

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 57 (1964)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Beziehungen zwischen Pliozän und Jurafaltung in der Ajoie  
**Autor:** Liniger, Hans / Hofmann, Franz  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-163136>

#### **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:** 23.02.2026

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

# Beziehungen zwischen Pliozän und Jurafaltung in der Ajoie

Von **Hans Liniger** (Basel)

Mit sedimentpetrographischen Analysen von **FRANZ HOFMANN** (Neuhausen am Rheinfall)

Mit 3 Textfiguren und 1 Tafel (I)

---

Die vorliegende Arbeit beruht auf der Umdeutung der Pliozänstratigraphie des Elsgaus (Eclogae 1963a) und auf den Aufnahmen von R. TSCHOPP auf Blatt Miécourt 1960. Der Versuch versprach darum vertiefte Einsichten in den Ablauf der Faltung, weil die flachen, einfach gebauten Wölbungen der Ajoie ganz vereinzelt zwischen den tertiärerfüllten Becken stehen und weder durch Überschiebungen noch durch Nachbarfalten gestört sind. Es sind gewissermassen Antikinalen im Urzustand und darum aussagefähig.

Wenn die Befunde nicht noch eindeutiger ausfielen, so muss es bloss dem Umstand zugeschrieben werden, dass es in dem weiten Tafelland an guten Aufschlüssen fehlt, weil es stark von Lehmen aller Art überdeckt ist und wichtige Zonen von Grenzwäldern verhüllt sind. Die Morimont-Kette, ein Waldgebiet, liegt zudem an der Landesgrenze und zugleich auf zwei Kartenblättern, so dass sie noch nie gesamthaft im Detail bearbeitet worden ist. Sie trennt die Nordajoie von dem südlichen Teil. Der erste Abschnitt über die Sundgauschotter ist als in unserm Zusammenhang nötige Beifügung zu betrachten (vgl. LINIGER, 1964), um die Schlussfolgerungen methodisch aufzubauen; das weite Gebiet erfordert eine regionale Betrachtung.

## 1. Sundgauschotter

Nähert man sich der Nordajoie vom Sundgau, vom N her, so gewahrt man an manchen Stellen unter einer 3–6 m mächtigen Lehmdecke die oberpliozänen Schotterlagen des Sundgaurheins. Die nächsten Sundgau-Aufschlüsse sind: Bahnhof Seppois le Bas (Auflagerungsfläche ca. 390 m), Strasse Moos–Pfetterhouse, östlich über der Larg (Basis 410–415 m) und der früher genannte an der Strasse Pfetterhouse–Courtavon (Ottendorf) mit Basis auf etwa 470 m. Von diesem Gebiet aus ergibt sich nun ein deutlicher Stromzweig in E–W-Richtung südlich der Réchésy-Antiklinale in der Nordajoie, der erstmals von E. ERZINGER 1943 entdeckt worden ist. Seine besten Beobachtungsorte sind P. 481 (frühere topogr. Karte Haute Charme) südlich Beurnevésin, mit Basis 460 m, der Hügel Les Voirandes westlich Lugnez mit Auflagerungsfläche auf Kote 460 m, der Plateaurand direkt nordöstlich ob Courcelles mit Basis auf 420 m und die Anhöhe nördlich Montinez mit Basis auf rund 440 m. Bei Haute Charme und Courcelles liegen die alpinen Schotter auf Kimmeridge, bei den beiden andern auf Sequan. Die Südgrenze dieses Schotterstroms ist zwar eine diluviale Erosionsgrenze, aber die Vorkommen bezeichnen doch den ungefähren Verlauf des Sundgaurheins im nördlichen Elsgau.

Für die früheren Beobachter wurde diese Feststellung dadurch erschwert, dass die Sundgauschotter im Gebiet der Réchésy-Falte in ganz verschiedenem Ausmass

mit Geröllen aus dem (?) pontischen Vogesenschotter vermischt sind; z. B. trifft man oft auf die violettrotten Vogesenquarzite, selten auch auf braune Vogesenporphyre (Rothüttelporphyre). Der Grund der Verwirrung liegt darin, dass der Sundgaurhein in der Nordajoie die liegenden Vogesenschotter umgelagert hat, wobei er vermutlich stellenweise wenige Meter intakter Vogesenkiese übrig liess, wie dies in der Arbeit 1963 angedeutet ist. Auch am Periklinalende der Réchésy-Antiklinale, beim Zoll ab Beurnevésin, liegen über den reduzierten Vogesensanden wohl noch 1–2 m Vogesenschotter beim Fussballplatz.

Die Frage, ob die gemischten Sundgauschotter an ihrer Basis noch intakten Vogesenschotter bedecken, oder ob es sich um deutlich umgelagertes Material handelt, ist durch oberflächliche Feldbeobachtungen nicht zu entscheiden; tiefgehende Aufschlüsse fehlen völlig.

Nun trägt die Kuppe P. 510 und das nördlich anschliessende Plateau auf dem Malmscheitel der Réchésy-Antiklinale nördlich Beurnevésin ebenfalls gemischten Sundgauerschotter mit Basisfläche auf 500–510 m (Beweis: DS von Radiolarit). Diese Auflagerungsfläche liegt aber 40–50 m höher als der Typort Haute Charme und alle andern Sundgauschotterdecken auf dem Plateau. Die schon früher gefaltete Réchésy-Antiklinale wurde also nach Oberpliozän um 40–50 m gehoben, vermutlich auch aufgewalmt, so dass man mit Sicherheit darin die Anzeichen einer schwachen Nachphase der Jurafaltung erblicken kann (LINIGER 1953, pp. 296–98). Es war wieder ERZINGER, der erstmals auf diesen Umstand hingewiesen hatte. Er meinte allerdings, dass diese Antiklinale erst nachpliozän entstanden sei, was der Schreibende gemäss weiter unten folgenden Darlegungen ablehnt. Die Aufwalmung der Nordajoie steht in ursächlichem Zusammenhang mit der Einsenkung der Pforte von Belfort, im und nach dem Oberpliozän.

Nebenbei sei bemerkt, dass die oben beschriebenen Vorkommen von Mischschottern auch als diluviale Abrutschungen von den S-Flanken der Antiklinalen aufgefasst werden könnten; diese Deutung musste abgelehnt werden.

Abschliessend sei noch auf die Serie von oberpliozänen, weissen Sanden und gebleichten Tonen östlich von Bonfol hingewiesen (LINIGER, 1963a). Nach einer sedimentpetrographischen Analyse von F. Hofmann, Neuhausen<sup>1)</sup> bestehen sie aus typischem Vogesenmaterial und müssen wohl als Delta eines Baches aufgefasst werden, der in Vogesensanden erodierte und sich von S–N in den Sundgaurhein ergoss. Diese weisse Serie liefert den Beweis, dass im Elsgau bereits vor Oberpliozän ein Landgefälle von der Mont Terri-Kette nach N bestand (Prof. 4, Taf. 1); zugleich bildet sie einen wertvollen Hinweis auf die südliche Begrenzung des Sundgaurheins in der Nordajoie. Vom Breitengrad von Bonfol an südwärts begegnet man nun nur noch den liegenden Vogesenschottern und -sanden.

