. HANTKE hält den Rinnenschotter für mindeleiszeitlich. Diese Beobachtung ist als Originalmitteilung von Dr. R. HANTKE zu betrachten. Literatur: R. FREI 1912; C. DISLER 1931: *Geologie des Bezirks Rheinfelden und der angrenzenden Gebiete*, Vom Jura zum Schwarzwald 6.

Herr Dr. R. HANTKE schrieb mir dazu noch: «Die von DISLER 1931 und 1945 auf dem Deckenschotterplateau von Berg südlich und südwestlich Rheinfelden erwähnten Erratiker bekunden keinen über Möhlin hinaus vorgestossenen Gletscher. Da sie auf einer mit Herrn Dr. LINIGER durchgeföhrten Exkursion nicht aufgefunden werden konnten, sich jedoch an den von DISLER angegebenen Stellen stets grössere, aber deutlich gerollte Geschiebe vorfanden, liegt der Verdacht nahe, dass es sich um solche aus dem unter der Lösslehmdecke liegenden Deckenschotter handelt. Auch der von DISLER 1931 in Fig. 7 abgebildete Erratiker dürfte ein derartiges, mit der Geröllflut des Deckenschotters verfrachtetes Geschiebe darstellen. Ebenso konnte die von DISLER erwähnte Grundmoräne über dem Deckenschotter von Vogelsand nicht beobachtet werden; die darüber liegende Decke ist, wie neue Weganschnitte gezeigt haben, als verlehmter, wahrscheinlich risseiszeitlicher Löss zu deuten.

- b) Älterer Deckenschotter, etwa 1 km östlich Dorf Attenschwiler, am E-Hang des Lielbaches, Kote etwa 320. Stark verwittert, vielleicht weniger alt als S.-Sch. GUTZWILLER reihte das Vorkommen nur mit Reserve zum Günsniveau ein.
- c) Älterer Deckenschotter (Nagelfluh), etwa 1 km nördlich Arisdorf (Basel-Land), auf Vogelsand, Höhe etwa 400 m, Koord. 624.850/263.040¹⁰.
- d) Jüngerer Deckenschotter, Bruderholz südlich Basel, 300 m südwestlich Wasserturm; Höhe etwa 3 m. Gelbbrauner, eher frisch aussehender Schotter (Koord. 610.750/263.975).

Ergebnis:

Pr. 53 gleicht durchaus dem Sundgauschotter, enthält nach HOFMANN fast ausschliesslich Aaremateriale, auch blaue Hornblende. Er ist kein älterer Deckenschotter, entspricht entweder der stark abgesenkten Uraare, da der Komplex 100 m tiefer als Hagenthal liegt und grosse Mächtigkeit zeigt, oder ist abgesackter S.-Sch.

Pr. 54–56 enthalten neben Aare- auch Rheinmaterial, vom letzten mindestens die Hälfte, was sich im stark erhöhten Granatgehalt und im mehr oder weniger starken Auftreten grüner, alpiner Hornblenden äussert. Sie sind also deutlich fluvioglaziale Rheinkiese; auffallend ist der grosse Karbonatgehalt vom Vogelsand, der Verdacht erregt, dass es sich nicht um Deckenschotter handeln könnte.

Mindestens der ältere Deckenschotter am Sundgau-E-Rand darf demnach angezweifelt werden und kann kaum mit den Vorkommen in der näheren Umgebung von Basel gleichgestellt werden. Es entfallen also alle damit angestellten Gefällsverhältnisse und -vergleiche.

An diesem Punkt der Untersuchung kann auf die momentane Situation der Glazialforschung im Rheingebiet hingewiesen werden. W. WAGNER hat 1962 die Auffassung vertreten, dass der Alpenrhein seine Günsnablagerungen nach N, gegen Ulm zu, deponiert habe und der Hochrhein erst zur Mindelzeit ins heutige Rheintal abgeflossen sei. HANTKE hat 1963 die Schotterterrassen um Schaffhausen neu studiert und lehnt die Auffassungen von ALB. HEIM ab, dass es sich dort um jüngern und älteren Deckenschotter handeln kann; er vermutet z.T. Rissablagerungen. BARTZ hat 1959/60 in den Karlsruher Bohrungen nur drei glaziale Kiesniveaus festgestellt; der plio-pleistozäne Oberrhein vom Kaiserstuhl lagerte nur Sande und Schluffe ab.

Angesichts der Diskrepanz der Auffassungen und des Bestrebens, das Penck-Brücknersche Glazialschema zu revidieren, muss hier auf eine weitergehende Diskussion verzichtet werden.

Auf eine grundlegende Folgerung muss aber in diesem Zusammenhang und im Verein mit den Ausführungen auf p. 439, die die Schüttungen des Altpleistozän mit *Elephas meridionalis* Nesti usw. betreffen, festgehalten werden: Die Karlsruher Bohrungen mit ihrer ununterbrochenen Sedimentation vom Pliozän weg bezeugen, dass das Altpleistozän gegen zwei Drittel der Zeit des Quartärs beträgt und das eigentliche Rheinglazial nur in den Rest gedrängt ist, was BARTZ bereits gebührend formuliert hat (p. 657–659). Man kann meines Erachtens also mit Fug und Recht den etwas verpönten Begriff des «Präglazial» reaktivieren, als richtig anerkennen. Der Verfasser bedient sich aber der allgemeinen Formulierung «Altpleistozän».

