

Das Alter der Sundgauschotter westliche Basel

Autor(en): **Liniger, Hans / Hofmann, Franz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **58 (1965)**

Heft 1

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-163265>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Das Alter der Sundgauschotter westlich Basel

Von **Hans Liniger** (Basel) und **Franz Hofmann** (Neuhausen am Rheinfall)

Mit 3 Tabellen im Text und 1 Textfigur

Seit A. GUTZWILLER 1894–1912 die sog. oberelsässischen Deckenschotter (alluvions anciennes), von Brückner Sundgauschotter getauft, systematisch untersucht hatte, dienten seine Arbeiten den meisten spätern Autoren als handgreifliche Unterlage. Diese alpine Geröllschüttung wurde später fast allgemein dem Oberpliozän zugerechnet, auch von ALB. HEIM in seiner Geologie der Schweiz, B. I, p. 279. U. a. übernahm auch VAN WERVECKE 1924 GUTZWILLERS erste Altersdatierung derselben als quartär, weil er die alpinen Kiese bei Rüderbach und bei Aue am Vogesen-S-Rand auf dem Oberpliozän zugeteilten, gebleichten Erden vorgefunden hatte.

Die Gründe für die pliozäne Zuteilung: Nichtbestätigung des fluvioglazialen Charakters, d.h. nirgends gekritzte Geschiebe; stärkere Verwitterung als die geographisch nahen Deckenschotter; Stromrichtung der Sundgauschotter E-W, von Basel aus Richtung Montbéliard, also völlig verschiedenes Stromsystem als die S-N verlaufenden fluvioglazialen Schotterreste am Sundgau-E-Rand; die bedeutend höhere Lage der Basis der Sundgaukiese über Meer, die pliozäne Schüttung liegt westlich Oberhagenthal auf 480–500 m, der fluvioglaziale Günzschotter bei Schönenbuch-Hagenthal auf ca. 400 m, d.h. 80–100 m tiefer.

Die Ermittlung der genauen Altersgrenzen dieser Schüttung, die einer frühen Aare zuzuschreiben ist, was von beiden Autoren unabhängig voneinander festgestellt wurde, bedeutet die logische Fortsetzung der Pliozenuntersuchungen des erstgenannten Autors in der N-Ajoie¹⁾.

Folgende Methoden standen zur Verfügung: Säugetierfunde, Pollenanalysen, Vergleich der Stratigraphie sowie der sediment-petrographischen Analysen des Sundgaus mit solchen des Rheintalgrabens und der Bresse.

SUNDGAU UND N-AJOIE

Fossilien sind bisher keine bekannt geworden, und zwei pollenanalytische Untersuchungen durch Dr. VON DER BRELIE verliefen negativ²⁾.

Stratigraphisch ruht der Sundgauschotter meistens auf Oligozän, vom Système de Bourogne (Sannoisien) bis zum chattischen Süßwasserkalk; nur an

¹⁾ Die gesamte Sundgauschotterfrage soll später von beiden Autoren in zwei getrennten Werken zusammenfassend geologisch und tektonisch behandelt werden; zur Verminderung des Umfangs wurden bisher vom erstgenannten Autor einige Teilresultate publiziert. Die vorliegende Studie ist die letzte in dieser Reihe.

²⁾ Herr Dr. VON DER BRELIE vom geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen in Krefeld hatte die grosse Freundlichkeit, diese Analysen durchzuführen, wofür ihm hier bestens gedankt sei.

ganz wenig Stellen konnten jüngere Horizonte in seinem Liegenden gefunden werden:

Beim Zollhaus zwischen Beurnevésin und Pfetterhouse liegt Mischschotter (Sundgau- und Vogesengerölle gemischt) auf pontischem Vogesensand, *Hipparion*-horizont (LINIGER, 1963a, p. 43).

Die einzige Stelle, wo früher der Kontakt zwischen den mittelplozänen Vogesenschottern und dem Sundgaumaterial sichtbar gewesen war, ist ein aufgelassenes Kiesgrübchen an der Strasse Pfetterhouse–Courtavon (Ottendorf), Höhe ca. 470 m, Koord. 580100/260550. VAN WERVECKE, FÖRSTER und THÉOBALD beschrieben die Stelle, z. B. VAN WERVECKE 1924, p. 130.

Ferner kommen im Sundgau mehrfach gebleichte Erden vor, die denen im weiten Umkreis des Rheintalgrabens gleichen und von denjenigen Autoren, die sie überhaupt der Beschreibung würdig erachteten, auch ins Oberpliozän gestellt wurden, da sie als Verwitterungsprodukte der Sundgauschotter galten. Ein neues Vorkommen östlich Bonfol konnte 1963 beschrieben werden. In einem Graben nordöstlich Roppentzwiler, eventuell auch in einer aufgelassenen Grube am W-Rand von Köstlach liegt diese «weisse Serie», Quarzsande, gebleichte Tone, gelbliche oder graublaue Sande und Mergel, oft mehrere Meter mächtig, deutlich unter den Sundgauschottern; wo sie darüber festgestellt wurde, muss man sie als Umlagerung auffassen (LINIGER, 1963a).

Zwei sedimentpetrographische Analysen derselben aus dem neuen Aufschluss bei Bonfol ergaben nun aber «Vogesensmaterial» (LINIGER 1964, pag. 76); es handelt sich demnach um primär vom Vogesenshang her verschwemmte Verwitterungsprodukte, vermutlich meist Triassande und -tone. Die nördlichen Seitenbäche des Sundgaustroms konnten denselben also nicht gequert haben, um am Rand der Pfirt die weissen Sedimente zu deponieren – diese mussten notwendig vor dem Eintreffen der alpinen Schotter abgesetzt worden sein. Dies ergibt sich auch aus dem allgemeinen Landgefälle; der mittelplozäne Vogesenschotter liegt auf einer vom Vogesenshang nach S schwach abfallenden Fläche und die weissen Erden können nur im unmittelbaren Anschluss an letztere abtransportiert worden sein. Ihr Alter ist also mindestens oberstes Mittelplozän, höchstens unteres Oberpliozän, wenn man den Sundgauschotter ins Oberpliozän plazierte. Es ergibt sich, dass weisse Serien unter den Schottern an ursprünglicher Lage, andere jedoch in oder über den Schottern in aufgearbeitetem Zustand sich befinden. Es könnten auch Stellen vorkommen, wo beide Bildungen an Erosionsgrenzen nebeneinander liegen. Damit ist nun eine Präzisierung der gegenseitigen Lage, aber keine eigentliche Altersbestimmung erreicht.