## 2. Vogesensande des Pontien

Stratigraphische Ausbildung und geographische Verbreitung im Elsgau wurden 1963 beschrieben. Im Sundgau scheinen sie unbekannt zu sein. Zwar hat THÉOBALD 1933 aus diesem Gebiet eine Fauna mit *Dinotherium* und andern Pontienfossilien

<sup>1)</sup> Herr Dr. FRANZ HOFMANN, PD, Neuhausen am Rheinfall, hatte wiederum die Freundlichkeit, sedimentpetrographische Analysen durchzuführen, was ihm auch hier bestens verdankt sei.

beschrieben, deren Herkunft aber schleierhaft blieb; möglicherweise handelt es sich um falsch etikettierte Fossilien von Charmoille. L. MEYER erwähnt «Wanderblöcke» im Liegenden der Sundgauschotter bei Grosnes und Suarce; diese könnten den Vogesenschottern der Ajoie oder einer Konglomeratfazies der pontischen Vogesensande entsprechen (vgl. 1928, p. 113).

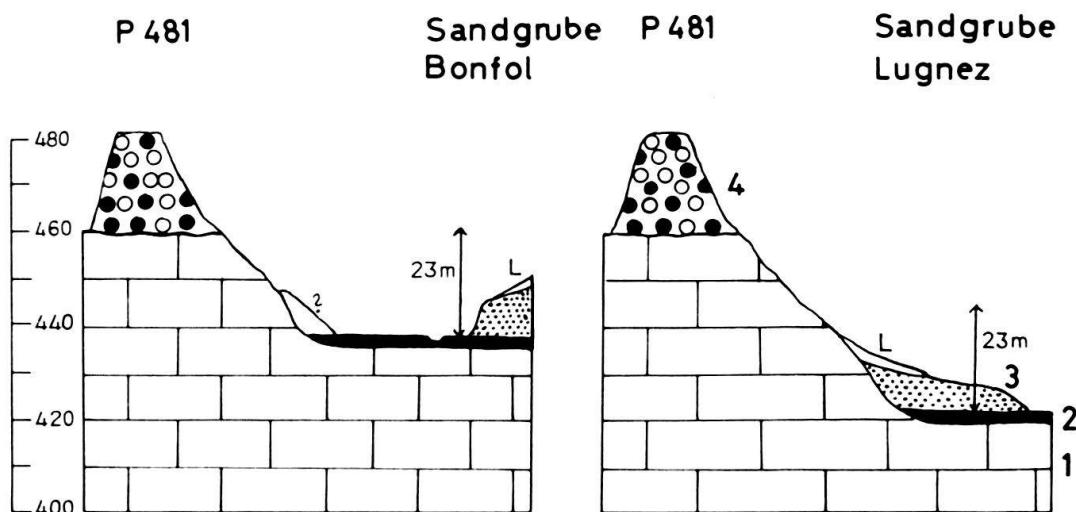


Fig. 1. Die pontische Rinne mit Vogesensand bei Bonfol (schematisch).

1. Unter-Kimmeridge. 2. Oligozän. 3. Pontien-Vogesensand. 4. Oberpliozän-Sundgauschotter.  
L = diluviale Hanglehme. 23 m = grösste Mächtigkeit der Vogesensande.

Die Mächtigkeit der Vogesensande konnte bei Bonfol zu etwa 23 m geschätzt werden. Figur 1 und Profil 2 zeigen deutlich, dass die Sande am Grunde einer flachen Rinne aus Malm liegen; diese ist nach ERZINGER ein oligozänes Ästuar, denn noch tiefer als das Pont zeigen sich stampische Sedimente, Septarienton und Cyathulaschicht, eventuell die untersten Bänke von Molasse alsacienne (Grube Bonfol). Später hat vorpontische Erosion die Rinne neuerdings freigelegt. Bei Bonfol scheint das Tal gemäss Figur 1 total aufgefüllt gewesen zu sein, bei Lugnez aber fehlten nach Figur 1a an die 10 m. Obwohl diese Verschiedenheit auch durch spät- oder nachpliozäne Verbiegung gedeutet werden könnte, kann man annehmen, dass im Mittel die alte Rinne nicht völlig von den Sanden aufgefüllt worden war, weil sich nirgends Aufschlüsse der Sande auf anderen Unterlagen als Oligozän finden. Man kann darum annehmen, dass die späteren Gewässer, Wildwässer, die die groben Vogesenschotter von N brachten, die flachen Täler noch benützten, um nach deren Auffüllung die Gelände seitlich weit und breit zu überfluten. Der noch spätere Fluss des Sundgaurheins, an und im liegenden Vogesenschotter erodierend, hat sich dann auf die fast leergefegte Kalkfläche des Plateaus Haute Charme setzen können, vermischt mit den Resten der Vogesenschotter.

Die Verhältnisse westlich Bonfol zeigen nur den westlichen Rand der Malmrinne; das östliche Ufer ist nicht erkennbar. Man kann es aber in der Nähe von Levoncourt (Luffendorf) vermuten. Demnach wäre das pontische Tal etwa 6 km breit gewesen (Fig. 2).

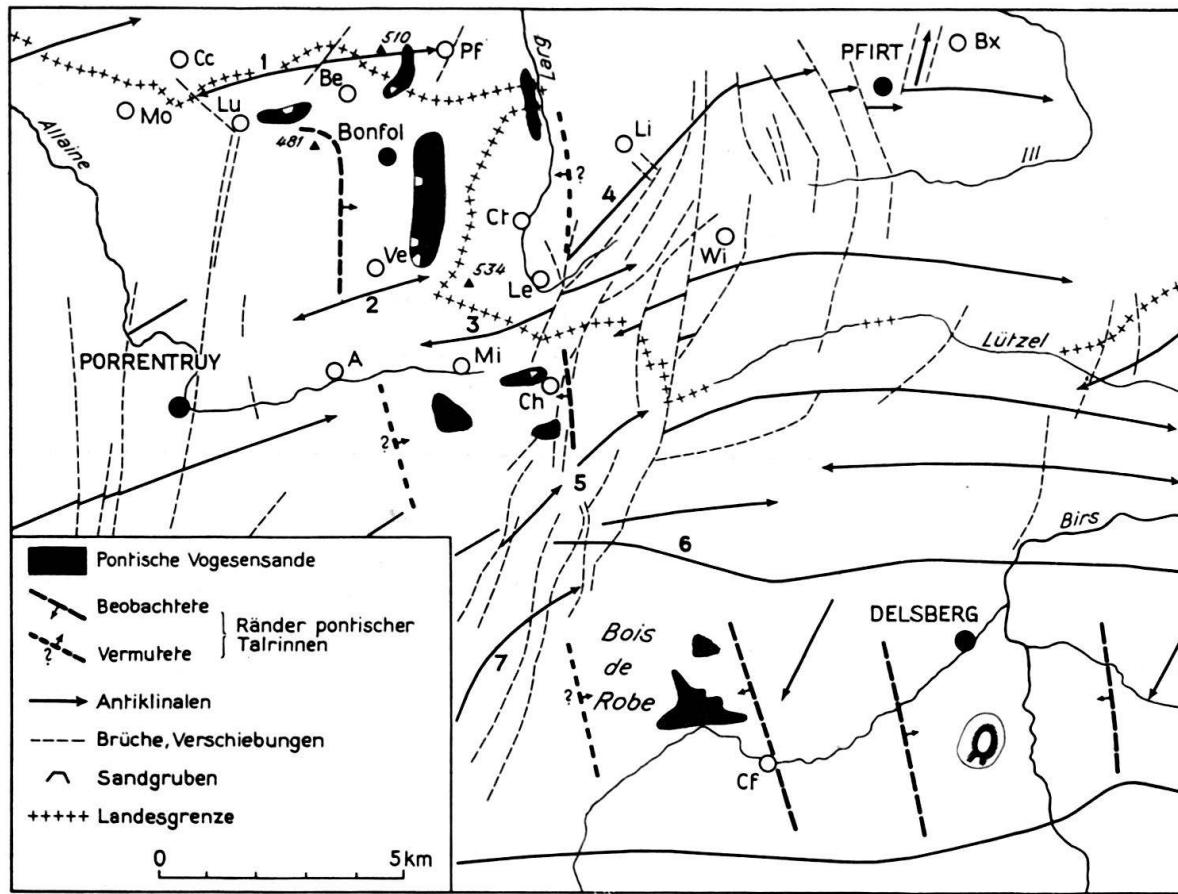


Fig. 2. Übersicht der pontischen Rinnen mit Vogesensand im nördlichen Jura.

