

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie

Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel

Band: 7 (1966)

Heft: 2

Artikel: Das plio-altpleistozäne Flussnetz der Nordschweiz

Autor: Liniger, Hans

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1089543>

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: 14.01.2026

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

DAS PLIO-ALTPLEISTOZÄNE FLUSSNETZ DER NORDSCHWEIZ

HANS LINIGER

Zusammenfassung

Das detaillierte Studium der pliozänen Ablagerungen der Nordschweiz, Sundgau eingeschlossen, erlaubt, die sehr heterogene Hydrographie seit dem Ende des Miozäns zu entwirren; es sind fünf verschiedene Flussablagerungen zu konstatieren. Im Pontien wurde der mittelschweizerische Molassetrog immer noch vom Glimmersandstrom aus den Ostalpen Richtung Rhone entwässert (Hofmann). Im Mittelpliozän entstand eine Ur-Aare, die sich dem Jura-Südfuss entlang zur Donau wandte, Richtung Wiener Becken. Sie trennte sich etwa Mitte Oberpliozän von diesem Fluss-System, schuf von Koblenz bis Basel ein neues Bett und richtete ihren Lauf über den Sundgau zur Saône (Aufschüttung der Sundgau-schotter). Am Ende der Meridionaliszeit erfolgte im Alt-Pleistozän eine neue Ablenkung in den Rheingraben nördlich Basel, wo sie sich mit dem Ur-Rhein, dem Kaiserstuhl-Rhein vereinigte. Der Alpenrhein (Bündner-Rhein) trat erst im Glazial (vermutlich in der Mindelzeit) vom Bodensee her ins Bett der Aare. Alle diese Veränderungen wurden durch tektonische Bewegungen ausgelöst, die wechselnde Wasserscheiden erzeugten.

LE RÉSEAU FLUVIAL DE LA SUISSE SEPTENTRIONALE AU PLIOCÈNE ET AU PLEISTOCÈNE ANCIEN (Résumé)

La stratigraphie du pliocène du bassin de la Suisse septentrionale et de ses cinq systèmes fluviaux, permet d'en reconstituer l'hydrographie depuis le pontien jusqu'au pleistocène moyen.

Hofmann a reconnu l'existence, au pontien, d'un grand fleuve tertiaire provenant des Alpes orientales (fleuve de sable micacé) et qui traversait la Suisse dans le sens est-ouest, se dirigeant vers le Rhône. Au pliocène moyen se forma une Aar primitive qui prenait naissance dans les Alpes occidentales et s'écoulait vers le nord-est, en direction de l'ancien cours du Danube. Au pliocène supérieur, cette Aar se sépara du Danube en suite de mouvements tectoniques survenus dans la Forêt Noire, et creusa une nouvelle vallée de Koblenz à Bâle, pour atteindre à travers le Sundgau la région de la Saône, où elle déposa les graviers du Sundgau. Au pliocène ancien (époque de l'«elephas meridionalis»), l'Aar, à la suite des mouvements qui se produisirent dans le fossé rhénan, abandonna le Sundgau et, après la disparition de l'ancien faissier du Kaiserstuhl, se dirigea alors de Bâle vers les Vosges. Le Sundgau lui-même devint à cette époque la ligne de partage des eaux. Au pliocène supérieur (mindélien), le Rhin alpin, affluent du Danube, se réunit à l'Aar près de Koblenz.

On a étudié les mouvements tectoniques qui ont constitué les systèmes primaires des vallées et des faissiers.

Anlass zur vorliegenden Abhandlung bilden die abgeschlossenen Studien über das Pliozän der Ajoie und des Sundgaus westlich Basel, die später veröffentlicht werden sollen. Zwei wichtige Arbeiten sind als Vorläufer zu nennen: F. Hofmann (1960) über die Schüttungen im Schweizerischen Molassebecken und J. Bartz (1961) über das pliozäne Flussnetz in Süddeutschland.

Die Voraussetzungen für Rekonstruktionen früherer Gewässersysteme beruhen unzweifelhaft auf genauen geologisch-stratigraphischen Untersuchungen, auf Geröll- und sediment-petrographischen Analysen; bei letz-

teren hatte ich mich der Unterstützung durch F. Hofmann zu erfreuen¹. Sodann sind präzise Vorstellungen über die tektonischen Bewegungen im weiten Umkreis des Untersuchungsgebietes unerlässlich; denn die Tektonik entscheidet den Kampf um die Wasserscheiden und erlaubt, dass man sich eine frühere Landschaft im Relief vorstellen kann. In den tektonischen Tiefenlinien sammeln sich die primären Hauptgewässer ausserhalb der Gebirgsblöcke, später auch — sekundär — innerhalb derselben. Es ergeben sich deshalb Wasserscheiden erster, zweiter oder noch höherer Ordnung.

Das vorpliozäne Relief und die obermiozäne (tortonische) Entwässerung im Jura sind allgemein bekannt, müssen aber hier kurz gestreift werden. Der Einbruch des Helvetmeeres in den Molassetrog hatte einerseits eine riesige Schüttung S-N von den Alpen her sowie eine beträchtliche Ablagerung N-S von den Massiven Schwarzwald und Vogesen aus ins Mitteland zur Folge. Die Unterlage der Juranagelfluhablagerung von den beiden alten Massiven nach S bildete ein nach S geneigter, zertalter Hang (Paul 1958), der in den Massiven Abtragungsgebiet war und im wesentlichen wohl mit der prähelvetischen Oberfläche übereinstimmte; er wird im folgenden als vindobone Fläche bezeichnet, ohne dass damit ein neuer Begriff eingeführt sei. Die Oberfläche der abgelagerten Juranagelfluh, die aus dem Sedimentmantel des Schwarzwalds im E und dem der Vogesen im W besteht, bildete nach Vosseler (1918) im Basler und Aargauer Jura eine nach S schwach geneigte Fläche; da sie aber sicher von pliozäner Erosion angetastet wurde, ist ihr Aussagewert etwas unbestimmt. Neuestens hat Stumm eine Ergänzung über die Juranagelfluh vorgelegt; nach diesem Autor kann man im Tafeljura zwei Juranagelfluhschüttungen unterscheiden: Eine untere ist rein kalkig und liegt in Rinnen der Unterlage, eine obere, mit Granitbestandteilen an der Basis, legt sich flächenhaft über die untere. Dadurch wird das Rückwärtsgreifen der Erosion der Tortonzeit bis ins Kristallin der Massive angezeigt. Die jüngsten Sedimente des Miozäns stellen wohl die Silte und Sande der bekannten Oehninger-Schichten dar, die nach Hofmann in einem Maar oder Kratersee abgesetzt wurden und eventuell Sarmat sind.

1 PONTIEN-UNTERPLIOZÄN

Im N-Hegau bilden die mit Tuffen durchsetzten, Hippurion führenden Fossillagen im Vulkan Höwenegg nach Tobien eine Fortsetzung der Molasse-schüttung aus N, wogegen Hofmann diese als Füllung eines Kratersees auffasst. Die Frage nach der Gewässerrichtung kann deshalb nur im Berner Jura gelöst werden. Im Laufenbecken wurden die von Koch erwähnten hellen Quarzsande im obern Teil der Juranagelfluh untersucht; ihre Geröllschnüre enthalten kein Mesozoikum, sondern 50% kleine Quarzite und unbestimmbare Kristallinkomponenten (? Schwarzwald). Dieselben Lagen wurden durch sediment-petrographische Analyse auch in der Basis des Bois de Robe, westlich Delsberg, angetroffen, die Liniger 1925 als vermutliches Obertorton bezeichnet hatte. Es handelt sich um aufgearbeitetes Miozänmaterial mit auffällig viel rotem Chert und wird als erste Aeusserung von pontischen Schüttungen aus N-Richtung aufgefasst; schon Koch erwog pontisches Alter; der mürbe Quarzsand liegt über der Juranagelfluh.

Diese Unterpontschüttung — eine rein lokale Fazies — zeigt zunächst an, dass die alte Gewässerrichtung N-S weiterbestand und nach einem Erosions-

¹ Die im Text erwähnten sediment-petrographischen Analysen stammen von F. Hofmann, Neuhausen a. Rheinfall, dem mein bester Dank ausgesprochen sei.

stillstand eine Neubelebung eingetreten war. Der Fluss könnte aus der Gegend von Kandern stammen; nördlich dieses Gebietes war eine Wasserscheide vorhanden (Kaiserstuhlgegend). Zwischen Juranagelfluh und Pont ist also ein Hiatus möglich. Die Erosionsbasis wird im nächsten Abschnitt diskutiert.

Die Hauptmasse des Pontien wird im N-Jura von den fossilführenden Hippariosanden (früher Dinothériensanden) gebildet (Typort Charmoille); es sind braungelbliche Vogesensande mit Geröllchen bis 3 cm; Vorkommen auch in Lugnez (Erzinger), Zoll ob Beurnevésin, Bonfol, Vendlincourt, Bois de Robe (Delsberg). Sie sind in grossen, 4—6 km breiten NW-SE-Rinnen abgelagert, in der Ajoie z. T. in oligozänen Aestuaren, im Delsberger Becken in einer Erosionsrinne, die vermutlich eine Fortsetzung nach S besass. Zwischenlagen von Mergeln mit Blättern und Schnecken weisen auf Unterbrechung der Schüttung hin. Die Hippariosande liegen im Berner Jura überall auf Oligozän. Die Schüttung ist nur durch eine Aufwärtsbewegung der Vogesen erklärbar; der pontische Fluss stammte aus der Gegend von Gironmagny-Belfort; nördlich davon muss eine Wasserscheide in den Hochvogesen bestanden haben. Von den Vogesen bis zur Ajoie wurden diese Sande direkt auf die Vindobonfläche aufgesetzt.