Das Hangende der alpinen Kiesablage wird überall durch einen recht mächtigen, braunen Lehm gebildet, der entweder als alter Lösslehm oder als Verwitterungsrelikt der Sundgauschotter aufgefasst wird. Seine genaue Datierung muss vorläufig offen bleiben, obschon man, nach EV. DAVID 1963, p. 74 bei Héricourt (Belfort) *Elephas trogontherii* POHLIG fand. Es liegen aber darüber keine Fundberichte vor und die Angabe kann nicht näher ausgewertet werden. Man ist also heute im Sundgau über das Alter der alpinen Schotter nicht wesentlich besser orientiert als 1943 ERZINGER, der p. 118 schrieb «... es wurde auch übereinstimmend festgestellt, dass der Sundgaustrom im St. Prestien (Oberpliozän) seinen

Weg durch die Burgunderpforte nahm, dort seine Schotter ablagerte, dann aber vor Beginn des ältern Deckenschotter, der zum Sicilien (Altdiluvium) gehört, in den Oberrheintalgraben abgelenkt wurde.»

RHEINTALGRABEN

Durch neue Funde bei Karlsruhe kann nun die obere Grenze unserer Schotter in einem durchgehenden Profil Pliozän-Pleistozän festgelegt werden.

1959/60 beschrieb BARTZ, p. 657, die Resultate von mehreren 100 Bohrungen aus dem Raum Karlsruhe. Die grosse, gegen 100 m betragende Mächtigkeit des

Tabelle 1. Pleistozänprofil (Sammelprofil) der Bohrungen im Hardtwald nördlich Karlsruhe (nach BARTZ, 1959/60).

Gliederung		Petrographische Gruppen der Bohrresultate	Petrographische Ausbildung der Bohrproben	Bohrtiefe in m	Nummern der untersuchten Bohrproben
Holozän	Postglazial			0	
Jung-Mittel-Pleistozän	3. Eiszeit	obere kiesige Abteilung	Flugsand Grobsand + Kies Mittelgrobkies		
	2. Interglazial		Schluff u. Feinsand	{ 11	
	2. Eiszeit		Mittelgrobkies	{ 13	
	1. Interglazial		Schluff u. Feinsand	{ 22	
	1. Eiszeit		Mittelgrobkies	{ 25	
Alt-Pleistozän				36	
	Obere Stufe mit <i>El. trogontherii-primigenius</i> , <i>Equus mosbachensis</i> u. a.	mittlere sandige Abteilung	Fein-Mittelsand Schluff		
			Fein-Mittelkies	{ 43	
			Mittelgrobsand	{ 45	
			Fein-Grobkies	{ 52	38
			Mittelgrobsand	{ 56	
				67	39
	Mittlere Stufe m. <i>El. trogontherii</i> , <i>Hippopotamus antiquus</i>	untere sandig-tonige Abteilung	Schluff, grünlich-grau Fein-Grobsand Schluff, olivgrau	75 ca. 82	40
	Untere Stufe mit <i>El. meridionalis</i>		Fein-Grobsand		41
Plio- zän				88	
			Schluff, weissgrau Mittelgrobsand	100	42

Pleistozäns im Grabengebiet, wo das Älteste unten liegt, liess auf eine fortlaufende Sedimentation, auf kontinuierliche Auffüllung schliessen. Die petrographische Einteilung des (summarischen) Sammelprofils der Bohrproben ergab eine obere kiesige, eine mittlere sandige und eine untere sandig-tonige Abteilung; die beiden untern Abteilungen wurden ins Altpleistozän, die obere kiesige ins Jung-Pleistozän eingereiht. Nach freundlicher, mündl. Mitteilung von Herrn Prof. Dr. BARTZ liegt die Grenze zwischen Alt-Pleistozän und Pliozän bei 88 m Tiefe; sie wurde durch Pollenanalysen des Herrn Dr. VON DER BRELIE in Krefeld ermittelt (vgl. Tab. 1).

Es lag nun nahe, diese sichere stratigraphische Marke samt «Umgebung» mittels sedimentpetrographischer Analysen auf ihren Gehalt an alpinen Schwermineralien, bzw. auf Zugehörigkeit einzelner Sand- und Kieslagen zum Sundgauschotter zu prüfen. Der zweitgenannte Autor unterzog sich dieser Aufgabe³⁾. Tab. 2 gibt deren Resultate. Ausgewählt wurden fünf sandig-kiesige Proben aus den untern Teilen des Profils. Sie entstammen nach den Angaben von Prof. BARTZ⁴⁾ der Bohrung K auf dem Gelände des Kernreaktors bei Leopoldshafen nördlich Karlsruhe. Die topographische Lage: Blatt Karlsruhe 6916, r = 34 58 58, h = 54 40 14.

Es werden Prozentangaben gewisser Fraktionen verglichen; Leichtmineralien in % der Fraktion 0,1–0,15 mm, sonst Fraktion 0,06–0,4 mm. Granat in % aller Schwermineralien, übrige Schwermineralien in % der Schwermineralien ohne Granat.

Der Vergleich der Proben 38 und 42 zeigt deutlich, dass die Prozentzahlen der Fraktionen sich diametral gegenüberstehen. P. 38, die von Beginn an durch die Bezeichnung «Fein-Grobkies» aufgefallen war, enthält Höchstzahlen für Granat und Epidot, Minima für Zirkon und Turmalin. Ein Vergleich mit den Proben 1 und 9 der HOFMANNschen Sundgau-Analysen (Sundgauschotter aus dem östlichen Teil und Elsässermolasse-Chatt aus dem Sundgau) weist für P. 38 deutlich auf Verwandtschaft mit diesen hin. HOFMANN gibt dazu folgende, interessante Erläuterungen, bei denen der Begriff «alpine Mineralien» noch eines zusätzlichen Hinweises bedarf. Nach HOFMANN gleicht die Schwermineralfraktion der fluvialen Elsässermolasse im Sundgau der von MOOSSchen Thunerseeschüttung einer oligozänen Aare (siehe HOFMANN 1960, p. 13; FÜCHTBAUER 1959, p. 936; LINIGER 1963b, p. 171). Die pliozäne Ur-Aare ist aber gleichfalls Napfschüttung, so dass beide Ablagerungen dieselben «alpinen» Schwermineralien führen; vgl. Taf. II, Proben 1 und 9. Als alpine Schüttung ist deshalb sowohl aufgearbeitetes Material aus Molasse alsacienne und pliozänen Sundgauschottern zu verstehen. «Die höchste Probe 38 mit Tiefen von 55,80 m bis 53,65 m hat offenbar viel Rhein- und Aarematerial und wenig Schwarzwaldanteil; auffällig ist der geringe Prozentsatz Turmalin; der Granatanteil ist aber für reine Aareherkunft zuviel. Aufgearbeitete Elsässermolasse ist zur Erklärung möglich, die grossen Epidote und der Zoisit plädieren hiefür. Mindestens 80% sind also «alpinen» Material. Die Proben 39 und 40 enthalten noch viel alpines Material, aber sicher mehr als die Hälfte

³⁾ Die vollständige Liste aller sediment-petrogr. Analysen aus dem Sundgau von F. HOFMANN wird in der eingangs erw. Arbeit später publiziert.