Tab. 4. Pliozän und Pleistozän der Ajoie und des Südsundgaus

Formation	Stufen	Ajoie (LINIGER)	Sundgau (LINIGER)	Delsbergerbecken (LINIGER)	Laufenbecken (Koch)	Raum Karlsruhe (BARTZ, VON DER BRELIE)
Jung- pleistozän	Würm	Kleine Terrassen an Seitenbächen	Boden- bildung	Lösse und Lehme	Schotter	Schotter
	Riss	? Lösslehm, entkalkt (z. T.) 2–5 m	Lehm	Lehm Schotter	Schotter	Karlsruhe Bohrungen
	Mindel	Verwitterungslehm 2–5 m	0–17 m	–	–	Schotter Talwegterrasse Holsteinwarmzeit
Alt pleistozän	O	<i>Trogontherii- primigenius</i> -Stufe	–	Alte Sackungen (z. B. weisse Serie, Bonfol)	–	–
	Mi	<i>Trogontherii- Stufe</i>	–	? Verwitterungslehm	–	–
	U	<i>Meridionalis- Stufe</i>	Verwitterungslehm	Sundgauschotter 21 m	–	–
Pliozän	O	Oberpliozän	O Sundgauschotter (Basis: Mischschotter) 0–15 m	Sundgauschotter (Basis: Mischschotter, z. T.) 21 m	–	–
	U	Weisse Serie (gebleichte Erden) umgelagert	Weisse Serie (z. T. umgelagert)	–	–	88 m Weisse Serie (gebleichte Erden) ? z. T.
	U	Pontien	Oben aufgearbeitet Vogesenschotter (= Höhenschotter Morimont) 10–20 m	Oben aufgearbeitet Vogesenschotter	Vogesenschotter (= Höhenschotter Caquerelle) 20–25 m	Wanderblock- formation
Pliozän	Mi	Mittelpliozän	O Hipparionsand Charmoille usw. 15–30 m	10–15 m	Hipparionsand im S 30 m	5–10 m
	U		U		Bois de Robe 10–20 m	?
Miozän	O	Tortonien	–	–	Mürber Quarzsand Basis Bois de Robe ? 10 m	Urrheinsand (Dinotheriensand Eppelsheim)
					Juranagelfluh II Juranagelfluh I	–

Der Sundgaulehm

Über den Schotterwänden liegt in den Kiesgruben des Sundgaus eine 1–3 m uneinheitliche Schicht von verwittertem Kiesmaterial, grauen oder bräunlichen Lehmen und Sanden, diluvial, und von Sandlöss im E (nach WERVECKE 1924, p. 136). Der darüber ohne scharfe Grenze lagernde, sepiabraune, einheitliche, kalkfreie Lehm ist gegenwärtig nirgends in grösserem Zusammenhang aufgeschlossen. Man gewahrt ihn in den Kiesgruben und an Steilborden der Strassen.

Nirgends sind darin Gerölle oder Sandlinsen zu sehen, wodurch er sich auffallend von den Lehmen in der Ajoie unterscheidet. Sobald aber in lehmigen Feldern am Fuss von Abhängen Gerölle auftreten, kann mit Sicherheit auf abgeschwemmte Hanglehme geschlossen werden. GOUDA beschrieb 1962 die Lösse und Lehmzonen im Profil der bekannten Ziegelergruben von Allschwil. Auf p. 185 und 188 beschreibt er die unterste Lehmzone, rötlichbraun, die nach ihm auf dem Verwitterungsboden der Riss-I-Terrasse ruhen soll. Es scheint mir möglich, dass der Sundgaulehm in dieses Niveau einzuordnen ist.

Auffallend ist die stellenweise grosse Mächtigkeit des Sundgaulehms, der durchschnittlich 5–10 m umfasst. Lokal wurden von verschiedenen Autoren 15 und 17 m gemeldet; derartige Anhäufung könnte auf tektonische, schwache Senkungen an reaktivierten Brüchen zur Glazialzeit zurückgeführt werden, wobei der (ehemalige) Löss in die Vertiefungen eingeblassen oder der vorhandene Lehm hineinverschwemmt wurde.

Echter Löss liegt nach OBERDORFER 1920 im Illtal und seinen Nebenrinnen, bei Volkensberg 8 m mächtig.