Paläogeographisch kann das Fluss-System noch folgendermassen umschrieben werden: Eine weitere Wasserscheide bestand vermutlich westlich Belfort-Montbéliard, wo analoge Ablagerungen fehlen. Die Erosionsbasis ist im Mittelland vorauszusetzen, wo Hofmann 1959 eine mächtige Glimmersandrinne erkannte, die E-W gerichtet war, aus dem östlichsten Teil des Molassetrogs stammen muss und bis in die Gegend von Biel-Neuenburg verzeichnet wird. Dieses mächtige Stromsystem aus den Ostalpen von ca. 600 km Länge kann aber nicht in einen Binnensee der W-Schweiz gemündet haben; demnach ist der Abfluss gegen Genf in eine Ur-Rhone wahrscheinlich. Erosionsbasis war das Mittelmeer. Tektonisch bestand demnach im Unterpliozän im Jura eine Querdepression Ajoie-Delsberg-Solothurn. Nach dem Pont müssen regionale Bewegungen eingesetzt haben, die erst bei der Diskussion der nächstjüngeren Ablagerung in den Vordergrund treten und dort besprochen werden.

Flussnetze im Pont (Fig. 1)

Die spärlichen, aber sicher datierten unterpliozänen Ablagerungen lassen nur eine lückenhafte Erfassung der Gewässer dieser Zeit zu.

Unterpont:

- 1 ein vermutlich schwarzwäldischer Fluss, ?Urkander, Richtung Laufen-Delsberg

Oberpont:

- 2 eine Ur-Savoureuse von Belfort nach SW gegen Delsberg
- 3 Vielleicht besteht weiter E ein zweiter Vogesenfluss, der bei Delsberg am Mont Chaibeux aufschüttet.

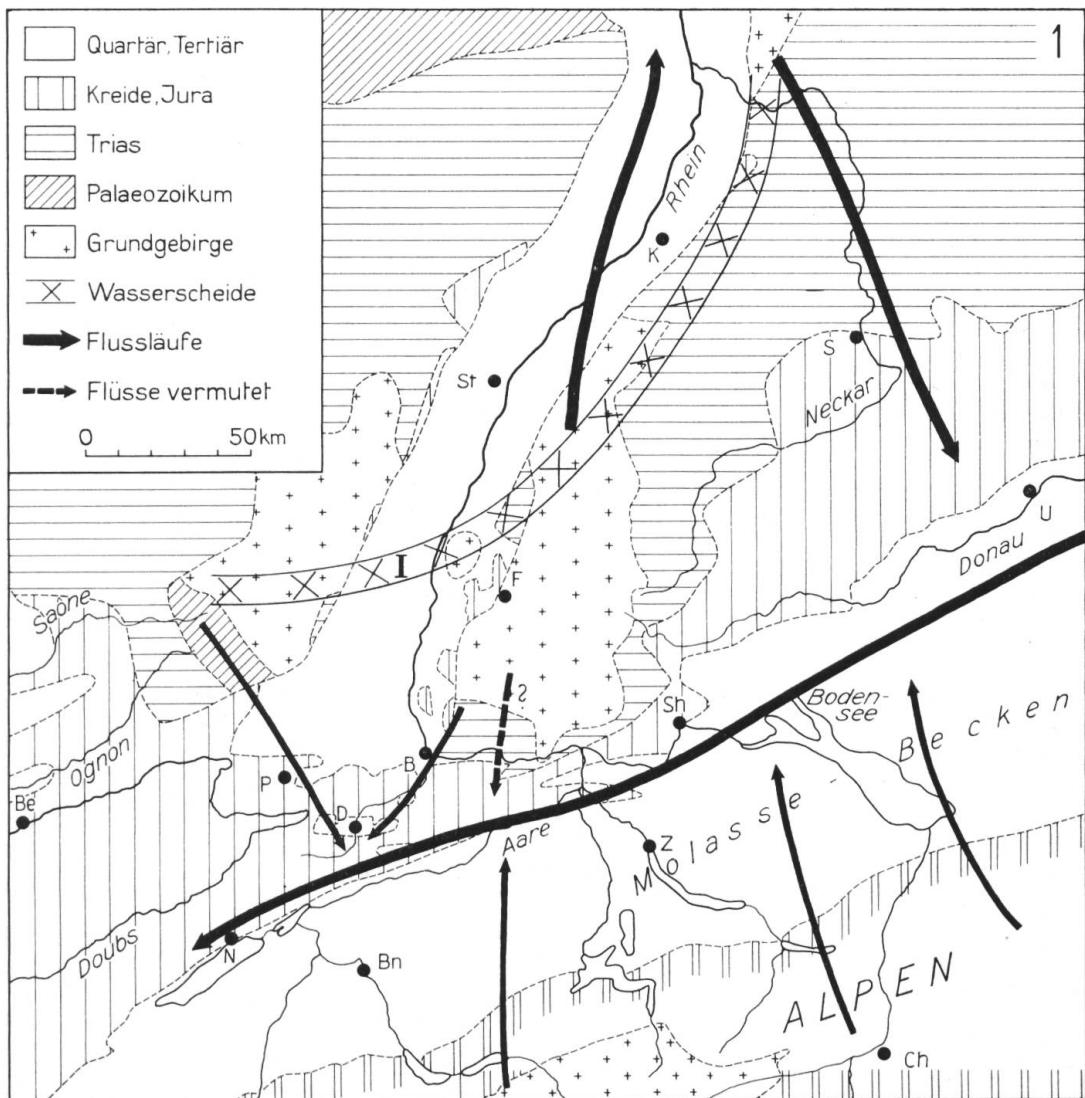


Abb. 1 Das pontische Flussnetz. Mittelland nach *F. Hofmann*, S.-Deutschland nach *J. Bartz*.

- 4 Im Hegau weisen hoch gelegene Glimmersande am Hohenstoffeln auf Zufuhr aus NE hin (vergl. Hofmann 1965).
- 5 Am Tannenberg, St. Gallen, fand Hofmann Konglomerate und Sande der Bodensee-Schüttung, eine pontische Zufuhr aus den Alpen in S-N-Richtung.
- 6 Im nördlichen Schwarzwald entspringt nach Bartz (1961) ein Ur-Rhein an der Kaiserstuhlwasserscheide, der im N, in Rheinhessen, die Dinothriensande mit Hippocrateion von Eppelsheim ablagert (Bartz 1960).

Was ist von diesem Flussnetz heute noch erhalten? Bartz (1961) fand keine Spuren pontischer Flüsse oder Täler. In unserem Gebiet sind die oberen Talabschnitte am Vogesen-S-Hang mit SE-Richtung Reste des unterpliozänen Gewässernetzes. Am Schwarzwald-S-Hang könnten die obersten Abschnitte

von Wiese (Zellerwiese) und Kander mit NS-Richtung eventuell in Betracht fallen. Im Berner Jura haben die Klusen von Moutier und Undervelier im Pont eventuell eine erste Anlage erfahren.

2 MITTELPLIOZÄN

Hierher sind die groben Vogesenschotter vom Typort Charmoille zu stellen, die noch 1960 von Tschopp mit den Hippariosanden zu einer Serie vereinigt waren, 1964 aber von Liniger als unzweifelhaft jünger davon abgetrennt wurden, allerdings ohne paläontologischen Beweis. Die Herkunft, teilweise auch der Nachweis der örtlichen Abstammung, ist gesichert; sie entstammen dem Vogesen-S-Hang; kein Geröll kann aus den Mittelvogesen abgeleitet werden. Fundorte: Hügelrücken bei Belfort (Théobald 1956), unter Sundgauschottern bei Suarce und Réchésy (Meyer), in der Ajoie, in der Pfirt, im Bois de Robe (Delsberg), anschliessend auf der Caquerellekette, bei Bellelay im südlichen Faltenjura, wo sie sich deutlich von Glazialgeröllen oder helvetischer Nagelfluh unterscheiden.

Für jüngeres Alter spricht zunächst der Umstand, dass sie einem neuen Ruck «nach oben» der Vogesen zu verdanken sind, daß sie nicht nur in den pontischen Rinnen (in Synklinalen) auftreten, sondern deutlich flächenhaft weit darüber hinausgreifen (Ajoie und Sundgau) und dass sie ausserhalb der Mulden auf verschiedenen Malmstufen lagern. Dadurch wird ein Hiatus zwischen den Hippariosanden und den z. T. sehr groben Vogesenschottern erkennbar.

Von deren Vorkommen in der Bresse, wo Glangeaud Vogesensande als Material der Condalsande angab, ist erwähnenswert, dass sediment-petrographische Analysen der Condalsande in Bohrungen ergaben, dass es sich um aufgearbeitetes Material des Miozäns aus den W-Alpen handeln muss². Erneut ergibt sich ein Hinweis für eine Wasserscheide westlich Belfort.