⁴⁾ Herrn Prof. Dr. J. BARTZ, Oberlandesgeologe am geolog. Landesamt von Baden-Württemberg (Freiburg i. B.) sei hier der beste Dank für Überlassung der Bohrproben und Erteilung von Auskünften erstattet.

Tabelle 2. Sediment-petrographische Analysen von Proben aus Bohrungen im Hardtwald nördlich Karlsruhe und aus dem Sundgau (F. Hofmann)

Proben Nummern	Bohrtiefen der betr. Proben in Meter	Allgemeiner Charakter der Analysen	Karbonate total	K	D	Feldspat	Quarz	Chalcedon	Bruchstücke	Sandin	Granat	Epidot	Staurolith	Disthen	Apatit	Zirkon	Rutil	Hornblende	Turnalin	Zoisit	Pyroxen	Topas	Andalusit
38	53,65–55,8	Karlsruhe Ur-Rhein, Aare, Schw.	9,5	6	3,5	10	72	2	16	—	46	67	2	+	4	11	3	8 ^{gr} br	2	2	—	—	—
39	59,5 – 62,45	K. Schw. > A.	—	—	—	8	62	2	25	3	29	6	+	+	—	65	5	3 st gr	21	—	—	—	—
40	74,55–75,4	K. Schw. > A.	—	—	—	13	72	1	13	1	25	9	—	+	—	56	6	10 st gr	16	—	—	—	2
41	85,55–88,6	K. Schw. > A.	—	—	—	19	63	2	16	+	29	+	2	—	5	65	3	10 st gr	15	—	+	—	—
42	96,65–100	K. Schw. ≥ A.	—	—	—	14	74	+	12	—	4	+	+	+	—	83	3	3 st gr	11	—	+	—	—
1	Sundgau	Knöringen Sundgauschotter	—	—	—	12	50	—	38	—	3	83	2	1	—	13	1	—	+	—	—	—	—
9	Sundgau	Roppentzwiller Elsässermolasse	37	37	—	16	70	10	4	—	29	34	14	4	18	12	6	2bl	3	7	—	+	+

gr = grün, br = braun, st = strahlsteinartig, bl = blau

K = Karlsruhe, Schw. = Schwarzwald (+ evtl. Vogesen). A = Alpines Material

Schwarzwaldanteil; dafür spricht auch der hohe Turmalingehalt, der bei 38 klein ist.

Nr. 41 enthält noch mehr schwarzwäldische Mineralien, 42 fast ausschliesslich. Für Schwarzwald typisch sind: meist wenig Granat, kein Epidot, viel Zirkon-Rutil. Diese tiefste Probe mit dem höchsten Schwarzwaldanteil, mit fast keinem Granat und wenig vulkanischem Material aber mit Spuren aus Aareherkunft kann ich als Pliozän tolerieren. Letztere entstammen vermutlich wiederum der aufgearbeiteten Molasse alsacienne.

Auch zwischen 55 und 88 m ist noch nicht viel alpines Material vorhanden; dass es sich dabei vermutlich um aufgearbeitete Elsässermolasse handelt (Cyrenenmergel), die im Tertiär des Rheintalgrabens bis Darmstadt nachgewiesen ist, zeigt u. a. Andalusit in P. 40.»

Über die Hornblenden bemerkt HOFMANN: «Die meisten in den Karlsruher Bohrungen vorhandenen Hornblenden scheinen vulkanisch zu sein, können vom Kaiserstuhl stammen oder wurden aus Paragneisen etc. des Schwarzwaldes und der Vogesen freigelegt, darum auch der hohe Anteil (vgl. P. 9). Blaue Hornblende, wie sie meist für Sundgauschotter typisch ist, habe ich nicht beobachtet; sie ist übrigens auch in den jüngern, diluvialen Aareschottern eher selten. Pyroxen und idiomorpher Sanidin sind sicher vulkanisch, können nur vom Kaiserstuhl stammen. Brauner Biotit, der in allen Proben ausser 38 vorkommt, ist gleichfalls, mindestens teilweise, als vulkanisch anzusprechen. All diese Mineralien sind natürlich als verschwemmt anzusehen und plädieren für erhebliche Erosion aus dem Kaiserstuhl in der fraglichen Zeit. Das vulkanische Material ist in den Proben 39–41 weitaus am stärksten angereichert.»

Aus diesen klaren sedimentpetrographischen Darlegungen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- a) Der erste, typische Durchgang von Sundgäukiesen im Rheintalgraben nördlich Karlsruhe erfolgte bei ca. 56 m Tiefe in den Bohrungen, d. h. 32 m höher als die Pliozängrenze. Damit ist die obere Grenze des alpinen Schotters festgelegt; sie fällt in die Mitte des Alt-Pleistozäns. Der Sundgaustrom floss also bis etwa Mitte Alt-Pleistozän noch von Basel aus westwärts.
- b) Da keine Säugetierfunde gemacht wurden, ist nicht anzugeben, ob dieser Horizont in die *Meridionalis*-Stufe oder in die *Trogontherii*-Stufe fällt. Vgl. Tab. 1.
- c) Der hohe Anteil an Schwarzwaldmaterial in den ältern, sandigen Bohrhorizonten spricht wegen der fortlaufenden Sedimentation eindeutig für das Bestehen eines Ur-Rheins mindestens seit dem obern Pliozän im Rheintalgraben; seine Quellen lagen wohl im N-Schwarzwald und in den Vogesen; er erhielt durch Seitenbäche aus dem Kaiserstuhlgebiet laufend Zuführen. Dadurch kann die bisher als eher hypothetisch gewertete, jungtertiäre Kaiserstuhlwasserscheide in den Bereich beweisbarer Tatsachen aufrücken. Vgl. BARTZ 1961, Fig. 8 und 9. Ihre Überwindung war vermutlich durch tektonische Ereignisse stark mitbedingt.
- d) Für eine Verbindung mit der Ostschweiz durch einen Hochrhein, d. h. für Zuweisung der P. 38 zu einem fluvioglazialen Deckenschotter, fehlen alle Hinweise.

Auf tektonische Datierungen verzichten wir in dieser Arbeit. Es bleibt noch übrig, eine kleine Rechnung mit den drei Stufen des Altpleistozäns in Tab. 1 zu

machen; da in den Bohrungen dem Alt-Diluvium 52 m zugeteilt sind, könnte jede der drei paläontologisch markierten Stufen durchschnittlich 17,3 m umfassen. Demgemäss wäre anzunehmen, dass der entdeckte, erste Durchgang des Sundgaustroms bei Karlsruhe etwa in die *Trogontherii*-Zeit fallen müsste. Berücksichtigt man aber die Verhältnisse in der Kiesgrube Wantzenau, ca. 10 km nördlich Strassburg, so scheint diese Rechnung nicht aufzugehen.