Plateaulehm der Ajoie

Interessant erscheinen die Lehme auf dem Block von Bure. In einem Hauseushub etwa 400 m E Hof Vâloin N Bure war folgendes Profil zu sehen:

Graubrauner Verwitterungslehm mit Kalkbrocken	20 cm
Übergang in schokoladebraunen, kompakten Lehm, ohne Gerölle	60 cm
Ohne Übergang dicht auf grauem Kalkmergel, Verwitterungsschicht des Jurakalks . . .	20 cm
Horizontaler Plattenkalk (Oberes Rauracien oder Sequan)	110 cm

Beim nahen Strassenaushub waren im Schutt noch mehrere Stellen zu beobachten, wo gelbrötlicher, nicht sandiger Lehm gefördert worden war, der nur unter der braunen Schicht liegen konnte, vermutlich in Karrentaschen des Jurakalks. Dieser auffallende, alte Lehm ist wahrscheinlich der letzte Rest einer einstigen, pliozänen Decklage. Es resultiert demnach – wegen absoluten Fehlens von Geröllen auf dem Block von Bure – eine Erosionsperiode postpliozän. Der schokoladebraune Lehm könnte das Äquivalent des entkalkten Sundgaulehms sein.

Fortschritte in der Lehmdatierung wären durch Fossilfunde oder durch die Ermittlung von steinzeitlichen Kulturschichten möglich, wie sie in mustergültiger Weise von WERNERT in den Lehmgruben von Achenheim bei Strassburg durchgeführt worden sind.

Es bleibt noch übrig, eine Anmerkung zur Dauer des Pleistozäns beizufügen. Die Übergänge der Elefanten von *meridionalis* über *trigontherii*, *antiquus* zu *primigenius* bedingten wohl eine lange Zeit, wenn auch ihre systematische Einordnung in Spezies oder Subspezies noch nicht völlig abgeklärt ist. Heute wird zwar die Zeitspanne von 500000 Jahren zur Neubildung einer Spezies bestritten (GÜNTHER 1964, p. 154).

Dass aber die allgemeinen Zeitbestimmungen, bei denen dem Pleistozän eine Million Jahre zugemessen wird (GÜNTHER 1964, p. 109, Tabelle, E. KUHN-SCHNYDER: *Das Leben im Strom der Zeit*, p. 218, in: *Das Zeitproblem im 20. Jahrhundert*, Francke Bern, München), wohl zu knapp ausfielen, zeigen die vorliegenden Ausführungen, speziell auch das Profil der Bohrungen von Karlsruhe (vgl. GÜNTHER 1964, p. 109).

TEKTONIK

Das untersuchte Gebiet des Jura-N-Randes umfasst zwei total verschiedenen gebaute Einheiten: im N den Rheingraben, speziell dessen W-Abschnitt Dammerkircher Senke, mit mächtiger Tertiärfüllung und zahlreichen Schollenbewegungen, sowie das im S anschliessende, gefaltete Juraareal, das Jurasockelplateau (LAUBSCHER 1961) mit mesozoischem Mantel (siehe Tf. 1 und 2). Die Schwierigkeiten der oft diskutierten Deutung der Beziehungen zwischen der nach N vorspringenden Pfirt und dem benachbarten Elsgau – ein Stück Rheingraben, quasi eine Vorbergzone – werden noch vermehrt durch die vielen zeitlichen Differenzierungen der Bewegungen vom Eozän bis ins Jungpleistozän sowie durch die Erkenntnisse der Rheingrabenauteuren, wonach die oberflächlich erkennbaren Brüche als durchgepauste Bewegungen des Sockels nur recht bedingt die eigentlichen Vorgänge in der Tiefe rekonstruieren lassen. Eine Übersichtskarte der Tiefenverhältnisse im Graben-S-Teil, die die vielen Bohrungen verwertet, ist leider nicht zugänglich.

Ein erstes Kapitel umfasst die Analyse der Detailtektonik, ein zweites versucht eine theoretische Deutung der Resultate.

Tektonik des Jura-N-Randes

(vgl. Tf. 1 und 2)

Folgende Fragestellungen standen vorerst im Vordergrund:

Wie verhält sich das Juraplateau tektonisch zum Grossgraben?

Gehen die alttertiären, rheintalischen Brüche nach S in den Jura hinein? Können Flexuren, Brüche und Faltungen datiert werden und wie verhalten sich diese Strukturen zueinander¹¹⁾.

Für die Abschnitte südlich Basels sei verwiesen auf die Arbeit von BITTERLI 1945 (Blauenkette) und von FISCHER 1965 (Landskronkette und Oltingen); die Pfirt hat SCHNEEGANS 1952 1:50000 kartiert. Die Randzone im W des Bruches von Levoncourt V 17 ist eigentliches geologisches Neuland; immerhin hatte HUMMEL 1914 die Ajoie kurisorisch begangen¹²⁾. Wichtig ist überall die Ermittlung der Sprunghöhen der Störungen; nach VONDERSCHMITT 1942, p. 96, kann man annehmen, dass Brüche über 100 m den Sockel erreichten.

¹¹⁾ Vgl. LINIGER 1966. Pliozän und Juratektonik W Basel.

¹²⁾ Eine Kopie der Originalkarte HUMMELS wird in der Geographischen Anstalt der Universität Basel aufbewahrt.