Geröllanalysen von Vogesenschottern westlich Pfirt und auf dem Horst von Altkirch-Illfurt ergaben deutliche Unterschiede gegenüber denjenigen der N-Ajoie und Charmoille; es muss ein zweiter Vogesenfluss weiter im E bestanden haben (? Ur-Doller). Im Laufenbecken (Koch 1923) und im Tafeljura bei Tenniken (Hauber 1960) trifft man grobe Buntsandstein- und Quarzschotter, die echte Wanderblockformation, die vom S-Schwarzwald stammt und nicht mit den groben Blöcken in der Basis der Vogesenschotter verwechselt werden darf (blocs périgrins genannt). Koch stellte sie damals ins Unterpliozän, Bartz 1961 ins Mittelpliozän. Da sie im Laufenbecken auf den als UnterPont deklarierten Quarzsanden mit rotem Chert liegen, müssen sie jünger sein, wodurch die Altersbestimmung von Rutte widerlegt ist; übrigens zeigen die Schwermineralbestimmungen einen wesentlichen Unterschied gegen diejenigen der Juranagelfluh. Nach Koch und meinen Beobachtungen

² Für die Ueberlassung von Sandproben aus zwei Bohrungen der Bresse sei Madame Lefavrais-Raymond (Paris) bestens gedankt.

liegen die Wanderblöcke in Rinnen der Juranagelfluh. Als südliche Fortsetzung dieser Schüttung müssen die groben Höhengerölle auf dem Matzen-dörfer Stierenberg (Waibel 1925) und auf dem Raimeux (Elber 1920/21) im Hochjura betrachtet werden. Mit der Wanderblockformation müssen die groben Schotter auf dem Heuberg bei Kandern im südlichen Rheingraben in Beziehung stehen, wie Koch richtig erkannte und wie durch die Schwermineralbestimmungen bestätigt werden konnte.

Am Schwarzwald-S-Hang kommen auf dem Aichberg bei Blumberg bekanntlich alte, undatierte Quarzitschotter auf ca. 900 m Höhe vor, die nach Manz einem Gemisch von Schwarzwald- und Alpenquarziten entsprechen und einer Ur-Aare als Zufluss der Donau zugeschrieben werden. Diese Ur-Aare wurde von Vosseler 1918, Amsler, Paul 1958 und Moser 1962 diskutiert und mangels genauer Unterlagen z. T. allgemein ins Pliozän, z. T. ins Unterpliozän gestellt. Die neue Pliozänstratigraphie muss diese Schotter ins Mittelpliozän plazieren³, womit eine völlige Umkehr des Gewässernetzes postpontisch angezeigt wird. Eine analoge Schüttung wurde kürzlich von R. Trümpy auf dem Villiger Geissberg im Kanton Aargau entdeckt, wo Quarzitgerölle zwischen den Koten 660—600 auf Malm liegen. Die Schwermineralanalysen von F. Hofmann erwiesen die Gleichartigkeit mit den Blumbergschottern. Auch dieser Fund erweist das Bestehen einer Ur-Aare, die jünger als der Glimmersandstrom aus dem E ist. Moser hat in der Bözberg-gegend breite, alte Talrinnen beschrieben, die der Ur-Aare zuzuweisen wären. Es sei dahingestellt, ob es sich dabei nicht z. T. um Verebnungsflächen des alten Glimmersand-Systems handelt. Interessant ist beim Villiger-Vorkommen das Fehlen der Juranagelfluh unter den Quarzitschotterresten.

Zu diesen stratigraphischen Befunden gesellen sich nun Andeutungen regionaler *tektonischer postpontischer Vorgänge*.

Zunächst sei darauf hingewiesen, dass mit dem Pont die Sedimentation im Molassetrog aufhörte, dass die ruhige Zeit beendigt war und Bewegungen aller Art einsetzten. Im Hegau sind postpontische Basaltausbrüche nachgewiesen; nach Hofmann setzte mit dem Pont am östlichen Alpenrand «Sturm» ein, belegt durch die Konglomeratschüttung Tannenberg. Auch am westlichen Alpenrand sowie im westlichen Jura müssen wesentliche Hebungen stattgefunden haben, so dass sich nun eine Ur-Aare aus dieser Region bilden konnte; datiert werden sie durch postpontische Ueberschiebungen am Bresse-S-Rand bei Lons-le-Saunier. Im Sundgau und vor allem in der Ajoie sind Bruchbildungen (reaktivierte Verwerfungen) sowie Faltungserscheinungen zu konstatieren, letztere besonders deutlich u. a. an der Morimontkette bei Charmoille (Tschopp, Liniger 1964). Paläogeographisch bietet sich im Mittel-

³ Nach brieflicher Mitteilung hat W. Paul auf der E-Abdachung des Schwarzwaldes alte Schotter gefunden, die er «mit ziemlicher Sicherheit in den noch erkennbaren Ablauf der Entwicklung der einstigen Aare—Donau einordnet und als nachmittelpliozän und unter allen Umständen als vorpleistozän erachtet». Es könnte sich um ähnliche Geröllhorizonte wie die beschriebenen handeln, sind sich doch die Auffassungen über deren zeitliche Einordnung recht nahe.

pliozän ein wesentlich anderes Bild als im Unterpliozän. Zwar bestand im E-Jura die miozäne Entwässerungsrichtung von den zwei alten Massiven nach S fort, aber im Molassebecken hatte das Flussnetz eine tiefgreifende Umwandlung erfahren; die höchste Stelle ist nun im SW zu suchen, die grösste Mittellandrinne verlief zwar bis Koblenz immer noch im NE, am Jura-S-Fuss, von dort an nach NE aber weiter nördlich als die frühere Glimmersandrinne, nämlich nördlich vom Hegau, dem Wiener Becken entgegen. Dementsprechend musste in der Gegend von Lausanne-Genf eine neue Wasserscheide entstanden sein, vermutlich bei La Sarraz. Das ganze Mittelland hatte sich merklich gehoben, die Glimmersandmolasse war nun in die Molassefüllung des Tropes eingegliedert und fing an, erosiv abgebaut zu werden, vor allem im westlichen Molassetrog an der neuen Wasserscheide, wo heute als jüngste Molasse nur noch Aquitan vorkommt. Diese Abtragung hatte dort auch die Glimmersandrinne zerstört. Ob sich die sehr deutlichen Hebungen von Vogesen und Schwarzwald, charakterisiert durch die Lieferung von groben Schottern des Mittelpliozäns, in die alpinen Hebungen genetisch eingliedern und in ursächlichen Zusammenhang bringen lassen, ist vorläufig ungeklärt (Paul 1958, S. 347 ff.).

Im speziellen Untersuchungsgebiet westlich Basel hatten die Flüsse noch bis zur Mittellandrinne aufschütten können, östlich der Wasserscheide bei Belfort; aber es ist zu vermuten, dass sie teilweise, wie in der Ajoie, auf Jura transgredierten und dabei die Anfänge der Klusen im Berner Jura vertieften. Interessant sind wiederum die Verhältnisse am Villiger Geissberg, wo man nun die Gefälle der ehemaligen Ur-Aare bestimmen kann; bei Annahme von 2‰ Gefälle vom Geissberg nach Blumberg (ca. 40 km) musste die Höhenlage bei letzterem Ort ca. 580 m betragen. Heute liegen diese Schotter, wie oben erwähnt, auf 900 m Meereshöhe.

In der Bresse dauerten die Senkungen des Grabens nach einem Unterbruch an (Sande von Condal und Auvillars-Mergel), im Rheingraben floss der Ur-Rhein, der Kaiserstuhlrhein, weiter. Bei Karlsruhe bildete sich eine flache Senke mit sandigem und schluffigem Pliozäninhalt aus, indes im nördlichen Rheingraben ein tiefer Trog mit bedeutendem Pliozänmaterial aufgefüllt wurde (Liniger 1965).

Das Flussnetz im Mittelpliozän (Fig. 2)

Die relativ weit verbreiteten Schotter des Mittelpliozäns erlauben einige sichere Schlussfolgerungen über das damalige Flussnetz.

- 1 Die Ur-Savoureuse benutzt immer noch den Stromstrich und die Depression im Berner Jura und dringt bis an den Rand des damaligen Mittellandes vor.
- 2 Weiter im E hat vermutlich die Ur-Doller eine Zone von Vogesenschottern über die Gebiete Altkirch-Pfirt-Pleigne ausgebretet, worauf eventuell auch die Schotterfelder zwischen Köstlach und Levoncourt zurückzuführen sind.