WERNERT gibt 1949, S. 4, das folgende Profil:

Terre végétale actuelle	0,25 m
Sables et limons d'inondations récents; âge des métaux	1,75 m
Graviers de petit format, holocènes – Nappe d'eau	
Graviers de petit format, pleistocènes, à <i>Quercus pedunculata</i> et <i>Elephas primigenius</i> à patine blanche jusqu'à	7,00 m
Limon jaunâtre à <i>Elephas antiquus</i> , <i>Elephas trogontherii</i> , et <i>Elephas primigenius</i> à patine jaune jusqu'à	8,00 m
Graviers de gros calibre, à <i>Elephas meridionalis</i> jusqu'à	14,00 m

Nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn F. Geissert-Sessenheim muss im Liegenden der Kiese eine Braunkohlenlage (?Pliozän) vorhanden sein.

An diesem Profil fällt zunächst auf, dass in einer 1 m mächtigen Lage (7.–8. m) jung- und altdiluviale Elefanten gefunden wurden; es könnte sich um einen lokalen Aufarbeitungshorizont oder um aussergewöhnlich dünne Ablagerungen am Rand einer Senkungszone handeln. Sodann erscheint merkwürdig, dass im selben Profil auch *Elephas meridionalis Nesti* vertreten ist; der Molar könnte ebenfalls umgelagert sein. Wernert bemerkt, dass der *Meridionaliskies* alpines Material aufweist, was dahin interpretiert werden könnte, dass es sich um den nach N. abgelenkten Sundgaustrom handelt. Leider kann diese Feststellung nicht einwandfrei nachgeprüft werden, da die Kiesgrube im Ried-Wantzenau unter Wasser steht und Baggermaterial eventuell von oben eingerutschte Gerölle samt Sand fördern könnte. Da zudem bei Wantzenau andere Sedimentationsverhältnisse als im Senkungsgebiet Karlsruhe zu bestehen scheinen, muss vorläufig auf Verwendung dieses Profils verzichtet werden.

Nun herrschen aber bei Bischwiller nördlich Strassbourg ganz ähnliche Verhältnisse, auf die mich F. GEISSERT durch Vermittlung von Herrn Prof. Dr. P. WERNERT hinwies. Ersterer hat in der Kiesgrube «Grabi» Hanhofen in 8 m Tiefe unter der Oberfläche der Rheinalluvion *Elephas meridionalis Nesti* entdeckt (GEISSERT, 1964, p. 78). Da zudem THÉOBALD 1953 bei Wörth *Elephas trogontherii* meldete, was etwas nördlicher als Bischwiller liegt, so sind die Verhältnisse von Wantzenau bestätigt und es darf zwischen Strassburg und Wörth am linken Rheinufer eine weithinverfolgbare, altpleistozäne Akkumulationsterrasse angenommen werden. Da aber auch bei Bischwiller der *Meridionalis*horizont unter Grundwasser liegt, so fällt auch Bischwiller vorläufig aus der Diskussion.

Nun meldete W. WAGNER 1950, p. 178, aus der untern Stufe der bekannten Mosbachersande von Wiesbaden-Ost (am Hambusch, bei Biebrich-Ost, jetzt Wiesbaden Ost, Gruben Kümmel und Winkler) das Vorkommen von *Elephas trogontherii* Übergangsform nach *meridionalis* zusammen mit zwei Geröllen von Nummulitenkalk, womit eine beweiskräftige Aussagebasis geschaffen scheint. Aus

ähnlichen Schichten der Gegend sind schon lange auch Radiolariten bekannt. Die Unterstufe besteht aus groben Buntsandstein- und Muschelkalkblöcken (sog. Driftblöcke) und geht seitlich in den sog. Taunusschotter über. Sie liegt auf *Hydrobienkalk* (Aquitain). Diese Unterstufe, 1,5–5 m mächtig, wird scharf von hellen Sanden mit *E. trogontherii* (häufig) überlagert. Die mittlere Stufe enthält die Mosbacher Hauptsäugertierfauna und entspricht nach SOERGEL, SCHMIDTGEN u. a. dem Günz-Mindel-Interglazial und dem Mindelglazial, indes nach HELLER und SCHMIDTGEN die Unterstufe dem Günzglazial zuzuweisen wäre.

Entspricht nun die fossilfreie Kiesschicht 56–52 m in den Karlsruher Bohrungen der Unterstufe Mosbach? Die Karlsruherschicht fällt eindeutig zeitlich

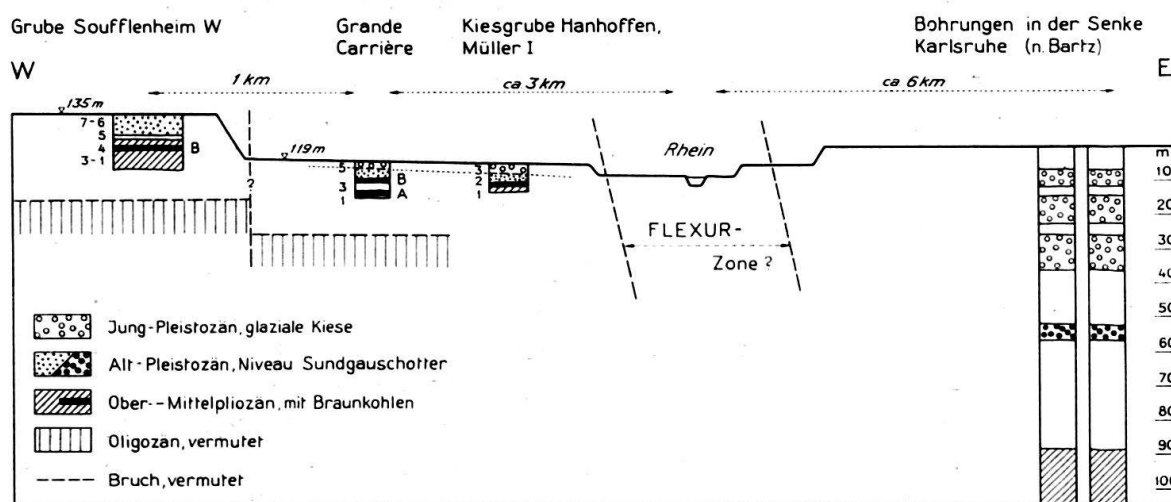


Fig. 1. Schematisches Profil Bischofweiler-Karlsruhe im nördlichen Rheintalgraben (nach F. Geissert und J. Bartz).