Antikinalen: 1. Réchésy. 2. Bois Juré (Fahy). 3. Morimont. 4. Bergwald. 5. Mont Terri. 6. Les Rangiers (Vorburg). 7. Caquerelle.

Ortschaften: Be = Beurnevésin. Cc = Courcelles. Cf = Courfaivre. Ch = Charmoille. Ct = Courtavon. Le = Levoncourt. Lu = Lugnez. Mi = Miécourt. Mo = Montinez. Pf = Pfetterhouse. V = Vendlinecourt.

Wichtige Einsichten vermitteln die Lagerungsverhältnisse auf dem Perikinalende der Réchésyfalte beim Schweizerzoll östlich ob Beurnevésin. Dort sind unter diluvialen Schwemmlehm 10–12 m Vogesensande festgestellt, so dass man annehmen muss, dass diese Kette einst von den Sanden zugedeckt war. Das bedeutet aber, dass sie im Pontikum noch nicht bestand. In der Lehmwand des Fussballplatzes beim Zollhaus auf 480 m Höhe sind Schotterreste enthalten, die fast ausschliesslich aus kleineren Quarziten bestehen und wegen Abwesenheit von Radiolariten wohl Vogesenschotter sind. Nördlich der Strasse dagegen, topographisch einige Meter höher, zeigten sich im Getreidefeld deutliche Sundgau-schotterkiesel, die im Zusammenhang mit denjenigen auf P. 510 stehen müssen. Es liegen demnach ganz ähnliche Verhältnisse wie in den Bohrungen bei Bonfol vor: die Sundgauschotter transgredieren auf eine minimale Restlage von Vogesen-schottern (vgl. 1963b, p. 168). Diese Transgression erlaubt, auf eine Bewegungs-phase nach den Vogesenschottern, aber vor dem Oberpliozän zu schliessen. Sodann ergibt sich, dass der gesamte Schichtverband inklusive den Sundgauschottern verstellt ist; von den Bohrungen bei Bonfol, wo er auf etwa 460 m liegt, steigt er

auf 480 m beim Zoll, wo die Mischschotter noch auf Vogesensand ruhen und bis auf rund 510 m auf dem Scheitel der Réchésy-Falte, wo Sequan die Unterlage darstellt. Die verschiedene Unterlage der Mischschotter weist erneut auf Bewegungen vor Oberpliozän einerseits, anderseits aber wegen der Verstellung der Sundgauschotter auf eine Bewegung nach dem Absatz der Sundgaukiese, also nach Oberpliozän, womit die oben gezeigte Nachphase der Jurafaltung sich wieder manifestiert. Die Réchésy-Kette ist also vor dem Eintreffen der Sundgauschotter entstanden.

Verfolgen wir die Vogesensande südwärts. Bei Vendlincourt sind sie nochmals in voller Mächtigkeit erschlossen, setzen aber am N-Schenkel der Bois Juré-Antiklinale, an den Pteroceraschichten des mittleren Kimmeridge aus. Weiter östlich, am E-Periklinalende dieser Falte, kann man sie laut Profil 3 noch unter dem Hügel Montingo voraussetzen.

Der im S anschliessende Hügel aus oberem Kimmeridge, flacher Scheitel der Morimont-Falte, ist erstaunlicherweise frei von Vogesensanden. Es befindet sich dort, 100 m östlich P. 533 im Wald von Le Fahy Monsieur, westlich ob dem neuen Zoll Miécourt-Courtavon, eine küzlich eingestürzte Doline, auf die mich freundlicherweise Prof. Dr. L. VONDERSCHMITT, Basel aufmerksam machte. Sie enthielt etwa 3 m Lehm, anscheinend Verwitterungslehm des Kimmeridge. Eine sediment-petrographische Analyse von F. HOFMANN ergab jedoch, dass der fette, rötliche Mergel wohl Boluston sein muss, denn er enthält als einziges Schwermineral Zirkon (vgl. LINIGER, 1963, p. 171).

Das Zollhaus Miécourt selbst liegt in einer talartigen Rinne mit Kimmeridgewänden, die quer zur Morimont-Antiklinale verläuft. Sie schien die herausgehobene Rinne der Sande von Bonfol zu sein. Eine Befragung des Zollwachtmeisters ergab jedoch, dass beim Neubau ein gegen 10 m tiefer Schacht für Wassersuche gegraben worden war; er enthielt graue und bläuliche fette Tone, zuunterst gelbrötlich mit zersetzen Kalkmaterial. Dazu passt meine Beobachtung bei der Verbreiterung der Zollstrasse, einige 100 m nördlich des Zollhauses, wo in grauen Tonen verstürzte Vogesenschotter zu sehen gewesen waren. Die Rinne enthält also keinen Vogesensand sondern Bachlehm, ist diluvial und als erste, konsequente Anlage der Larg aufzufassen.

Da also weder in der Nordflanke der Morimont-Kette, noch auf deren Oberkimmeridgerücken Vogesensand zu finden ist, was mit den Beobachtungen TSCHOPPS am Südschenkel übereinstimmt, da bei Charmoille der Sand erst wieder mit Oligozän zusammen auftritt (Karte TSCHOPP) und nach diesem Autor auch in einer Rinne aus Jurakalk liegt, östlich von Charmoille, so ist zwingend vorauszusetzen, dass die Rinne von Bonfol ehemals mit derjenigen von Charmoille direkt in N-S-Richtung zusammenhing, dass also zur Zeit der Aufschüttung eine flache N-S-Abdachung im Juragebirge bestand, d. h. die Morimont-Kette war noch nicht vorhanden und die Jurafaltung setzte erst nachpontisch ein.

Da auch im Bois de Robe westlich Delsberg der Vogesensand in einer Rinne liegt, deren östliches Bord aus Elsässermolasse und chattischem Süsswasserkalk besteht und sich auffallend geradlinig quer durchs Tal verfolgen lässt, so sind dieselben Verhältnisse für den ganzen Jura vorauszusetzen. Nach der einsetzenden Auffaltung wurden Vogesensand, Oligozän und oberste Kimmeridgebänke abge-

tragen, so dass Vogesensand nur in den Becken zu erwarten ist und nur innerhalb von Rinnen. Diese Erosionsrinnen sind ein Anzeichen einer schwachen Erhöhung des Vogesenmassivs vor dem Pont (Fig. 2).