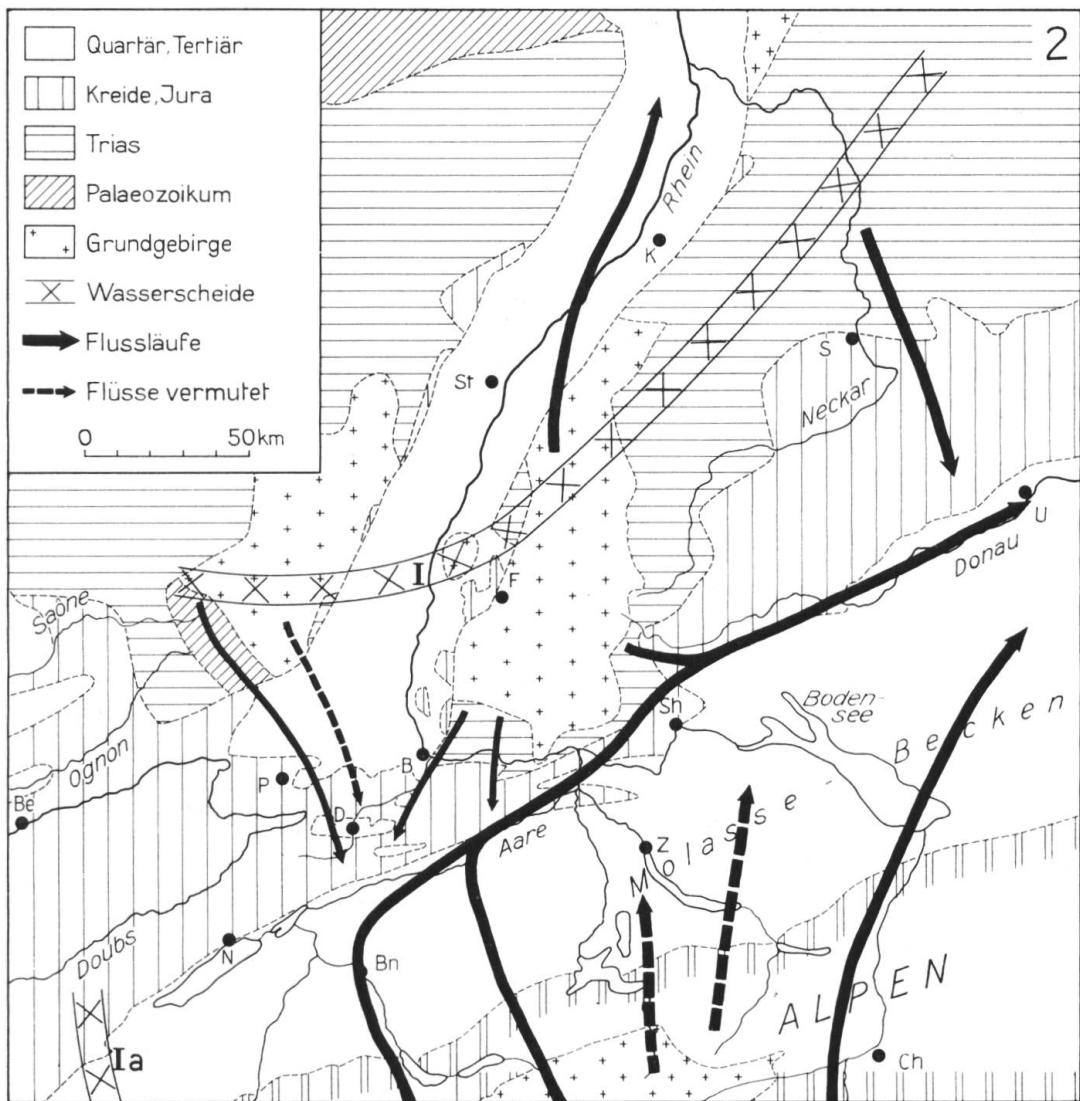


Fig. 2 Das mittelpliozäne Flussnetz vor der Jurahauptfaltung

- 3 Möglich ist ferner ein dritter Vogesenfluss westlich der Savoureuse; doch liegen darüber in den Jura-Randgebieten noch nicht sichere Hinweise vor.
- 4/5 Im Schwarzwald sind zwei Gewässer in N-S-Richtung erkennbar, die jüngere Gerölle als Juranagelfluh nach S trugen: eine ? Ur-Kander Richtung Laufenbecken, Matzendorfer Stierenberg, eine ? Ur-Wiese (Zeller Wiese), die die Wanderblöcke östlich Sissach auf dem Tafeljura absetzt.
- 6 Im Molassetrogs wird eine Ur-Aare, ein völlig neuer Fluss, erkennbar, der aus den westlichen Alpen stammen muss und der sich östlich Biel irgendwo an den Jura-S-Rand drängt und über den Villiger Geissberg und die Brugg-Koblenzer Gegend gegen die Donau abfließt (Erosionsbasis: Wiener Becken). Er ist nur durch eine beträchtliche postpontische Hebung im westlichsten Mittelland — wie oben erklärt — zu deuten, benutzt aber vielfach wohl die Niederungen der Glimmersandrinne.

- 7 Im Hegau sind bis jetzt keine mittelpliozänen Ablagerungen zu verzeichnen; ein Hinweis, dass nun die tektonisch tiefste Stelle des Molassetroges nördlich des Hegaus liegt; es ist, als ob der Molassetrog nach N gekippt wäre.
- 8 Im Rheingraben fliesst der Ur-Rhein nördlich der Kaiserstuhlwasserscheide weiter (Erosionsbasis: Nordsee).
- 9 Als Zuflüsse zur Ur-Aare, von den Kämmen der erhöhten Alpen, können zu diesem Zeitpunkt festgelegte Gewässer, z.B. Reuss und Limmat, vor- ausgesetzt werden.

Dieses Gewässernetz lässt vielfache Schlüsse auf die wichtigen *Wasserscheiden* zu: Eine solche existierte in den Südvgesen, die sich bis zur Kaiserstuhl-Wasserscheide verlängerte; dann eine bedeutende in der Gegend von Lausanne, evtl. bei La Sarraz, die nur noch im Glazial überfahren wurde; eine in Süd-Deutschland, die durch die Ur-Donau allmählich vom Schwarzwald her nach SE verlagert wurde, ferner eine temporäre zwischen Reuss und Limmat im östlichen Molassetrog.

Auch vom mittelpliozänen Netz sind nur wenige Spuren erhalten geblieben. Im Sundgau weisen die Schotterfelder der Vogesenflüsse wenigstens auf frühere Ueberschwemmungshöhen hin, und im Faltengebiet des Hochjuras können wiederum die Klusen Hinweise dafür bilden. In Vogesen und Schwarzwald sind die obern Teilstücke der Täler auch im Mittelpliozän vorhanden gewesen; die groben Schotter dieser Zeit weisen auf erhebliche Erosionskraft hin. Im östlichen Schwarzwald (östlich von Blumberg) ist ein heute sozusagen trockener, 400—700 m breiter Taltorso auf ca. 700 m Meereshöhe erhalten, der vermutlich der Ur-Aare gedient hatte.

3 WENDE MITTEL-OBERPLIOZÄN

Eine dritte, aber wenig bedeutende Schüttung bilden die undeutlichen Reste gebleichter Erden, Illite und weisser Quarzsande, die von den Hängen der S-Vogesen stammen, dort bereits bei feuchtem Klima gebleicht und entkalkt waren und abgeschwemmten Triasverwitterungsschutt darstellen. Ihre Vorkommen beschränken sich (mit Ausnahmen) auf den S-Sundgau, wo sie bis in die Largbucht vordringen. Sie kommen gemäss den heutigen Aufschlüssen nur noch selten auf der sekundären Lagerstätte vor, sondern wurden während und nach der Ablagerung der Sundgauschotter ein zweites Mal umgesetzt, so dass eigentlich nur ihr Dasein von Interesse in unserer Fragestellung ist. Regional sind aber diese weissen Erden im weiten Umkreis des Rheingrabens anzutreffen (vergl. Brill, Théobald 1934, Bartz 1960, Geissert, Liniger 1964, 1965). Auch die Bresse zeigt sie nach den Beschreibungen von Delafond und Depéret 1894 in grösserer Verbreitung. Nach all diesen Vorkommen hat die Bildung der gebleichten Erden vom Mittel- bis gegen Ende des Oberpliozäns angedauert. Trotzdem sind die Ablagerungen aussagefähig, weil sie dartun, dass im Sundgau das alte, S-gerichtete Entwässerungsnetz zwar lokal fort-

bestand, die Vogesenbäche aber nur bis an den heutigen S-Sundgaurand aufschütten konnten; es muss nach der Ablagerung der Vogesenschotter am Jura-N-Rand eine Barriere entstanden sein, die nur durch Faltung des Jura zu erklären ist. — Da ferner diese Erden nur im E-Sundgau vorkommen und bis jetzt im W-Sundgau nie festgestellt wurden, muss angenommen werden, dass sie hier weggespült wurden, was nur westwärts möglich war. Die Vogesenbäche hatten, wohl im Zusammenhang mit tektonischen Vorgängen, die Wasserscheide W Belfort überwunden und einen neuen Abfluss von der lange bestehenden, vindobonen Hangfläche am Vogesen-S-Hang geschaffen. Leider fehlen bis jetzt entsprechende Studien in den französischen Gebieten. Aber diese Tatsache wird bei der Deutung des spätern Sundgauflusses wichtig werden.

Da die gebleichten Erden nach dem Depot der Vogesenschotter und vor dem Eintreffen der Sundgau-Aare im S-Sundgau angeschwemmt wurden, muss die Jurahauptfaltung postmittelpliozän sein, d.h. sich an der Wende Mittel-Oberpliozän vollzogen haben. Bestätigt wird diese Auffassung durch starke tektonische Verstellungen der Vogesenschotter, soweit man sie im N-Jura vorfindet, vor allem eben im Faltengebiet (vgl. Tschopp, Liniger 1964). Auch im Sundgau und in der Ajoie liegen sie oft nicht mehr in der ursprünglichen Lage, sondern wurden durch Vertikalbewegungen längs Brüchen gehoben oder gesenkt, so dass man an Sockelbewegungen zu denken hat. Zudem machte sich im Jura bis in die Ajoie ein allgemeiner Höherstau des Landes bemerkbar, der aber hier nicht diskutiert werden kann.

4 OBERPLIOZÄN-UNTERPLEISTOZÄN (Meridionalisstufe) Vgl. Fig. 3

Die vierte bedeutende Flussablagerung unseres Gebietes ist die der plio-pleistozänen Sundgauschotter, die der alpinen, nichtglazialen Ur-Aare und nicht dem Rhein zuzuschreiben ist (Liniger und Hofmann 1965).

Verschiedene Analysen erbrachten die Nachweise, dass die Ur-Aare z.T. dem Alpenrand, z. T. den oberen Lagen der Napfschüttung entstammt; letzteres wird z.B. dokumentiert durch den Umstand, dass das bekannte Emmengold dem Sundgauschotter fehlt (nach frdl. briefl. Mitteilung von F. Hofmann). Die frühere Meinung Gutzwillers, dass es sich z. T. um eine Walliser Schüttung handle (Rhone), hat sich als nicht zutreffend erwiesen; typische Walliser Gerölle sind weniger als 1 % vertreten. Das östlichste Vorkommen bildet den markanten Hügelrand westlich Oberhagenthal, ca. 9 km W Basel, wo die Schotter ca. 5 m mächtig sind, weiter W aber maximal 21 m (Gutzwiller, Oberdorfer, Brill, Théobald 1934, Rutte, J. Schaefer). Ihre Absätze im Sundgau formen keinen Aufschüttungskegel, sondern verteilen sich auf mehrere, tektonisch nach N verlegte Flussbetten, worauf Schaefer zuerst hinwies. Das Alter konnte paläontologisch in der Bresse festgestellt werden (Liniger 1965).