1. Profil Soufflenheim W. Nach F. Geissert. 1963, 1964.
Alt-Pleistozän, nach Analyse F. Hofmann.
 7. Rote Sande mit Lagen von Vogesengeröll 8 m
 6. Rötlich-gelbe Sande, mit Lage von Vogesengeröll
 - Oberpliozän
 5. Graue Sande 1 m
 4. Jüngere Braunkohle B 1 m
 3. Gerölle und humusreicher Ton 2 m
 2. Weisse Sande (gebleicht), pliozäne Hauptflora 3 m
 1. Töpferton (Basis) 1 m
2. Kiesgrube Grande Carrière, nördlich Sessenheim. Nach F. Geissert. 1963, 1964.
Jungdiluviale Kiese mit umgelagertem Alt-Pleistozän.
Oberpliozän (ausgebagert):
 4. Jüngere Braunkohle B.
 3. Kiese und Sande mit Mastodon Borsoni.
 2. Ältere Braunkohle A.
 1. Weisser (gebleichter) Sand.
3. Kiesgrube Hanhoffen (südlich Bischofweiler). Nach F. Geissert. 1963, 1964.
Jungdiluviale Kiese.
 2. Altpleistozäne Schichten (ausgebagert):
 - z. T. Kiese und Sande mit *Elephas meridionalis*-evolutionierte Form (umgelagert).
 - z. T. Letten, fossilführend.
 1. Braunkohle (? oberpliozän).
4. Bohrungen nördlich Karlsruhe. Nach J. Bartz, 1959/60.

vor das Glazial, die Mosbacherstufe wird aber in das bekannte Glazialschema eingereiht. Der Sundgaustrom stammt aus der Schweiz, wo bis jetzt fast überall mit vier Eiszeiten gerechnet wurde, in Deutschland aber sind nach den meisten Autoren nur drei Eiszeiten vorhanden. Auch BARTZ nimmt im Schema S. 217 nur drei Eiszeitschotter in den Karlsruher Bohrungen an.

In der Schweiz laufen zurzeit Untersuchungen über die Eingliederung der ältern Deckenschotter bei Schaffhausen, die eine Günzeiszeit unwahrscheinlich erscheinen lassen, dasselbe gilt nach unsern Befunden auch für Basels Umgebung. Und in den Karlsruher Bohrungen fällt der Durchgang des Sundgaustromes deutlich in die vorglaziale Periode.

Die untere Stufe der «Mosbachersande» enthält eine Übergangsform *meridionalis-trogontherii* sowie den *Hippopotamus major*; sie ist also als deutliche, recht frühe Trogontheriistufe zu betrachten, etwas jünger als die nur *E. meridionalis* enthaltende ältere Stufe, die vermutlich bei Mosbach-Biebrich nicht vorkommt. Nach BARTZ 1959, p. 657, fallen aber diese Sande, wie auch andere mit entsprechender Fauna mit ihrem warmen Klima nicht in die eigentliche Glazialzeit mit kalten Faunen und Floren. So können denn die Geröllbildungen der untern Mosbacher-Vorkommen zeitlich n. u. Dafürhalten den Karlsruher Kiesen der Tiefe 56–52 m entsprechen, womit auch deren Tiefenlage im Karlsruher Profil gut übereinstimmt. In diese Vergleichszone einzubeziehen sind wohl auch einige Meter «Sande» im Liegenden des Aufschlusses mit der reinen *Meridionalis*-form, die rein lokal fehlen, da dort die Transgression auf Oligozän bei 115–118 m NN vorliegt. Erschwerend für die Gesamtbeurteilung der Ablagerung ist auch eine kleine Erosionslücke (Diskordanz WAGNERS, p. 179) zwischen der untern und mittleren Stufe. Diese Resultate haben die unangenehme Konsequenz, dass die Gliederung des Pleistozäns im Umkreis des nördlichen Rheintalgrabens und die Zuteilung der verschiedenen Terrassen im Diluvialschema neu überdacht werden müssen, da es sich bei der Mosbacher Serie nicht um Absätze des glazialen Alpenrheins sondern um solche der vorglazialen Ur-Aare handelt.

Abschliessend kann zum bessern Verständnis noch das interessante Profil (Fig. 1) durch das Innere des Rheintalgrabens in der Gegend von Karlsruhe wiedergegeben werden; die westliche Hälfte verdanken wir der Liebenswürdigkeit von Herrn FRITZ GEISSERT⁵⁾, die östliche ist der Arbeit von BARTZ 1959 entnommen. Die erstere fällt durch ihre pliozänen und altpleistozänen Erosionsterrassen auf, die letztere durch beträchtliche Absenkung, die ja auch weiter nördlich im Grabenstück durch die Bohrungen bei Worms etc. bekannt geworden ist. Zwischen beiden Rheinseiten sind wohl Störungen – Flexur oder Verwerfung – anzunehmen.

BRESSE

Durch die Tiefbohrungen im Bressegraben sind auch die Ablagerungen des Pliozäns neu studiert worden (A. LEFAVRAIS, 1958). Die Säugetierfunde in der Bresse erlauben, die in den vorigen Kapiteln gezogenen Schlüsse paläontologisch zu unterstützen.

⁵⁾ Auch an dieser Stelle sei Herrn FRITZ GEISSERT in Sessenheim (Bas-Rhin) für seine Bereitwilligkeit, seine Originalarbeit zur Verfügung zu stellen, der beste Dank ausgesprochen.

Der erstgenannte Autor hatte Gelegenheit, im Frühjahr 1964 den «Forêt de Chaux» südöstlich Dôle zu besuchen; dabei hatte Herr Prof. Dr. N. THÉOBALD in Besançon die Freundlichkeit gehabt, ihn auf verschiedene Aufschlüsse der Sundgauschotter in jenem Gebiet hinzuweisen, was auch hier bestens verdankt sei.

Den umfassendsten Einblick gewährt die sog. Falaise de Montbarrey, die 12 km südöstlich Dôle und 1 km östlich Dorf Belmont am Steilufer der Loue liegt. Es war leider nur möglich, von oben her das folgende Profil summarisch abzuschätzen:

Gelber, fettiger Lehm	ca. 3 m
Brauner Sand mit Pflanzengemengteilen	ca. 0,10 m
Verschwemmte (?) Schotterlage (evtl. Sundgauschotter)	ca. 0,40 m
Gelbbrauner Sand, geschichtet, vermutlich umgelagertes Tertiär	ca. 1,20 m
Schotterwand, senkrecht, Sundgauschotter	ca. 16 m
An deren Fuss Geröllschutt	ca. 2–3 m

Die Basis der Falaise war wegen Hochwasser der Loue nicht zugänglich. Anscheinend muss die Serie über der Schotterwand einem jüngern Niveau über den Schottern zugeteilt werden.