Der Vollständigkeit halber sei noch beigefügt, dass LAUBSCHER westlich Glovelier im Ostschenkel der Caquerelle-Kette «einen alten Gewässerrand» beobachtet hat (1948), p. 45), der möglicherweise auf den unbekannten Westrand der pontischen Bois de Robe-Rinne zurückzuführen ist.

### 3. Vogesenschotter

Da sich die Morimont-Kette als günstigstes Studienobjekt in bezug auf die pontischen Lagen erwiesen hat, weil beidseits solche vorhanden sind, sei nun anschliessend auch ein N-S Profil durch die Vogesenschotter dieser Gegend geschildert (Taf. I, Prof. 3).

Die umgebrochenen Frühjahrsfelder im Umkreis von Courtavon im Sundgau liessen im N, W und S des Dorfes  $\pm$  1 km weit Vogesenschotter erkennen, indes die Karte 1:50000 im N und W Sundgauschotter verzeichnet. Vogesenschotter dürfte nach N bis zum Breitenkreis von Bonfol vorhanden sein. Ihre Basis kann am Hang direkt westlich Courtavon auf etwa 470 m vorausgesetzt werden; nach Profil 3 liegen sie wohl auf 10–15 m mächtigen Vogesensanden, die dem Oligozän ob Courtavon auf 450–460 m Höhe aufruhen.

Dieses Schotterplateau, das sich nach S im Hügel Bois Chaluet, 2 km westlich Vendlincourt fortsetzt, geht nun nach S über in die oben genannte Kuppe Bois de Montingo, P. 543, wo der Schotter auf Höhe 500–510 zu erkennen ist, auf dem Periklinalschluss des Bois Jurégewölbes. Am Montingo liegt er also um 30–40 m höher als bei Courtavon, ist demnach verbogen. 300 m westlich des neuen Zollhauses Miécourt, oben genannt, findet sich beim zweiten Stein der Landesgrenze ein kleiner Aufschluss in verwittertem ? ob. Kimmeridge, dem Vogesenschotter aufliegt, 25–30 m weiter weg im Waldweg sichtbar. Dieses Kimmeridge trägt am selben Hügel, Le Fahy Monsieur, den Boluston in der kleinen Doline bei P. 533. Vereinzelte Quarzite im Waldlehm, der den Bolus überkleistert, verraten die Anwesenheit von Resten des Vogesenschotters.

Und diese Vorkommen sind im direkten Zusammenhang mit den grössern, geschlossenen Komplexen von Vogesenschottern auf Le Fahy Monsieur, deren südliche Teile TSCHOPP in den Feldern bei Hof Bellevue am nördlichen Kartenrand von Blatt Miécourt aufgezeichnet hat und die durch diluviale Erosion vom Typort Charmoille abgetrennt wurden (vgl. geol. Karte TSCHOPP, 1960).

Und dann stösst man nördlich der Tuilerie Charmoille auf diejenige Stelle, wo bei genauer Analyse in eindeutiger Weise alle oben geschilderten Details zusammengefasst erkennbar sind und sich wiederholen (Prof. 3a). Der Vogesenschotter liegt auf dem Vogesensand, greift dann nach N diskordant über Oligozän, das verborgene Oberkimmeridge und dann deutlich auf den z. T. steilstehenden, z.T. überkippten S-Schenkel der Morimontkette, (Komplex unteres Kimmeridge–oberes Sequan) über. Noch weiter oben finden sich in den Waldwegen vereinzelte Quarzite bis auf Rauraciens, letzte Reste der früheren Schotterbedeckung. Die Gegend ist von TSCHOPP 1960 kartiert worden; er hat die jetzigen Resultate vorweggenommen (vgl. auch sein Profil 22).

Das eben geschilderte N-S Profil durch die Vogesenschotter von Courtavon bis Miécourt und Charmoille im S erlaubt nun mehrere, grundlegende Folgerungen und Datierungen:

1. Nach den *Hipparion* führenden Vogesensanden des Pontien hat in der Ajoie eine schwache Faltung eingesetzt; das Pontien wurde mitbewegt.
2. Nachfolgende Erosion hat auf den Scheiteln der Falten das Tertiär und die obersten Bänke des Malm entfernt.
3. Über die eingeebneten Antikinalen transgredierte Vogesenschotter bis auf den Malm, diskordant.
4. Er muss an den Schenkeln auch die Vogesensande schwach diskordant überlagern, während er ihnen in den Becken konkordant aufliegt.

Die einzige Stelle, wo dies zurzeit mit einiger Sicherheit, zahlenmäßig, nachzuweisen ist, befindet sich wiederum unmittelbar beim Zoll östlich ob Beurnevésin. Die wahrscheinlich kaum umgelagerten untersten Bänke der Vogesenschotter, erkennbar in den Bohrungen von Bonfol und beim Zollhaus, liegen bei Bonfol auf etwa 23 m Vogesensand, beim Zoll aber nur auf 10–12 m, bei P. 510 auf Sequan. Vogesensand, vielleicht Oligozän, Kimmeridge werden demnach durch eine schwache Winkeldiskordanz des Vogesenschotters (Mischschotter) abgeschnitten.

5. Dadurch wird eine erste Phase von Jurafaltung nach dem Pontien, aber vor Absatz der Vogesenschotter feststellbar.
6. Durch die Folgerungen 1–5 wird ein zeitlicher Hiatus zwischen Vogesensanden und -schottern erkennbar. Meines Erachtens sollte man darum die Schotter eher ins Mittelpliozän setzen (evtl. Oberpontien). Dieser Klammerausdruck wird der Übersicht halber nachfolgend weggelassen (vgl. 1963b, p. 172).

Es sind, wie angedeutet, aber noch weitere, überraschende Ergebnisse zu notieren:

7. Die obigen Detailangaben lassen erkennen, dass die Basisfläche der Vogesenschotter im N-S Profil 3 leicht verbogen ist, d. h. die Antiklinale hat nach Mittelpliozän eine Bewegung erlitten.
8. Die geologische Karte TSCHOPPS zeigt deutlich, dass die Schotterreste auf dem Scheitel, im Achsenverlauf der Morimont-Kette, vom Oberkimmeridge nach E zu auf unteres Kimmeridge, kontinuierlich auf Sequan, ja als vereinzelte Quarzite, bis auf Oberrauracien übergreifen. Daraus ist erneut zu entnehmen, dass die Morimont-Falte vor der Ablagerung der Vogesenschotter bis auf Rauracien abgetragen war. Der Ausdruck «Einebnung» (s. unter 3 oben) ist dadurch gerechtfertigt; die Scheitelregion der freistehenden Antiklinale war peneplainisiert<sup>2)</sup>. Auf dieser Fläche, die sich natürlich in das Niveau der Muldenfüllungen

<sup>2)</sup> Wenn hier von Peneplainisierung gesprochen wird, so geschieht dies lediglich, um die Auflagerungsfläche der Vogesenschotter auf dem Morimont zu charakterisieren. Es kann ja kaum angenommen werden, dass bei der schwachen Faltungsintensität dieser Struktur in der ersten Phase auf kurze Distanz sogar Rauracien aufgepresst worden sei, und abgetragen. Vielmehr sind Interferenzerscheinungen mit den alten, rheintalischen Brüchen in Rechnung zu stellen, die der Störungszone der Caquerelle angehören und auch das Morimont-Antiklinalgebiet vor der Faltung erfasst hatten; bei den späteozänen und oligozänen Senkungsscheinungen der Ajoie wurde wohl auch das Rauracien am Morimont geschleppt und im Lauf der Oligozän- und Miozänzeit denudiert, peneplainisiert, welcher Auffassung auch LAUBSCHER für das Gebiet des

einordnete und vor dem Absatz der Schotter horizontal lag, wurde dann der Vogesenschotter deponiert.