Die Ablenkung der Ur-Aare aus dem Donaulauf bei Koblenz muss etwa in der oberen Hälfte des Oberpliozäns erfolgt sein und ist tektonischen Ereig-

nissen zuzuschreiben. Ihr erstes, pliozänes Bett in unserm Gebiet erstreckte sich durch die N-Ajoie (Erzinger 1943) gegen Montbéliard. Die späteren Stromstriche im mittleren Sundgau sind wohl alle altpleistozän (Fig. 3).

Aequivalente dieser Bildungen: Im Rheingraben finden sich graue Sande nördlich Sessenheim (N Strassburg), die durch sed.-petrogr. Analyse als Sandfazies der Schotter gelten können. In den Bohrungen bei Karlsruhe zeigten sich in der Tiefe von 56—52 m Kiese, die durch die nämliche Methode als Sundgauschotter identifiziert wurden. Der unterste Teil der Mosbachersande bei Biebrich (Wiesbaden Ost) gehört zu demselben Niveau, ebenfalls die jüngere Hauptterrasse am Mittel- und Niederrhein⁴. In der Bresse enthält der bekannte Forêt de Chaux, E Dôle, Sundgauschotter, ebenso der Talhang südlich davon bei Nevy-Parcey an der Loue. Die Sande von Chagny bei Beaune dagegen sind als gleichaltrige Schüttung von Ognon und Saône zu taxieren.

Tektonik

Es wäre zu erwarten, dass die Faltungen des Juragebirges grossen Einfluss auf die Gewässerverteilung zur Folge gehabt hätten; dies war hauptsächlich im Innern des Gebirges der Fall (siehe unten). Der Durchbruch der antezedenten Aare durch die nördliche Jurakette muss nach Amsler in der Gegend der Habsburg bei Brugg erfolgt sein. Das Entweichen der Ur-Aare aus dem Schwarzwald-S-Hang ist nicht der Jurafaltung, sondern einer neuen Hebung des Schwarzwaldmassivs zur Last zu legen, denn die Schotter am Aichberg liegen heute auf 900 m Meereshöhe, indes im Mittelpliozän die Ur-Aare im N-Hegau auf ca. 580 m dahinfloss. Diese Hebung des Südschwarzwaldes, vermutlich von einer Sockelbewegung ausgehend, kann somit datiert werden; sie hat im Oberpliozän begonnen. Der Flusslauf reagierte mit Verlegung des

⁴ Letzteres konnte aus den sediment-petrographischen Notizen gefolgert werden, die G. von der Brelie 1959 in seiner Arbeit (Symposium) «Probleme der stratigraphischen Gliederung des Pliozäns und Pleistozäns am Mittel- und Niederrhein, V. Rückblick» (Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., S. 371—388, Krefeld) zusammengestellt hat.

Nachschrift während des Drucks: Am 19. Jan. 1966 schrieb mir Herr Dr. G. von der Brelie-Krefeld u. a. zu dieser Frage folgendes: «Der durch die Hofmann'schen Analysen festgestellte Wechsel in der Zusammensetzung der Schwermineralien-Vergesellschaftungen bei 56 m Tiefe deckt sich genau mit der von mir pollenanalytisch bestimmten Oberkante der Tegelen Warmzeit in den Bohrungen Karlsruhe. Darüber folgt ein etwa 12 m mächtiger Abschnitt mit Anzeichen einer kalten, bzw. kühleren Vegetation, dem ich die Arbeitsbezeichnung „jüngeres Altpleistozän“ gab. Dieser Abschnitt mag einer Günz-Kaltzeit entsprechen, ich habe jedoch wegen der Problematik des Begriffes „Günz“ diese Bezeichnung vorerst fallen lassen. Aus unsern Untersuchungen am Niederrhein und in den Niederlanden wissen wir nun, dass über den Ablagerungen des Tegelen die jüngere Hauptterrasse folgt. Damit dürfte der Abschnitt zwischen 43 und 56 m Tiefe des Bartz'schen Profils der jüngeren Hauptterrasse gleichzusetzen sein, was ja auch Ihren Auffassungen entspricht. Aus den Schwermineralbestimmungen ergibt sich nun, dass am Oberrhein alpines Material erstmals in der jüngeren Hauptterrasse auftritt. Entsprechende Beobachtungen wurden am Mittel- und Niederrhein gemacht, und damit dürfte jetzt eine Parallelisation der Terrassen von Basel bis zu den Niederlanden gesichert sein.»

Man vergleiche dazu: Liniger 1965: Das Alter der Sundgauschotter westlich Basel, Tab. 1 und Liniger 1966: Pliozän und Juratektonik westlich Basel, Eclogae 1965, 58, 2. S. 995.

Damit kann die ältere Hauptterrasse am Mittel- und Niederrhein eindeutig dem vom Pont an nachgewiesenen Ur-Rhein der Kaiserstuhlgegend (nach Bartz) zugewiesen werden.

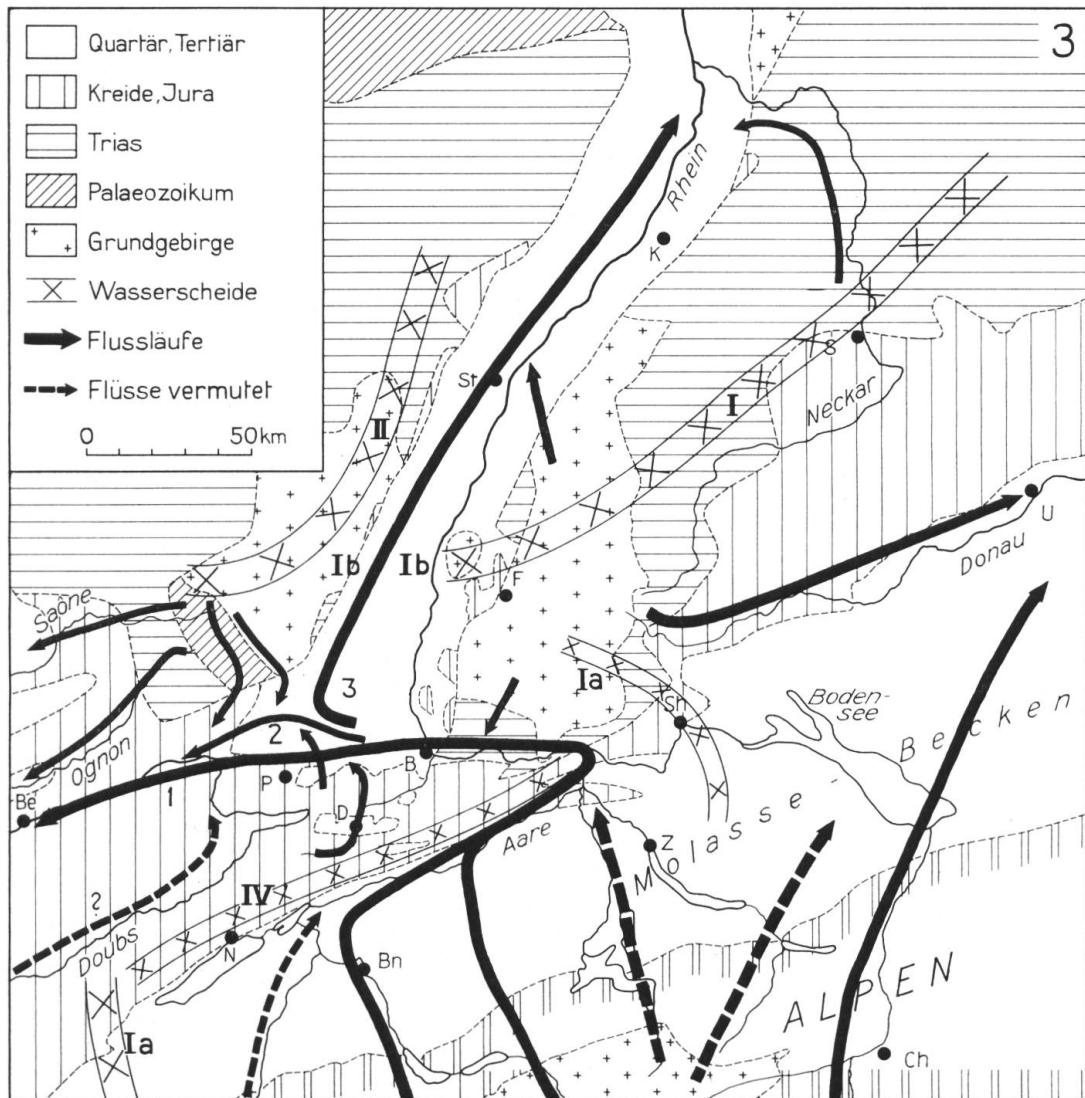


Fig. 3 Das oberpliozäne-altpleistozäne Flussnetz nach der Jurahauptfaltung

- | | |
|--|---|
| 1 Lauf der oberpliozänen Ur-Aare
(Ajoie) | 3 Lauf der nach N abgelenkten Ur-Aare
am Ende der Meridionaliszeit im
Altpleistozän |
| 2 Lauf der altpleistozänen Ur-Aare im
Sundgau | Ib abgesenkte Wasserscheide der Kaiser-
stuhlgegend |