Immerhin konnten in einem ca. 4 m hohen Kiesgrübchen zwischen Belmont und Goux (5 km südöstlich Dôle) die typischen Gerölle der Sundgauschotter in recht ähnlicher Zusammensetzung wie im Sundgau festgestellt werden, vor allem ca. 3% Radiolarit. Es darf vorausgesetzt werden, dass das erwähnte Grübchen zur untern Serie – Schotterwand – zu zählen ist. Dass es sich bei der Falaise von Montbarrey um zwei altersmässig verschiedene Serien handelt, hat auch GLANGEAUD 1944, p. 2, angemerkt. Anscheinend ist das Sundgauschottervorkommen bei Dôle eine Talfüllung oder eine Deltaschüttung in die Niederung des bressanischen Sees, augenscheinlich jünger als die Mergel von Auvillars. Die Bohrberichte von A. LEFAVRAIS 1958, p. 98–102 zeigen nämlich keine Einschwemmungen von Sand oder Geröllen in diese graublaue, *Paludinen*-führende Serie (vgl. Tab. III). Nun findet sich bei DELAFOND & DEPÉRET 1894 p. 189) die Anmerkung, dass am südlichen Talhang der Loue, 6 km westlich Belmont), im Eisenbahneinschnitt bei Nevy-Parcey in ähnlichen Geröllschichten *Mastodon arvernensis* CROIZ & JOB gefunden wurde (heute in der Sorbonne, Paris). Da es sich u. E. um das Äquivalent der Schotterwand der Falaise von Montbarrey handelt, so könnte man in diesem Fund den langgesuchten Nachweis der Zugehörigkeit der Sundgauschotter zum obern Pliozän erblicken.

Leider ist damals die Geröllführung durch die Autoren nicht genügend klar untersucht worden, da die Sundgauschotter wenig bekannt waren. Von einer entsprechenden Stelle bei Azans (? Asnans, südlich Dôle, am Ufer des Doubs, Carte Michelin 1:200000) findet sich folgende Beschreibung der Gerölle, p. 189: «...ils renferment des quartzites, des lydiennes noires et rouges, des schistes silificés verdâtres, des granulites schisteuses et des microgranulites. Les éléments ne paraissent pas être d'origine alpine; on y rencontre aucune des roches caractéristiques de la région des Alpes, les galets paraissent provenir exclusivement du massif des Vosges.»

Tabelle 3. Pliozänstratigraphie der Bresse
(u. Benützung der Werke von LEFAVRAIS und DELAFOND & DEPÉRET)

	Französische Einteilung des Pliozäns	BRESSE					Deutsche Einteilung des Pliozäns in Rheinhessen (n. BARTZ)
		Stratigraphie	<i>Mastodon arvernensis</i>	<i>Mastodon borsoni</i>	<i>Elephas meridionalis</i>	Einstufung der Sundgauschotter	
Villafranchien	Alt-Pleistozän	Kiese von St. Didier u. Mont d'Or und Sande von Chagny (Saône-Schüttung)				? Obere Serie von Montbarrey	Alt-Pleistozän (<i>Meridionalis</i> -Stufe)
Astien	Ober-Plio-zän	Sande v. Chagny ? Gerölle von Nevy-Parcey				Untere Serie von Montbarrey (Forêt de chaux)	Oberpliozän: Weisse, feine Sande
	Mittel-Plio-zän	Sande v. Trévoux-Montmerle (alluvionnements des vallées)					<i>Arvernensis</i> -Schotter
Plaisancien	Unter-Plio-zän	Blaugraue Mergel von Auvillars (<i>Paludinen</i> mergel) In den Bohrungen 42–62 m				? Ende der Sedimentation im Bressegraben	? Hiatus
		Terrain pisolitique**) im N der Bresse					Mittelplio-zän: Feine Sande u. Tone (Untermainebene) m. Klärbeckenflora von Frankfurt
		Sande von Condal mit Quarzsand + Quarziten. In den Bohrungen 40–108 m					Bohnerzablagerung
		Sande und Mergel von Mollon (<i>Paludinen</i> mergel) Im S der Bresse					? Hiatus
						Hiatus *)	
Pontien	Ober-Mio-zän	Sande + Mergel v. Croix-Rousse. <i>Hipparion</i> fauna Lignite v. Soblay, <i>Hipparion</i> fauna					Unter-Plio-zän (Pontien). <i>Hipparion</i> -schichten Charmoille, Höwenegg, Eppelsheim <i>Dinotherium</i> schichten
Tortonien							Obermiozän (Tortonien)

*) Von DELAFOND & DEPÉRET als Diskordanz bezeichnet.

**) Diese Serie ist terrestrisch, gehört nicht dem Grabengebiet an und dürfte den obern Auvillars-Mergeln zeitlich entsprechen.

Da es sich nach dieser Beschreibung um eine bisher unbekannte Vogesenschotter-Ablagerung im Liegenden der Sundgauschotter von Montbarrey handeln könnte, eventuell einem Äquivalent der Vogesenschotter der N-Ajoie, so darf man das *Mastodon* nur mit Vorbehalt ins obere Pliozän stellen.

So richtet sich nun die Aufmerksamkeit auf die Sande von Chagny, die auch als Talfüllung (der Saône + Ognon) gelten und ins Oberpliozän plaziert werden. Aus ihnen zitierten DELAFOND & DEPÉRET 1894 *Mastodon arvernensis* CROIZ & JOB und *Mastodon borsoni* HAYS, sowie *Elephas meridionalis* NESTI; letzterer, auch von E. DAVID genannt, befindet sich im geolog. Institut der Universität von Besançon (DAVID, 1963, p. 75). Die Autoren machten wiederholt darauf aufmerksam, dass die Chagnysande die Leitformen sowohl von Plaisancien + Astien wie auch des Sicilien (Altquartär, 1872 von DÖDERLEIN kreiert) enthielten; sie belassen jedoch diese Ablagerung als (lithologische) Einheit beim Oberpliozän. Dazu ist aber zu bemerken, dass die Fossilfunde an verschiedenen Stellen erfolgten (p. 233) und dass deshalb keine einwandfreie Beobachtung in einem einzigen Profil erfolgt war. *Archidiskodon meridionalis* NESTI ist ja seit dem Internationalen geologischen Kongress 1948 London⁶⁾ als Leitfossil des Villafranchien im Altpleistozän aufgerückt, und wenn sich in den Sanden von Chagny zwei total verschiedene Fossilhorizonte finden, kann dies nur durch fortlaufende, aber in keinem grossen Profil beobachtete Sedimentation erklärt werden.

Nun parallelisieren auch französische Geologen Chagny und Forêt de Chaux (Montbarrey); «...des dépôts analogues à ceux de Chagny existent dans notre région, notamment le long des vallées de la Saône, de l'Ognon et du Doubs» (DAVID 1963, p. 75). Es ist demnach sehr wahrscheinlich, dass die Falaise von Montbarrey, eine Ablagerung der Sundgauschotter, das Analogon der Sande von Chagny ist und durch dieselben zwei Faunen, oberpliozäne und altpleistozäne, charakterisiert wird. Allerdings ist es nur ein indirekter Beweis. Diese These hat zudem noch einen kleinen Schönheitsfehler; da in der Falaise zwei verschiedene Serien vorliegen, wie oben erwähnt, so ist die Verteilung der beiden Säugerfaunen nicht möglich. Es macht den Anschein, als ob die obere Montbarrey-Serie einer langsam aussetzenden Aufschotterung entspricht und darum ins Altpleistozän gesetzt werden könnte; ob sie tatsächlich alt- oder sogar jungpleistozän ist, kann heute nicht entschieden werden.