9. Das Vorkommen der verschiedenen Schotterrelikte auf Höhen von 520 m bei Bellevue im W bis auf Höhen von 650 m und mehr am Morimont im E beweist, dass die ursprünglich horizontale Scheitelfläche nach Mittelpliozän verstellt wurde; im E liegt sie heute um rund 180 m höher als bei Bellevue. Somit herrscht Übereinstimmung mit Folgerung 7 (vgl. Prof. 4).
10. Die Angaben unter 7–9 weisen auf eine zweite Jurafaltungszeit postmittelpliozän hin, worauf ja schon die Beobachtungen beim Zoll Beurnevésin deuteten.
11. Die Auflösung der Charmoilleschotter gegen den Gipfel des Morimont (wie auch auf der Höhe Le Fahy Monsieur) und die Tatsache, dass es sich bei den Einzelgerölle nur um die härtesten Quarzitsorten handelt, lassen den Schluss zu, dass dort einer der wenigen Orte vorliegt, wo der Zusammenhang der mittelpliozänen Vogesenschotter mit einer nur aus Quarziten bestehenden Fazies augenfällig und beweisbar ist. Wir meinen damit die sog. Höhenschotter, die auf vielen Jurahöhen gefunden wurden (vgl. BUXTORF & KOCH, 1920). Schon TSCHOPP hat übrigens vorausgesetzt, wie auch vor ihm ERZINGER, dass die Höhenschotter von Combe Quelore östlich Charmoille, erstmals gefunden von LINIGER 1925, mit den Schottern von Charmoille genetisch zusammenhängen. Sie liegen 100 m höher als Charmoille und sind von den Beckenschottern durch einen rheintalischen Bruch abgetrennt. Wir können nun weiterfolgern, dass dieser alte Bruch, der auch die Morimont-Kette durchsetzt, in der mittelpliozänen Phase reaktiviert wurde, weil er Vogesenschotter deutlich verstellt.<sup>3)</sup>

Der N-Schenkel der Morimont-Falte war leider für die Diskussion der behandelten Probleme wenig ergiebig. Am N-Hang des Hügels Mont östlich der Tankstelle beim Zoll Miécourt setzen in einem Waldweg auf Kote 515 vereinzelte Quarzite ein, auf Kimmeridge der diluvialen «Rinne» liegend. Auf etwa 530 m Höhe wird der Jura von einer dünnen Lehmdecke verhüllt, die in einer Grube eines gefällten Baumes vereinzelte Quarzite enthielt. Es sind alles verschwemmte Gerölle.

An einem zweiten Waldweg im N, der von der Tankstelle aus parallel nach E zum Waldrand verläuft, zeigen sich vereinzelte Kimmeridgebänke mit 12–15° Westfallen; sie werden von der Hangfläche gekappt. Diluviale Erosion hat von der Sundgauseite her die primäre Schotterdecke entfernt.

Auch die N-Flanke des eigentlichen Morimont ist steril; über den 45–55° W-fallenden Schichten von Obersequan und Unterkimmeridge zeigt sich mächtiger

nördlichen Juras ist (1962, p. 14). Auf alle Fälle können am Morimont die Schotterreste und Einzelquarzite auf Sequan und Rauracien als auf primärer Lagerstätte der Peneplain betrachtet werden; Verschleppung, Zerstreuung und Versenkung in tiefe Karstlöcher, wodurch Gerölle in tiefere, stratigraphische Niveaus gelangten, kommen hier nicht in Frage. TSCHOPP bemerkt 1962 (p. 21), dass am Morimont bis auf Höhe 600 kleinere Erosionsrelikte der Schotter beobachtbar sind.

<sup>3)</sup> TSCHOPP wies übrigens auf zwei andere, alte Brüche B6a und B6c nördlich Charmoille hin, die wie Bruch B6d (nicht B8!) bei Frégiecourt unter Vogesenschottern verschwinden. Nach seiner Auffassung handelt es sich ebenfalls um reaktivierte, rheintalische Brüche, aber vor der Schotterablagerung, also Phase 1.

Gehängeschutt. Die geschlossene Vogesenschotterdecke des Sundgaus südlich Courtavon stösst dort bis auf Höhe 530 an den Waldrand südlich Levoncourt vor.

Dagegen erwies sich die flache W-Flanke der Bergwaldantiklinale, einer Zwillingsfalte des Morimont, als interessante Lokalität. Direkt nordöstlich Levoncourt steigt ein Hang mit rund  $12^\circ$  Böschung an, dessen Bänke, die Unterkimmeridge–Obersequanserie, mit  $35\text{--}40^\circ$  nach NW abtauchen (Fig. 3). SCHNEEGANS

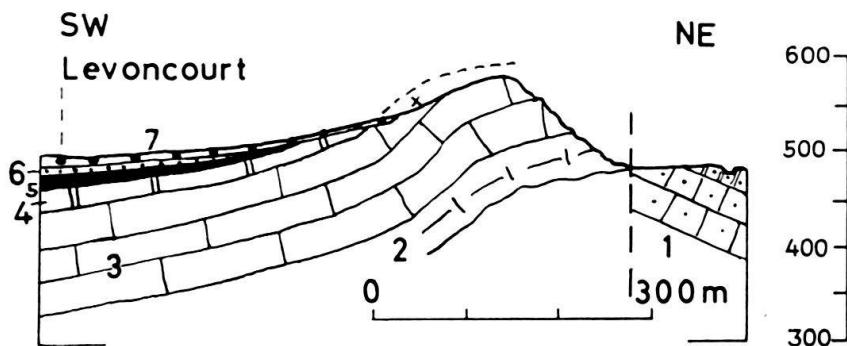


Fig. 3. Bergwaldkette, NW-Schenkel im Malm. Östlich Levoncourt (Sundgau).

1. Bathonien und Callovien.
  2. Unter- und Mittelsequan.
  3. Obersequan und Unterkimmeridge.
  4. Oberkimmeridge.
  5. Oligozän.
  6. Pontien–Vogesenschotter.
  7. Mittelpliozän–Vogesenschotter.
- × Vereinzelter Quarzit.

hatte auf der Karte 1:50000 den Hang mit Vogesenmaterial bedeckt gezeichnet. Meine Begehung ergab die Richtigkeit der Beobachtung; Vogesenschotter ist in den tiefen Geleisen der Holzschieleifwege in der reichen Musterkarte der Charmoilleschotter bis auf Höhe 550 m zu sehen; es fehlen jurassische Bestandteile. Weiter oben, wo der Gipfelgrat steiler wird, zeigte sich auf etwa 560 m noch ein einzelner, verschwemmer Quarzit im schwarzen Waldboden.