Bettes nach S, legte sich dann in weichen Schichten (Juranagelfluh?) fest und frass sich epigenetisch bis in die Malmunterlage ein; bei der steten Höherbewegung blieb jedoch die Ur-Aare im Molassetrog zurück und musste einen völlig neuen Weg suchen, der sich dann am S-Rand der alten Vindobonfläche zwischen S-Schwarzwald und den Malmhärtlingen des Tafeljuras fand. Von einer Anzapfung der Ur-Aare kann keine Rede sein. Da der völlig neue Stromweg etwas unterhalb 580 m Meereshöhe (N-Hegau) bei Koblenz begann, müsste man seine Verebnungsflächen zwischen Koblenz und Basel auf

Höhen von 550—500 m suchen; auch Vosseler (1918, S. 257) nimmt auf der Schwarzwaldseite Hochflächen zwischen 600 und 500 m Meereshöhe dafür in Anspruch. Viele Spuren sind sicher durch die risszeitlichen Veränderungen und Bedeckungen im S-Schwarzwald vernichtet worden (Pfannenstiel). Auf alle Fälle kommen die Geröllhorizonte, die Rutte auf dem Dinkelberg als Günz- oder Vorgünzniveaux auf Höhen zwischen 420—440 m vermutete, als Sundgauschotterniveau nicht in Betracht, da die Basis derselben weiter W bei Hagenthal bei 510 m (korrigiert bei 460 m, infolge lokaler junger Hebung) lag. Verbindet man die untere Grenze der Quarzitschotter von 600 m auf dem Villiger Geissberg mit der Basis der Sundgauschotter bei Hagenthal, so lässt sich das Gefäll des Ur-Aarebettes mit ca. 2 ‰ angeben.

Das Ausweichen der Ur-Aare in die W-Richtung bei Basel wurde durch die Höhe der Kaiserstuhlwasserscheide bestimmt, die die 500 m überschritten haben musste; die heutigen Erhebungen im Kaiserstuhl liegen bis 557 m Meereshöhe, westlich davon zwischen 180—190 m. Westlich Basel floss der Strom an der N-Grenze der neugebildeten Faltenzüge entlang; die Verlegungen in den Sundgau hinein in postoberpliozäner Zeit erfolgten durch Senkungen, die von W her, von der Bresse, eingesetzt und an der Wende Mittel-Oberpliozän den Sundgau erreicht hatten.

Paläogeographisch hat sich das Entwässerungsnetz seit der Mitte des Oberpliozäns erneut völlig gewandelt, was allein den andauernden tektonischen Bewegungen aller Art zuzuschreiben ist. Der Abfluss der mittelschweizerischen Gewässer in der alten Sammelrinne am Jura-S-Fuss erfolgte nun nicht mehr nach E zum Wiener Becken, sondern erstmals von Koblenz aus in rein westlicher Richtung über Basel gegen die Bresse zur Saône-Rhône und zum Mittelmeer hin, wobei das Teilstück Koblenz-Basel als neue Aquisition in Erscheinung trat. Zwischen der gehobenen Donau und dem relativ tiefen Ur-Aarebett entwickelte sich rasch eine neue und flache Wasserscheide in E-W-Richtung, die heute umkämpft ist. Oestlich der Reuss muss die intermediäre Wasserscheide gegen das Limmatgebiet weiter bestanden haben; die Sundgauschotter haben keine Leitgerölle aus der Ostschweiz (Glarus, Graubünden). Die Kaiserstuhlscheide blieb; aber die Trennung zwischen dem Rheingraben (Dammerkirchsenke, Sundgau) und Bressegabben war tektonisch gefallen, so dass man in der Bresse (und wohl noch unterhalb Dôle) in den obersten Flussablagerungen alpines Material der Sundgauschotter feststellen kann.

Das Flussnetz Ende Oberpliozän-Altpleistozän (Fig. 3)

- 1 Die Ur-Aare fliesst vom Mittelland über Koblenz-Basel-Montbéliard zur Saône. Erosionsbasis Mittelmeer.
- 2 Tributär ist die Reuss, nicht aber die Limmat, die wie der oberpliozäne Rhein weiter nach NE zur Donau tendiert (Wagner).
- 3 Die Flüsse um Basel (Wiese und Kander) müssen sich jäh gegen WSW zum neuen Erosionstiefpunkt nördlich Basel gewandt haben; merkwürdiger-

weise finden sich keine groben schwarzwäldischen Gerölle davon im östlichsten Sundgauschotter.

- 4 Die Vogesenbäche zeigen ebenfalls Knicke nach SW zum neuen Strom hin, ebenso die alten Sundgaugewässer, die aus ihrer ersten, konsequenten S-N-Richtung nach der Jurafaltung nun deutliche Ablenkung gegen Belfort zu zeigen (Oberdorfer, Schaefer).
- 5 Im Faltenjura ist die Umkehr des Entwässerungssystems nach der Bildung der grossen E-W laufenden Faltungsriegel ein grosses Ereignis. Wohl als einziger Fluss kann sich die Ur-Doller?-Birs der Naturkatastrophe widersetzen und nun statt N-S im alten Flussbett S-N gegen den Sundgau hin behaupten (Liniger 1953).
- 6 Der Doubs: Nur detaillierte Lokaluntersuchungen könnten uns in der zeitlichen Analyse dieses interessanten Synkinalflusses wesentlich Sichereres und Neues bringen. Drei Grundzüge seines Laufes scheinen auf höheres, pliozänes Alter zu deuten:
 - a. Sein ausgesprochenes Bestreben, vom Gebiet Mont-Risoux—Haut-Joux nach NE zu tendieren; das deutet an, dass eine Zeit bestand, wo im Gebiet des N-Randes des Helvetischen Bündels ein regionales W-E-Gefäll gegen das Delsberger Becken zu bestand⁵.
 - b. Seine Tendenz, bei Pontarlier nach N auszubrechen, wie weiter im W die Lemme, wurde offenbar abgebremst, vermutlich weil während des Versuchs die Falten N Pontarlier entstanden. Damit würde eine erste Anlage des Doubsbettes vor der Jurahauptfaltung angedeutet. E Pontarlier fliesst er meist in Synkinalen.
 - c. Seine mehrfachen Querungen von Faltenzügen weisen auf dieselbe Grundtatsache: Antezedenz des Flusses und ein sich Behaupten beim Höherstau der Antikinalen.

Unter diesen Klusen ist die auffälligste die von Pont de Roide, der Durchbruch durch den Lomont, der den Gedanken suggeriert, dass ein früherer Lauf über Morteau zum Bett des jetzigen Nebenflusses Des-soubre geführt haben könnte. Es entsteht der Eindruck, dass der Doubslauf aus heterogenen, zeitlich differenten Teilen entstanden sei, wobei Hebungen oder Senkungen von Schollen neben den Faltungen eine Rolle gespielt haben dürften.

Es ist also durchaus möglich, dass bereits vor dem Eintreffen der Sundgauschotter ein Ur-Doubs in der Gegend von Montbéliard-Clerval floss, in den die S. 166 erwähnten Vogesenbäche her münden könnten, nachdem die lokale Wasserscheide bei Belfort gefallen war. In diesem Fall muss angenommen werden, dass damals der Doubs wenig Gerölle führte, denn meine Geröllanalysen der Sundgauschotter bei Dôle ergaben nur wenig Prozente Jurakalk (anscheinend Malm aus dem französischen Jura).

⁵ Für die Theorie von R. Staub, dass der Doubs das Delsberger Becken erreicht habe, sind keine Hinweise bekannt geworden (R. Staub, 1934, S. 174).

7 Der Ur-Rhein (Kaiserstuhlrhein) besteht weiter; die Pliozänobergrenze liegt in den Bohrungen bei Karlsruhe bei 88 m Tiefe (pollenanalytisch durch von der Brelie festgestellt, vergl. Bartz, Liniger 1965).

Von diesem Gewässernetz sind folgende Teile erhalten:
heutiger Aare-Rheinlauf Mittelland-Koblenz-Basel
Rhein Chur-Bodensee, der Oberlauf der Limmat bis zum Walensee, das Reusstalstück Gotthard-Altdorf
Donaufussbett
grösste Teile von Wiese und Kander
Oberläufe von Ill und Larg im Sundgau, die Bäche im W-Sundgau
Bäche der Südwest-Vogesen
Birslauf Court-Delsberg
Die Gewässernetze nähern sich dem aktuellen Zustand an.

5 DIE ZEIT NACH DER MERIDIONALIS-STUFE IM ALTPLEISTOZÄN Vgl. Fig. 4

Bartz hat, in Anlehnung an Adam (1953), das Altpleistozän (früher Präglazial genannt) paläontologisch in drei Stufen eingeteilt: Meridionalis-Stufe, Trogontherii-Stufe, Antiquus-Stufe. Ob sich diese praktische Einteilung durchsetzen wird, ist im Hinblick auf den Bericht über die 12. Tagung der Deutschen Quartärvereinigung (Deuqua) 1964 durch D. Barsch fraglich. Immerhin geht auch aus diesen Verhandlungen deutlich hervor, dass man für das Altpleistozän mit erheblichen Zeiträumen zu rechnen hat; das ganze Pleistozän soll 1,5—1,8 Millionen Jahre gedauert haben (Barsch S. 94). Nur unter dem Gesichtswinkel von grossen Zeiträumen können die oben geschilderten Flussänderungen glaubhaft erscheinen.