Noch eine zweite Fossilfundstelle ist zu erwähnen: GLANGEAUD hat 1949, p. 1, in sandigen Geröllschichten bei Desnes (2 km nordöstlich Bletterans bei Lons le Saunier) *Mastodon arvernensis* CROIZ und JOB sowie *Rhinoceros leptorhinus* CUV. (détermination THORAL) entdeckt. Dieser Autor konnte den Geröllhorizont vom Forêt de Chaux aus nach S verfolgen und hält ihn für gleichaltrig wie die Sundgauschotter. Damit läge ein weiterer Hinweis pliozänen Alters eines Teiles der Falaise de Montbarrey vor. U. E. könnte aber auch eine andere Möglichkeit bestehen, nämlich die Zuweisung dieser Gerölle in eine ältere Stufe; GLANGEAUD

⁶⁾ International geological Congress 1948. Part IX. Proceedings of section H: The pliocene-pleistocene Boundary. London 1950. (Vgl. M. FRIANT, p. 46; H. L. MOVIOUS, p. 73; P. WOLDSTEDT, p. 112.)

selbst spricht darüber recht vorsichtig «...des galets d'origine variée: les uns vosgiens et d'autres probablement alpins (p. 1)». Solange keine sedimentpetrographische Analyse vorliegt, kann die Fauna von Desnes für unsere Zwecke nicht benützt werden.

Es bleibt nun nur noch übrig, auf einige allgemeine das Pliozän betreffende Fragen hinzuweisen, die der Tab. 3 entnommen werden. Diese Zusammenstellung erfolgte nach dem reich dotierten Werk von DELAFOND & DEPÉRET und dem Résumé von LEFAVRAIS, p. 101. Mme LEFAVRAIS gibt dazu eine wichtige Korrektur, die sich aus ihrer Bearbeitung der Bohrungen in der Bresse aufdrängte. Sande und Mergel von Mollon sind nur im S des Bressegrabens entwickelt, indes im N die Sande von Condal und die hangenden Mergel von Auvillars allein die Pliozänfüllung der Senke bilden. Danach muss man wohl unter den Sanden von Condal einen Hiatus voraussetzen, der über dem Pont eingetreten ist; diese Lücke könnte derjenigen in der N-Ajoie entsprechen, die über den *Hipparions*sanden von Charmoille von LINIGER 1963b, p. 173, vorausgesetzt wurde⁷⁾.

Die Sande von Trévoux (bei Lyon) und von Chagny (bei Beaune) bilden ab-Talfüllungen seitlich des Grabens wohl nur wenig differierende, oberpliozäne Alsagerungen, was schon DELAFOND & DEPÉRET anmerkten.

Von Interesse ist ferner die ungefähr gleichmässige Verteilung der *Mastodonten* im Plaisancien und Astien, dem Pliozän der Bresse⁸⁾; sie sind die typischen Leitformen; sowohl *Bunolophodon (Mastodon) arvernensis* CROIZ & JOB wie *Zygolophodon (Mastodon) borsoni* HAYS kommen, z. T. gemeinsam, von der Basis bis zum jüngsten Pliozän vor. Es kann darum säugetierpaläontologisch das Pliozän in der Bresse nicht unterteilt werden und es sei darauf hingewiesen, dass *Arvernensis*-Schichten, die von deutschen Geologen ins Oberpliozän (deutsche Einteilung) gestellt werden, ebensogut auch mittelplioizän sein könnten.

Von besonderem Wert sind sodann die beiden Faunensprünge, die das Bressepliozän unten und oben charakterisieren. Unter dem Pliozän (französ. Einteilung) findet sich das Pontien mit *Hipparion gracile* KAUP, sowie *Deinotherium giganteum* KAUP, sowie das ältere *Mastodon longirostris* KAUP u. a. Alle diese treten im eigentlichen Pliozän nicht mehr auf und sind auch in der Schweiz und in Süddeutschland auf das Pont beschränkt. Die obere Grenze ist durch das Einsetzen von *Archidiskodon meridionalis* NESTI, *Equus stenonis* COCCHI u. a. gegeben; die *Elefanten* sind quartäre Leitfossilien. So lässt sich für unsere Untersuchung in der Bresse hervorheben, dass die Fossilfunde im Chagnysand die oben geäusserten Ansichten über das Alter der Sundgauschotter trefflich ergänzen können. Der Beweis für *Mastodonten* als für die liegenden und für *Archidiskodon meridionalis* NESTI als für die hangenden Sundgauschotter gültige Leitfossilien wäre aber erst dann vollwertig, wenn solche im Sundgauschotter selbst vorgefunden würden.

⁷⁾ Beiläufig sei auf die bemerkenswerte Tatsache hingewiesen, dass nach LEFAVRAIS das Pont in den Bohrungen stark tektonisch zertrümmert erschien, das Unterpliozän dagegen normal sedimentiert war.

⁸⁾ Hiemit sei auch hier Dr. ANDRÉE LEFAVRAIS-RAYMOND (Paris) der beste Dank für ihre Hinweise über Verteilung der *Mastodonten* im Pliozän der Bresse ausgesprochen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die kombinierten Untersuchungen über die stratigraphische Eingliederung der Sundgauschotter ergaben:

1. Der alpine Sundgauschotter, Ablagerung einer frühen, nichtglazialen Aare traf erstmals ungefähr Mitte Oberpliozän westlich Basel ein und floss ungefähr Mitte Altpleistozän durch den Rheintalgraben nach N ab.

2. Sein Liegendes, d. h. die untere Begrenzung wird im Sundgaugebiet durch fossilfreie Vogesenschotter des Mittelplozäns und gebleichte Erden an der Wende Mittel-Oberpliozän festgelegt. In der Bresse wird diese Datierung durch das Vorkommen der pliozänen *Mastodonten* im untern Teil der analogen Sande von Chagny und eventuell von Nevy-Parcey unterstützt.

Die obere Ablagerungsgrenze wurde im weiten Raum von Basel sedimentpetrographisch sichergestellt durch das erste Vorkommen von alpinem Material in den Bohrungen des Rheintalgrabens im Raum Karlsruhe (BARTZ), die im Hardtwald bei 56 m Bohrtiefe, d. h. 32 m über der pollenanalytisch bestimmten Plozänobergrenze einsetzen. Weiter nördlich, bei Wiesbaden-Ost (Biebrich-Ost) zeigten sich im untersten Teil der Mosbachersande spärlich in einen lokalen Blockstrom eingeschwemmte, alpine Nummulitenkalkgerölle; diese Lage enthält u. a. *Elephas trogontherii* Pohl, Übergang zu *meridionalis* und *Hippopotamus major*, also eine Warmfauna des Altpleistozäns.

3. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die unterste Lage der Mosbachersande den Kiesen von Karlsruhe in 56 m Tiefe entspricht, die den Übergang der *Meridionalis*stufe zur *Trogontheri*stufe darstellen. Die Sundgauschotter hätten demnach am Ende der altpleistozänen *Meridionalis*stufe den Rheintalgraben erstmals erreicht; sie sind plio-pleistozän. Als entsprechender Hinweis dieses Befundes kann das Vorkommen von *Archidiskodon meridionalis* NESTI in den oberen Lagen der Sande von Chagny in der Bresse gelten.

4. Das Schema von BARTZ 1959 zeigt eindeutig, dass die *Meridionalis*stufe des Altpleistozäns dessen erste Hälfte beschlägt und dass die Grenzlage (unterste Mosbachersande) nicht zu den glazialen Akkumulationen einzureihen ist; das Glazial tritt erst in 36 m Tiefe der Karlsruher Bohrungen auf.

5. Die sedimentpetrographischen Analysen brachten sichere Hinweise für das Bestehen eines pliozänen Ur-Rheins, dessen Anfänge im N-Schwarzwald lagen, sowie für das Bestehen einer pliozänen Wasserscheide im Kaiserstuhlgebiet.

Mit dieser neuen Altersdatierung der Sundgauschotter lassen sich nun die tektonischen Ereignisse an der Wende Plozän-Quartär in deren Umkreis genauer bestimmen. Von Interesse ist dabei die Datierung der südteffinischen Plozänablagerungen, die neuestens wieder von DANIEL BERNOULLI, Basel, untersucht wurden (Diss. 1964, noch nicht publiziert): Zur Geologie des Monte Generoso (Lombardische Alpen). Ein Beitrag zur Kenntnis der südalpinen Sedimente.

Ferner können nun auch die Flussnetze im Plozän und Altpleistozän in sehr weitem Umkreis von Basel mit genügender Sicherheit rekonstruiert werden.

LITERATURVERZEICHNIS

- ADAM, K. D. (1953): *Die Bedeutung der altpliozänen Säugetierfaunen Südwestdeutschlands für die Gliederung des Eiszeitalters*. Geologica Bavarica 19, 357–363.
- BARTZ, J. (1950): *Das Jungpliozän im nördlichen Rheinhessen*. Notizblatt des hess. Landesamtes f. Bodenforschung zu Wiesbaden. VI/1, 201–243.
- (1959/60): *Zur Gliederung des Pleistozäns im Oberrheingebiet*. Ztschr. d. deutschen geologischen Ges. III/3, 653–661.
 - (1961): *Die Entwicklung des Flussnetzes in Südwestdeutschland*. Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 4, 127–135.
- DAVID, EV. (1963): *Inventaire des restes d'Elephants fossiles trouvés en Franche-Comté*. Ann. scientifiques de l'Université de Besançon. 2me série – Géologie, 17.
- DELAFOND, F., & DEPÉRET, C. (1894): *Les terrains tertiaires de la Bresse*. Etude des gîtes minéraux de la France, Paris.
- ERZINGER, E. (1943): *Die Oberflächenformen der Ajoie (Berner Jura)*. Mitt. der Geographisch-Ethnolog. Ges. in Basel 6, 1939–1942.
- FÜCHTBAUER, H. (1959): *Die Schüttungen im Chatt und Aquitan der deutschen Alpenrandmolasse*. Eclogae geol. Helv. (V. Congrès Internat. de Sedimentologie 1958) 51/3.
- GEISSERT, F. (1961): *Die Pflanzen- und Tierfossilien der Hagenauer Umgebung*. Etudes Haguenoviennes (Soc. d'Hist. et d'Archéologie de Haguenau). N.-S., 1958–61, 3.
- (1962): *Naturkundliche Exkursion in die Rheinniederung im nördlichen Elsass am 16. Juli 1961*. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz [N.F.] 8/2, 347–350.
 - (1964): *Neuer Beitrag zur Untersuchung fossilführender Lagerstätten im nördl. Elsass*. Etudes Haguenoviennes N.-S., 1962–64, 4. 53–107 u. 357–363.
- GLANGEAUD, L. (1949): *Evolution morphotectonique du Jura septentrional pendant le Miocène supérieur et le Pliocène*. Comptes r. des séances de l'Académie des Sciences 229, 720–722.
- GUTZWILLER, A. (1894): *Die Diluvialbildungen der Umgebung von Basel*. Verh. d. natf. Ges. zu Basel X/5.
- (1912): *Die Gliederung der diluvialen Schotter in der Umgebung von Basel*. Verh. d. natf. Ges. zu Basel XXIII.
- HEIM, ALB. (1919): *Geologie der Schweiz*. B.I. Leipzig. 279.
- HOFMANN, F. (1960): *Materialherkunft, Transport und Sedimentation im Schweizerischen Molassebecken*. Jb. der St. Gallischen Naturwissenschaftl. Ges. 76.
- LEFAVRAIS-RAYMOND, A. (1958): *Contributions à l'étude géologique de la Bresse d'après les sondages profonds* (Thèse). Mém. du bureau de Recherches géologiques et minières. Serie A.N. 3976.
- LINIGER, H. (1963a): *Geologische Beobachtungen in der Ajoie*. Regio Basiliensis IV/1, 39–47.
- (1963b): *Zur Revision des Pontien im Berner Jura*. Eclogae geol. Helv. 56/1, 165–174.
 - (1964): *Beziehungen zwischen Pliozän und Jurafaltung in der Ajoie. Mit sedimentpetrographischen Analysen von FRANZ HOFMANN* (Neuhausen a. Rheinfall). Eclogae geol. Helv. 57/1, 75–90.
- SCHÄFER, H. (1961): *Die pontische Säugetierfauna von Charmoille*. Eclogae geol. Helv. 54/2.
- THÉOBALD, N. (1935): *Les alluvions du pliocène supérieur de la région du Sundgau*. Bull. de la Soc. industrielle de Mulhouse, 51.
- (1953): *Comparaison entre les dépôts pliocènes et quaternaires de Lorraine et de la plaine d'Alsace*. Actes du IV. Congrès de l'Association Internationale pour l'Etude du Quaternaire (INQUA). Rom, p. 6.
- WAGNER, W. (1950): *Diluviale Tektonik im Senkungsbereich des nördlichen Rheintalgrabens und an seinen Rändern*. Notizbl. des Hess. Landesamtes f. Bodenforschung zu Wiesbaden VI/1, 177–192.
- WERNERT, P. (1949): *Elephas meridionalis Nesti dans le Bas-Rhin. Contribution à l'histoire du Rhin Quaternaire*. Cahiers d'Archéologie et d'Histoire d'Alsace, 217–222.
- WERVECKE, VAN L. (1925): *Das Alter der Sundgauschotter im Oberelsass*. Ztschr. der deutschen geol. Ges. 76, B.
- WITTMANN, O. (1963): *Die Niederterrassenfelder im Umkreis von Basel*. Diskussionsbeitrag. Regio Basiliensis IV/1, 8.