Die Vogesenschotterdecke des Sundgaus, bei Levoncourt und Liebsdorf auf 480–500 m ruhend, steigt also geschlossen in die gefaltete Region hinauf. Sie liegt auf den Schichtköpfen eines gefalteten und nachher eingeebneten N-Schenkels der Bergwaldkette und wurde später um mindestens 60 m verstellt. Ob man diese Hebung der zweiten Phase der Jurafaltung oder eventuell der Nachphase zuschreiben soll, kann nicht entschieden werden. Dieser Sequansporn wird weiter östlich durch einen Bruch abgeschnitten, der an der Strasse Levoncourt–Oberlarg, etwa 850 m östlich der erstgenannten Ortschaft, den Malm gegen den Doggerkern der Antiklinale versetzt. Schon GRAHMANN, der den Bruch 1920 kartierte, erkannte, dass diese Störung jünger als Vogesenschotter sein müsse. Er gehört also wie der Bruch B5 (TSCHOPP) östlich Charmoille zur zweiten Phase der Jurafaltung.

Dieser Sequansporn offenbart uns einen Analogfall zu Charmoille. Geschlossener Vogesenschotter überdeckt transgressiv und diskordant die Serie Oberkimmeridge bis Obersequan und wird durch einen (? reaktivierten) Bruch koupiert. In einer ersten Faltungsphase wurde der Faltenschenkel gebildet und abgetragen; auf die Fläche legte sich der mittelpliozäne Schotter und wurde später in einer neuen Phase weit gehoben, verstellt und durch einen Bruch abgeschnitten.

Die mannigfachen Beziehungen zwischen pliozäner Sedimentation und tektonischen Bewegungen vermochten, das bisher fast leere Wappen des Pliozäns mit geologischem Leben auszufüllen. Der Ablauf der Ereignisse besäße im Prinzip auch dann seine volle Gültigkeit, wenn

später dennoch in den Schottern sichere (d. h. nicht umgelagerte) Pontienfossilien entdeckt werden sollten. In diesem Fall würden sich einfach die Zeitansätze, die ich reichlich bemass, ändern, sich verkleinern; die erste Phase müsste ins frühe Mittelpont fallen und wäre als kurzfristiges Ereignis aufzufassen, während die Hauptphase das Mittelpliozän und z. T. das Oberpliozän ausfüllen würde.

Die oben dargelegten Schlussfolgerungen sind nur deshalb von TSCHOPP nicht bereits 1960 gezogen worden, weil die stratigraphische Trennung von Vogesen-sanden und Vogesenschottern nicht erwogen wurde; aber diese Zweiteilung der pontischen Geröllsande hatte schon 1922 Albert Heim in seiner Geologie der Schweiz als möglich erachtet (p. 910).

#### 4. Erste Konsequenzen der Erkenntnisse für die Ajoie

Ob nun die neu gewonnenen Feststellungen nur lokal gelten oder nur für grössere Teile des Juragebirges oder für den Gesamtjura, wird später zu untersuchen sein. Vorerhand sei noch auf einige kleinere Probleme hingewiesen, die durch die Erkenntnisse eine sichere und natürliche Lösung gefunden haben.

Zunächst handelt es sich um die pliozänen Schichtlücken an der Réchésy-Kette. Im ersten Abschnitt erkannten wir, dass Sundgauschotter z. T. auf Vogesen-sanden oder auf stark reduzierten Vogesenschottern, z. T. aber auf verschiedenen Malmstufen liegen. Da der Sundgaurhein in abgesenktem Gebiet floss, so dürfte die Anlagerung oder Überlagerung dieser oberpliozänen Kiese den Charakter einer sehr leichten Diskordanz haben. Nun ersahen wir anschliessend, dass an den Antiklinalflanken auch der Vogesenschotter den liegenden Vogesensand diskordant überlagern muss. Damit ergeben sich in jenem Gebiet recht knifflige Lagerungs-verhältnisse, weil zwei Diskordanzen, kaum zu erkennen und nirgends aufgeschlossen, sich überlagern (vgl. LINIGER, 1963b, Fig. 1). In der Praxis sind aber wohl die meisten Stellen, wo sie beobachtbar wären, durch die verschiedenen diluvialen Erosionsperioden entfernt worden.

Zur Beantwortung der noch ungelösten Schlussfrage über die allgemeine Verbreitung der Vogesenschotter müssen zunächst zwei Vorfragen abgeklärt werden.

a) Bedeutung der jurassischen Geröllanteile. Es stehen nun drei Regionen zur Verfügung, wo Beobachtungen darüber möglich waren: Levoncourt im Südsundgau, Charmoille im Elsgau, das Bois de Robe bei Delsberg. Doggergerölle wurden von TSCHOPP nördlich Charmoille und von LINIGER im Bois de Robe gesichtet (TSCHOPP, p. 21). LINIGER 1925, p. 43). Beide Lokalitäten wiesen nur wenig Prozent Hauptrogensteinkomponenten auf. Da bei Levoncourt solche nicht zu finden waren, so sind sie wahrscheinlich durch Seitenbäche aus der Pfirt herzu-leiten. Im Bois de Robe wurde im Sommer 1963 ein neuer Aufschluss in den Schottern entdeckt (s. unten), bei P. 560, 3,25 km nordwestlich Courfaivre, wo sich überhaupt kein Doggergeröll fand. Dieser letztere Befund weist darauf hin, dass die Gegend von Les Rangiers und La Caquerelle als Doggerlieferant kaum mehr in Betracht gezogen werden darf.

Glyticiengeschiebe und -fossilien wurden im Steinbruch von Les Lavoirs im Delsbergertal zahlreich festgestellt (ROTHPLETZ & LINIGER, 1963). A. SCHNEIDER sichtete solche bei den Arbeitern der Sandgrube Bonfol (freundliche Mitteilung von Cand. geol. H. FISCHER, Basel); sie entstammen abgeschwemmten Schottern

im Hangenden der Vogesensande. Für Bonfol kommt als Lieferant in erster Linie wiederum die Pfirt in Betracht, für das Bois de Robe dagegen auch das Gebiet der Rangiers-Kette, das nach den Befunden im Oligozänkonglomerat von Les Lavoirs schon im untern Chattien bis auf Mittelrauracien denudiert war.

Malmgerölle sind dagegen zahlreich; TSCHOPP fand viele bei La Vigne am Südschenkel des Morimont, LINIGER bis 17% bei Mont Choisie im Bois de Robe; der neue Schotteraufschluss lieferte maximal 18% an Malmgerölle aller Stufen. Diese mehrfach festgestellten, relativ hohen Prozentanteile für Malm zeigen deutlich, dass er aus nächster Nähe stammte, was schon bei der Betrachtung der Be-rührungszone zwischen Sanden und Schottern bei Neufs Champs ersichtlich war (1963b). Erneut folgt daraus, dass die mittelpliozänen Flüsse Seitentäler hatten, die jurassische Gerölle herbeischleppten. Dies ist bei den Sedimentanalysen der liegenden Vogesensande nicht festgestellt worden, es hätte sich ein Karbonatgehalt dokumentieren müssen (Analysen von F. HOFMANN 1963). Die pontischen Flüsse erodierten nur im Tertiär der Unterlage, deren Chattien sich mit den Sanden vermischt. Auch dieser Sektor der Beobachtungen erweist also ein völlig verschiedenes Stromsystem von Vogesensand der Rinnen und Vogesenschottern der Flächen, und damit eine zeitliche Differenz beider Akkumulationsserien.

b) Der Nachweis der Begrenzung der Sundgauschotter auf eine Linie nördlich Bonfol-Montinez macht es klar, dass die vielerorts im Plateaulehm der Kalkhochflächen auftretenden Quarzite hauptsächlich nur aus Vogesenschotterdecken stammen können. Handelt es sich dabei nun um lehmbedeckte Schotterfelder oder um verschwemmte Massen?