Die letzte grosse Wandlung im Flussnetz unseres Gebietes erfolgte durch die Hinwendung der Ur-Aare zum Rheintalgraben und dadurch zu einem wiederum neuen Meeresbecken am Ende der Meridionaliszeit. Altersmäßig ist die Abkehr der Sundgau-Aare zum Rheingraben nördlich Basel belegt durch den Gehalt der Sundgauschotter der Bresse an *Elephas Meridionalis*, eventuell durch den Gehalt alter, alpiner Kiese an *Elephas Meridionalis* und *Elephas Meridionalis* evolutionierte Form bei Sessenheim (N Strassburg, nach Geissert), sicher aber durch *Elephas Meridionalis* evolutionierte Form bei Biebrich in den untersten Mosbachersanden. Demgegenüber ist die spätere Zufügung des Rheinlaufs Bodensee-Koblenz zum Aaretal nur noch ein eher sekundäres Ereignis während der katastrophalen Glazialzeit.

Die Abkehr der Ur-Aare vom Sundgau wurde durch die Fortsetzung der bereits oben erwähnten Senkungen von der Bresse her bewirkt. Schon post-mittelpliozän war der W-Flügel des Horstes von Altkirch-Illfurt schwach nach W abgesunken. Nun zeigte sich am Ende der Meridionaliszeit ein Tiefersinken des Wittelsheimerbeckens nach E, längs des heutigen Sundgau-E-Randes; es hatte die Verlegung des Aarebettes in dieses Becken zur Folge,

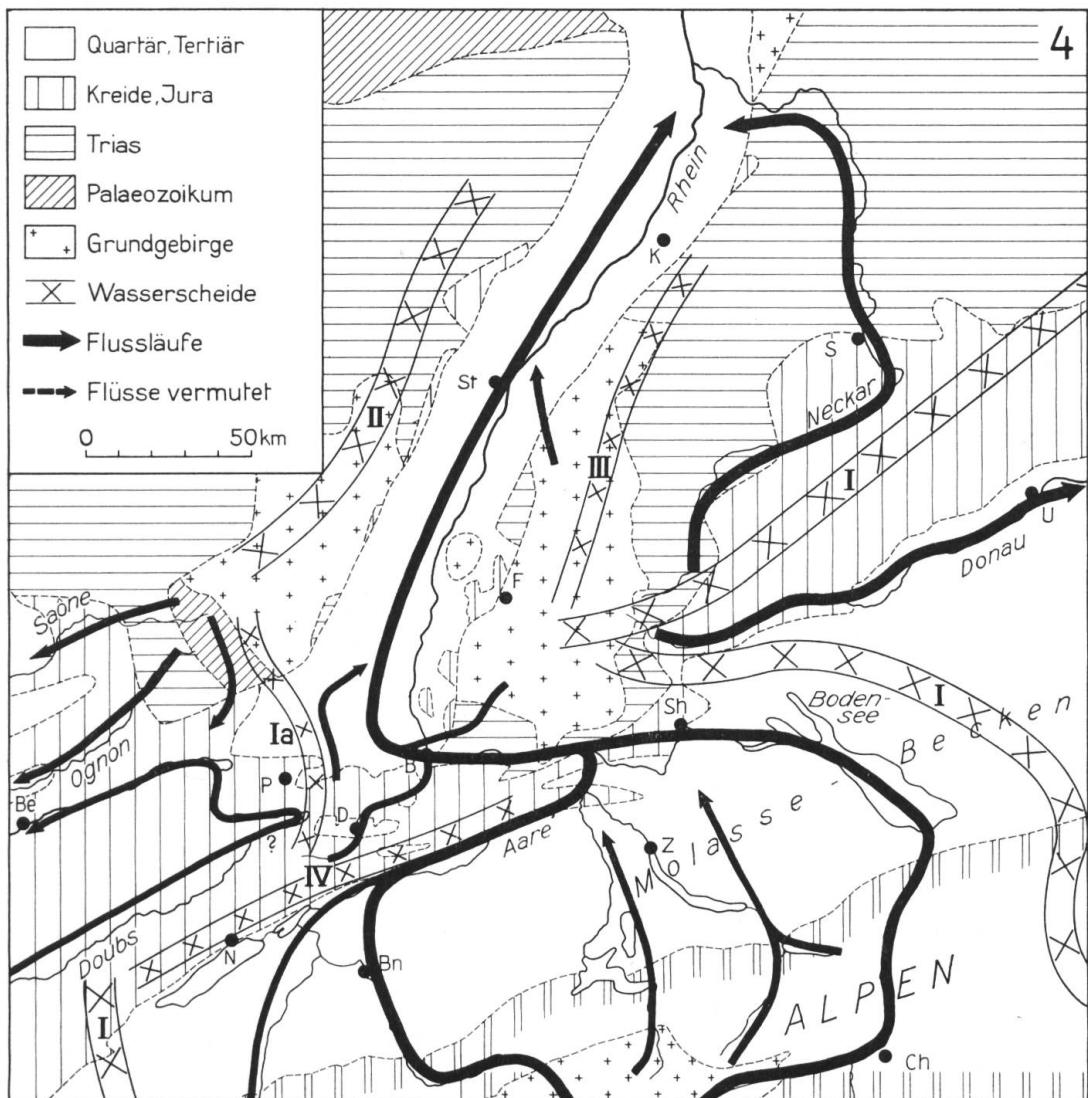


Fig. 4 Das Flussnetz zu Beginn des Jungpleistozäns
Alle Reinzeichnungen wurden durch B. Baur, Geogr. Institut der Universität Basel, besorgt.

so dass der Fluss nun nach NNE gegen den Vogesen-E-Rand strömte. Bald folgten wohl auch Ill und dann Larg nach, die einen Weg durch den eingesenkten Altkircher Rücken fanden. Der Sundgau wurde nun zu einer neuen Wasserscheide zwischen Aare- und Saônegegend und zeigt das plio-pleistozäne Aussehen noch heute; die Bäche der Juraseite weisen keine jungquartären Terrassen auf. Dadurch erhielt die alte Vogesenwasserscheide unerwartet eine Fortsetzung nach S in den Jura hinein, wo bekanntlich der Doubs zum Mittelmeer entwässert.

Durch die neue Wendung der Flussgeschichte wurde die lokale Erosionsbasis im Rheingraben tiefer gelegt, denn die Senkungen hatten auch die tertiäre Kaiserstuhlwasserscheide getroffen, die ihrerseits den Durchgang der Ur-Aare zum nördlichen Rheingrabenstück und dadurch zum Talsystem des

Ur-Rheins ermöglichte. Nun konnte sich in der Gegend der ehemaligen Wasserscheide von den Kämmen von Vogesen und Schwarzwald zum Rheingraben hin ein neues Bachnetz entwickeln.

Durch die Entthronung der Kaiserstuhlwasserscheide und die Errichtung der Sundgauscheide war ein neues Relief geschaffen, war der südliche, ja der ganze Rheingraben in der heutigen Form angelegt worden (Fig. 4).

Der Rhein als heutige, zentrale Entwässerungsader der N-Seite der Alpen entstand erst während der Eiszeit. Wagner hat die Geschichte des Alpenrheins (Bündner Rhein) am Bodensee beschrieben und festgestellt, dass er vor dem Glazial und zu dessen Beginn zur Donau, Richtung Ulm, abfloss. Er sei erst zur Mindelzeit von Schaffhausen aus durch ein tieferes Gletschertor im W des Rheingletschers nach W durchgebrochen. Bei diesem Niederschleifen der Wasserscheide zwischen Limmat und Reuss spielten m. E. aber wiederum tektonische Bewegungen — junge Einbrüche in der Ostschweiz und um den Bodensee — eine gewisse Rolle. In diesem Zeitabschnitt bildete sich im wesentlichen das Teilstück Bodensee-Koblenz des heutigen Rheinlaufes. Die Ansichten von Wagner werden durch die Befunde von Bartz, der bei Karlsruhe in den Bohrungen nur drei Glazialschotter fand und durch Hantke, der die älteren Glazialhorizonte um Schaffhausen z. T. als Riss-Ablagerungen deutete, bestätigt. Ausserdem konnte Liniger im Sundgau und bei Arisdorf (hier mit Dr. Hantke) die Günzschotter Gutzwillers umdeuten.

Bei Basel trat der glaziale Rhein in den Rheingraben ein, der nun zum eigentlichen Schotterfang des Stromes wurde. Die komplizierte Geschichte des glazialen Rheins von Basel bis Strassburg wurde neuestens u. a. von Théobald 1948 und Wittman (referierend) 1963 beschrieben.

Geographisch wurde der Rheinlauf von Lauterborn von den Alpen bis Bingen in drei Abschnitte eingeteilt: Alpenrhein bis zum Bodensee, Hochrhein vom Bodensee bis Basel, Oberrhein Basel—Bingen (vergl. auch Wittman). In der vorliegenden Abhandlung konnte gezeigt werden, dass diese drei geographischen Teilstücke aus fünf zeitlich und genetisch völlig verschiedenen Abschnitten zusammengeschweisst wurden, wodurch die Geschichte des vielbesungenen Stromes zu einem komplizierten Kapitel der Hydrographie wird.

6 DIE WASSERSCHEIDEN

Die zahlreichen, sehr heterogenen Bewegungen in den Alpen, im Jura, in den alten Massiven und in den Grossgräben, die im Verlaufe dieser Studie nur angedeutet werden konnten, schufen im Verlauf des Pliozäns und Altpleistozäns interessante und dramatisch wechselnde Wasserscheiden verschiedener Ordnungsgrade; sie konnten im Rahmen dieser Abhandlung nicht geomorphologisch analysiert werden, da damit das Ziel weit überschritten worden wäre⁶; R. Staub hat 1934 die Entwicklung der alpinen Hydrographie in viel weiterem Areal abzustecken versucht, blieb aber im Gebiet der NW-Schweiz im Theoretischen stecken. Immerhin liegen unsere Beispiele ebenfalls

z. T. in den Quellgebieten der grossen heutigen Wasseradern Mitteleuropas und können deshalb das geographische Interesse fesseln.