Dass es sich beim Plateau östlich Bonfol, Höhe 470–480 m, um typische Schwemmllehme handelt, beweist das Profil der Quarzsandgrube östlich ob Bonfol (LINIGER, 1963a). Auf dem grossen Plateau westlich Bonfol, südlich Haute Charme, zeigte sich in einem Karrenenschlot des Kimmeridge bei Creux de la Pâle ein fast lössartiger, feinsandiger Lehm, den F. HOFMANN sedimentpetrographisch untersuchte. Nachfolgend das Ergebnis.

«Lehmeinschwemmung bei Creux de la Pâle.

Karbonatgehalt: Kalk 3%, Dolomit + (bezogen auf die Fraktion unter 0,4 mm). Wahrscheinlich ist dieses Karbonat sekundär, da auch grössere Kalkkrusten in der Probe vorkommen. Grundsätzlich ist der enthaltene Sand somit kalkfrei. Der Sandrückstand zeigte folgende Schweremineralien:

#### Creux de la Pâle

Kalk . . . . .	3%	Zirkon . . . . .	38%
Dolomit . . . . .	+	Rutil . . . . .	7%
Granat . . . . .	10%	Hornblende (blau) . . . . .	+
Epidot . . . . .	23%	Andalusit . . . . .	+
→ Staurolith . . . . .	24%	Turmalin . . . . .	3%
→ Disthen . . . . .	2%	Titanit . . . . .	
Apatit . . . . .	2%	Zoisit . . . . .	

Dies ist eine für die Molasse alsacienne durchaus gangbare Zusammensetzung, nicht aber für echtes, reines Vogesenmaterial. Es handelt sich um Material der alten

wie Napf?

~~Napfschüttung~~ (Epidot, blaue Hornblende, Andalusit). Es könnte sich höchstens um umgelagertes, chattisches Molassematerial, aufgearbeitet zur Zeit der Vogesen-sande, handeln, wie wir dies bei Lieu Galet im Delsbergerbecken gesehen hatten (vgl. LINIGER 1963b).»

Eine ähnliche Probe aus der Combe St-Jean, 1,5 km westlich Vendlincourt, ergab:

«Die Schweremineralien sind im wesentlichen die gleichen wie bei Creux de la Pâle, vor allem tritt wieder häufig Epidot auf. Die vorkommenden Geröllchen erwecken einen gewissen Verdacht auf miozäne, marine Molasse. Ob diese in Betracht kommt, wage ich nicht zu entscheiden. Ebensogut käme wieder umgelagerte Molasse alsacienne mit geringem Einfluss von Vogesenmaterial in Betracht. Falls obere, marine Molasse ausscheidet, besteht nur noch die eben genannte Deutungsmöglichkeit.»

Nach diesem überraschenden Befund handelt es sich bei den altdiluvialen Lehmen um vielseitiges, verschwemmtes Oligozän- und Vogesenmaterial, worauf die Gerölle (Quarzite) hinweisen, die ganz verschieden eingestreut sind. Dass aber diese Schwemmlehme, vermutlich nach der mittelpliozänen Phase von den Elsgau-falten und der Mont Terri-Antiklinale abgeschwemmt, auch noch intakte Reste der ehemals transgredierenden chattischen Elsässermolasse verdecken könnte, ist gut möglich.

Es wurde betont, dass es sich bei den eingeschwemmten Geröllen ausschliesslich um Quarzite handelt. Nun verzeichnet die geol. Karte von TSCHOPP nördlich der Hauptstrasse Miécourt-Alle einen grössern Lehmkomplex, der sich westlich an die pliozänen Sand- und Schottermassen von Charmoille anschliesst; er dürfte jung-diluvial sein. An der im Bau begriffenen Strasse Alle-Vendlincourt war im Mai 1963 etwa 100 m nördlich der Strassengabel Alle ein zwei Meter hoher, geröllfreier Lehm freigelegt; aber in den noch offenen Feldern am Hang Serreuil P. 483,9 fanden sich häufig kleine bis faustgrosse Quarzite, die nur vom Hang bei Hof Bellevue abgeschwemmt sein können, d.h. verschwemmte Vogesenschotter. Man entdeckt also auch in jungdiluvialen Lehmen nur Quarzite als Überreste der mittelpliozänen Schotter.

Die seit mehreren Jahren andauernden Beobachtungen in der Ajoie machten es dem Verfasser klar, dass man die Quarzite in den Elsgaulehmern als «verarmte» Schotter auffassen muss; sie sind zudem meist verschwemmt. Die Plateaulehme wurden später wohl nicht mehr bedeckt; es fällt jedoch auf, dass echter Löss, wie er z. B. nach THÉOBALD im Ost-Sundgau vorkommt, in der Ajoie fehlt.

Erst auf Grund dieser verschiedenen Klarstellungen können wir zur Hauptfrage vorstossen, vermag man sich annähernd eine Vorstellung von der früheren Verbrei-tung der Vogesenschotter zu bilden. Wenn sie meist auch abgeschwemmt sind, mussten sie einst primär auf den nächsten Plateaus und Antiklinalen gelegen haben.

ERZINGER stellte Streuquarzite auf dem Block von Bure und Fahy auf rund 600 m fest, SCHNEIDER solche westlich und östlich von Pruntrut. Ich fand solche auf 500–520 m bei Buisson Galant auf dem Rücken der Bois Juré-Falte, auf der Höhe Le Té nördlich Porrentruy auf 500 m; im E wurden Schotterfelder zwischen Courtavon, Levoncourt bis nach Liebsdorf kartiert, und es finden sich Streuquarzite

bis an den Überschiebungsrand der Bergwaldkette; THÉOBALD fand bei Köstlach und Moernach die Sundgauschotter bis zu 50% mit Vogesenschottern gemischt, und ich beobachtete kleine Quarzite bei Pfirt, im Lehm von «Le Hallen», auf Kote 480; zusammen mit cand. geol. H. FISCHER wurden violettrote Quarzite in diluvialem Lehm 300 m südöstlich von Bouxwiller gesichtet, wo schon GUTZWILLER «Porphyre» notiert hatte.

Diese Angaben belegen eine Streuungsbreite von 25–30 km und auf diesem Gebiet können wir eine – allerdings an Mächtigkeit wechselnde – Bedeckung mit Vogesenschottern im Pliozän voraussetzen. Ich komme zurück auf die Bemerkung auf p. 77, dass die Vogesensande ihre Rinnen wohl nicht ganz aufgefüllt hatten. Nur so ist es erklärbar, dass die Wildwasser, die die groben Schotter nach S schleppen, anfänglich die alte Stromrichtung beibehielten, die Rinnen auffüllten und erst dann die Malmplateaus seitlich weithin überschütteten. Man kann nämlich vermuten, dass die Schotter in den heutigen Becken und Synkinalzonen mächtiger waren als anderswo; das günstigste Gebiet für eine Mächtigkeitsbestimmung ist wohl das Bois de Robe, weil dort die diluvialen Erosionen weniger wirksam waren als im Elsgau.