Die zeitliche Verfolgung des Wirkens der Scheiden im beschriebenen Areal ergibt eine gewisse Rangordnung der hydrographischen Grösse, die bei sozusagen allen im Ablauf stark gewechselt hat, wie die vier Figuren erweisen. Diese Ordnung ist primäre Folge der Grosstektonik und der dabei erzielten Reliefenergie, in Bezug auf die Nähe oder Ferne der Erosionsbasis, sowie nachträglicher Bewegungen; erst in zweiter Linie ist sie Funktion der Gesteinsbeschaffenheit⁶. Einschränkend sei bemerkt, dass diese Ordnung jeweils nur für einen gewissen Zeitabschnitt gültig war, da durch jähre, tektonische Umstellungen die Bedeutung einer Wasserscheide ändern konnte. So war z.B. die grosse, alpine Trennungslinie des Alpenhauptkamms (in den Figuren zwar nicht enthalten) im Pont nur II. Ordnung, stieg aber im Mittelpliozän in Ordnung I auf.

Das hydrographische Ordnungssystem (Fig. 1—4)

Wasserscheiden I. Ordnung:	Ihre Kämme begrenzten die Abflüsse zu den grossen Meeresbecken: Atlantik (inkl. Nordsee), Mittelmeer, Wiener Becken. Bedeutung kontinental. Beispiel: Die Grenze Südvogesen—Kaiserstuhl—N-Schwarzwald.
Wasserscheiden II. Ordnung:	Trennung der Entwässerung innerhalb der Zuflüsse zu einem gemeinsamen Meeresbecken. Bedeutung regional. Beispiel: Vogesenlinie S-N im Altpleistozän trennte Ur-Aare (Nordsee) und Seinegebiet (Atlantik).
Wasserscheiden III. Ordnung:	Trennung zwischen Haupt- und Nebenfluss. Von Bedeutung innerhalb der Landschaften. Beispiel: N-Schwarzwaldkamm trennte Ur-Aare im Rheingraben vom Neckar.
Wasserscheiden IV. Ordnung:	Sie liegen zwischen den Bachsystemen der Nebenflüsse.

Das Studium der Figuren erlaubt auch, die wechselnde Bedeutung kleiner Teilstücke zu verfolgen; erwähnt sei bloss diejenige des Sundgaus, eines Teilstücks der Ur-Aare, der Ende Altpleistozän (Meridionalisstufe) plötzlich zur Scheide I. Ordnung aufrückte, oder die Bedeutung des Kaiserstuhlgebietes, das gleichzeitig durch benachbarte Senkungen zum Stromdurchgang degradiert wurde. Solche sekundär in bestehende Wasserscheiden eingefügte Teilstrecken werden in den Figuren mit Ia, etc. bezeichnet.

LITERATUR

- Adam K. D.* (1952): Die altpleistozänen Säugetierfaunen Südwestdeutschlands. N. Jb. Geol. u. Paläont. Mh. 1952, S. 229—236
- Amsler A.* (1922): Beziehungen zwischen Tektonik und tertiärer Hydrographie. Eclogae Geol. Helv., XVI

⁶ C. Frey hat 1965 in den morphometrischen Untersuchungen viele Einzelheiten über Kammlagen der Vogesen publiziert (S. 27 ff. u. S. 41 ff.).

- Barsch D.* (1965): Probleme der Quartärforschung in Europa. Gg. Helvetica, XX, S. 90-95
- Bartz J.* (1959/1960): Zur Gliederung des Pleistozäns im Oberrheingebiet. Zs. Dt. Geol. Ges. Bd. III, S. 653—661
- (1961): Die Entwicklung des Flussnetzes in Südwestdeutschland. JH. Geol. Landesamt Baden-Württbg., 4, S. 127—135
- Brill R.* (1929): Paläogeographische Untersuchungen über das Pliozän im Oberrheingebiet. Mitt. Bad. Geol. Landesanst., X
- Buxtorf A.* und *Koch R.* (1920): Zur Frage der Pliozänbildungen im nordschweizerischen Juragebirge. Verh. Natf. Ges. Basel, XXXI, S. 113—132
- Elber R.* (1920/21): Geologie der Raimeux- und der Velleratketten im Gebiet der Durchbruchstäler der Birs und Gabiare. Verh. Natf. Ges. Basel, XXXII
- Erzinger E.* (1943): Die Oberflächenformen der Ajoie (Berner Jura). Mitt. Gg.-Ethnol. Ges. Basel, VI
- Frey C.* (1965): Morphometrische Untersuchung der Vogesen. Basler Beitr. z. Gg., H. 6 (Ergh. zu Regio Basil.)
- Geissert F.* (1963): Die Pflanzen- und Tierfossilien der Hagenauer Umgebung. Etudes Haguenoviennes (Soc. d'Hist. et d'Archéol. de Haguenau). N. S., 1958—61, 3
- Gutzwiller A.* (1912): Die Gliederung der diluvialen Schotter in der Umgebung von Basel. Verh. Natf. Ges. Basel, XXII
- Hantke R.* (1963): Chronologische Probleme im schweizerischen Quartär. Jb. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. N. F. 45
- Hauber L.* (1960): Geologie des Tafel- und Faltenjura zwischen Reigoldswil und Eptingen (Kanton Baselland). Beiträge Geol. Karte d. Schweiz, N. F. 112
- Hofmann F.* (1957): Pliozäne Schotter und Sande auf dem Tannenberg NW St. Gallen. Eclogae Geol. Helv., 50, S. 477—482
- (1960): Materialherkunft, Transport und Sedimentation im Schweizerischen Molassebecken. Jb. St. Gall. Naturw. Ges., 76
- (1965): Bericht über die Exkursion der Schweiz. Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft in den Hegau. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 45, S. 20—33
- Koch R.* (1923): Geologische Beschreibung des Beckens von Laufen im Berner Jura. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, N. F. 48
- Liniger H.* (1925): Die Geologie des Delsbergerbeckens und der Umgebung von Movelier. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, N. F. 55
- (1953): Zur Geschichte und Geomorphologie des schweizerischen Juragebirges. Gg. Helvetica, VIII, S. 289—303
- (1964): Beziehungen zwischen Pliozän und Jurafaltung. Mit sedimentpetrographischen Analysen von F. Hofmann (Neuhausen am Rheinfall). Eclogae Geol. Helv., 57, S. 75-90
- Liniger H.* und *Hofmann F.* (1965): Das Alter der Sundgauschotter. Eclog. Geol. Helv., 58, S. 215—229
- Manz O.* (1934): Die Ur-Aare als Oberlauf und Gestalterin der pliozänen oberen Donau. Hohenzollersche Jahreshefte 1
- Meyer L., Hotz W., Baumberger E., Buxtorf A.* (1928): Compte rendu des excursions de la Soc. géologique suisse dans les environs de Bâle et en Alsace. Eclogae Geol. Helv., 21, S. 93—118
- Moser S.* (1958): Studien zur Geomorphologie des zentralen Aargau. Mitt. Geogr.-Ethnol. Ges. Basel, 10, S. 1—98
- Oberdorfer R.* (1920): Über den Sundgaudeckenschotter. Jb. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., NF. IX

- Paul W.* (1958): Zur Morphogenese des Schwarzwalds (II). Jh. Geol. Landesamt Baden-Württbg., 3, S. 263—359
- Pfannenstiel M.* (1958): Die Vergletscherung des südlichen Schwarzwalds während der Riss-Eiszeit. Ber. Natf. Ges. Freiburg i. Br., 48/2
- Rutte E.* (1950): Über Jungtertiär und Altdiluvium im südlichen Oberrheingebiet. Ber. Natf. Ges. Freiburg i. Br., 40, S. 23—122
- Schaefer J.* (1957): Geomorphologische Analyse des elsässischen Sundgauschotters. Machatschek-Festschrift, Petermanns Gg. Mitt., Ergh. 262, Gotha
- Staub R.* (1934): Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie. Denkschriften der Schweiz. Natf. Ges., LXIX/1
- Stumm F.* (1964): Das Tertiär des Basler Tafeljura mit besonderer Berücksichtigung der miozänen Ablagerungen. Verh. Natf. Ges. Basel, 75/2, S. 153—218
- Théobald, N.* (1934): Les alluvions du Pliocène supérieur de la Région du Sundgau. Bull. Soc. industrielle de Mulhouse
- (1948): Carte de la base des formations alluviales dans le sud du fossé rhénan. Lehrmittelverlag Offenburg
- (1956): Les alluvions anciennes aux environs de Belfort. Annales scient. Univ. Besançon, Sér. 2, Géol. 4
- Tobien H.* (1957): Die Bedeutung der unterpliozänen Fossilfundstelle Höwenegg für die Geologie des Hegaus. Jh. Geol. Landesamt Baden-Württbg., 2, S. 193—208
- Tschopp R.* (1960): Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt Miécourt (Berner Jura). Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, NF. 110
- Vosseler P.* (1918): Morphologie des Aargauer-Tafeljura. Verh. Natf. Ges. Basel, XXIX
- (1925): Die tertiäre Entwicklung des Aargauer Tafeljura. Mitt. Aarg. Natf. Ges., 17
- Wagner G.* (1962): Zur Geschichte des Bodensees. Jb. des Ver. zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere. e. V., 27
- Waibel A.* (1925): Geologie der Umgebung von Erschwil. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, NF. 55
- Wittmann O.* (1963): Die Entstehung des Rheintales vom Austritt aus dem Bodensee bis zur Mündung. Beiträge zur Rheinkunde, 14