Der Quarzinhalt der Plateaulehme zeigt deutlich, dass man es mit verarmten Schottern zu tun hat, auch im jungdiluvialen Lehm bei Alle. Die Höhenschotter weisen genau dasselbe Bild auf; sie wurden schon 1925 als verarmte Schotter taxiert. Heute ist man in der Lage auszusagen, dass man wohl nicht alle Reste von Höhenschottern als «*in situ* verarmt» auffassen darf, worauf 1950 RUTTE und LAUBSCHER 1948 und 1962 hinwiesen. Sie sind wohl an manchen Orten durch die zweite Phase der orogenetischen Bewegungen irgendwie umgelagert worden. Doch erscheint mir heute das Vorherrschen von Quarziten in den Lehmdecken der Höhen (und in den Schwemml Lehmen der Ajoie) nicht mehr als stratigraphisches, nur noch als bodenkundliches und eventuell als paläoklimatisches Problem.

Nach Abschluss dieser Arbeit erfolgte im Juli 1963 die überraschende Entdeckung eines grossen, schon oben erwähnten Aufschlusses von Vogesenschottern im nördlichen Bois de Robe bei P. 560 (LINIGER & ROTHPLETZ, 1964). Er erlaubte, einerseits die oben dargelegten Befunde und Folgerungen kritisch zu überprüfen, anderseits frühere Studien im Delsbergertal zu kontrollieren. Die Hauptresultate seien nachfolgend kurz zusammengefasst.

Die etwa 14 m hohe Kiesgrubenwand offenbart zwei verschiedene Schüttungen der mittelpliozänen Schotter, eine untere, grobe mit viel Malmgerölle und eine obere, feinere ohne Malmanteil. Die gefundene Prozentzahl für Malm von 18% entspricht genau dem vom Verfasser 1925 beobachteten Malmanteil (total) von 17% bei Mont Choisi. Ganz ungezwungen denkt man an einen Fluss, der im ersten Stadium eine jurassische Felsrinne (oder eine Art Klus) passierte und später keine Kraft zur Erosion mehr besass. Dieser neue Befund bestätigt demnach ohne weiteres die Beobachtungen über Rinnenbildung des Pontien bei Bonfol. Der kritische Einwand von LAUBSCHER 1962 (p. 13–16) über die Bedeutungslosigkeit der jurassischen Geröllanteile wird erneut entkräftet, desgleichen durch die Befunde, dass bei Levoncourt und bei Charmoille selbst keine jurassischen Gerölle gefunden werden konnten, dagegen von TSCHOPP bei La Vigne, d. h. am Rand der Morimont-Antiklinale.

Während die Vogesensande nirgends jurassische Anteile geliefert haben, sondern nur mit Molasse alsacienne der Talränder gemischt sind, wie die Analysen von F. HOFMANN erwiesen, enthält der jüngere Schotter bis gegen einen Fünftel Malmgerölle aller Stufen. Zwischen beiden Ablagerungen ist also eine ganz wesentliche Änderung des erosiven Gleichgewichts zu verzeichnen, die man – die verschiedenen Möglichkeiten abwägend –, am ehesten in die Formel fassen möchte:

es hat zwischen beiden Akkumulationszeiten eine Faltung im Malm nördlich des Bois de Robe stattgefunden; das gefaltete Gebiet (Rangierskette) war bereits bis ins Rauracien denudiert. Wir haben einen Analogfall zum N-S-Profil durch die Morimont-Kette nördlich Charmoille vor uns. Die Malmgerölle bilden durch Art und Zahl und durch ihre Beschränkung auf die Basis der Schotter einen untrüglichen Hinweis auf die erste Faltungsphase.

Aber auch der behauptete Zusammenhang von Vogesenschotter der Täler und Quarzitgeröllresten auf den Höhen (Höhenschotter), erfährt eine – unerwartete – Bekräftigung durch den Fund überdimensionierter Gerölle von Buntsandstein und Quarzit im Bois de Robe selbst, was früher unbekannt oder anders gedeutet worden war. Die Zusammengehörigkeit der groben Basalserie im Bois de Robe mit der «groben» Fazies der Höhenschotter auf der Caquerelle ist damit augenfällig geworden. Da sie auf der Scheitelregion der Caquerelle-Kette aber rund 300 m höher als im Bois de Robe liegen, so muss die Schrägstellung der Ostflanke der Kette nach Mittelpliozän erfolgt sein. Und auch diese Feststellung hat Analoges weiter nördlich: die Flanke der Bergwaldkette und die Verhältnisse an der Morimont-Antiklinale.

### 5. Übersicht der Ereignisse zur Pliozänzeit im Elsgau

Im Pontien akkumulierten die N-S gerichteten Vogesenflüsse in flachen, kilometerbreiten Rinnen bis gegen das Mittelland und setzten *Hipparium* führende Sandmassen ab. Da die Rinnen quer zum Faltenbündel verlaufen, da die Sande in allen Aufschlüssen nur auf Oligozän ruhen und völlig auf Muldenteile beschränkt sind, so bestanden damals die heutigen Ketten nicht.

Nachpontisch setzte eine erste, schwache Faltungsphase ein, die in der Ajoie nur den Malm ergriff. Rauracien wurde nur da entblößt, wo es durch oligozäne Erosion an rheintalischen Brüchen zutagetrat. Danach erfolgte Einbebung. Das allgemeine Gefälle nach S blieb aber erhalten, die Mont Terrible-Linie machte sich nicht bemerkbar.

Im Mittelpliozän hoben sich die Vogesen erneut; das kräftige Gefälle sandte Wildbäche auf breiter Front nach S, die Vogesenschotter ergossen sich über die Peneplain und sind im südlichen Juragebiet bis gegen Tavannes feststellbar. In der Ajoie lagern sie auf allen Stufen bis auf Rauracien.

Nach Mittelpliozän erfolgte eine, im nördlichen Jura erkennbar, zweite ungleich stärkere Faltungsphase, die die Antiklinalschinkel knickte, steilstellte, die Faltungsachsen zum Teil hochhob, Überschiebungen auslöste und alte Brüche reaktivierte. Dadurch wurde die Auflagerungsfläche der Vogesenschotter stark verstellt. Gleichzeitig – und das bedeutet einen wesentlichen Unterschied gegenüber der ersten Faltungsphase – wurde das Land südlich der Mont Terri-Kette gehoben, schräggestellt (Einfluss der Mont Terrible-Untergrundstruktur), nördlich der Kette aber nach N abgesenkt, so dass ein Gefälle von der Mont Terri-Kette gegen die Pforte von Belfort entstand. Dies ist deutlich durch Vergleich der Auflagerungsflächen der Vogesensande in Profil 5 ablesbar. Nördlich der schwach eingeebneten Réchésy-Kette bildete sich eine erste Einwalmung zwischen dem Tafeljura und den Vogesen, wodurch der Weg für den Sundgaurhein geöffnet wurde. Im Oberpliozän floss der Sundgaurhein durch die nördliche Ajoie von E-W.

Nach Oberpliozän ist in der Nordajoie eine schwache Nachphase erkennbar; die Antiklinalen hoben sich unmerklich, der Sundgau senkte sich erneut und der Urrhein strömte nun nur noch nördlich unseres Landes. Mit diesen Schrägstellungen der Ajoietafel konnte die Bildung der Plateaulehme beginnen.

Dank der neuen Beobachtungen und Datierungen ist es dem Verfasser nun möglich, seine früheren Theorien über obermiozäne und pliozäne Faltungszeiten zu rektifizieren. Auf Grund der in den Jahren 1920–1924 erfolgten Feststellung der weiten Verbreitung von Höhenquarziten und Verwitterungslehmen, aufgefasst als *in situ* verarmte Vogesenschotter, die auf Malm und Dogger vorgefunden wurden, wurde 1925 die Arbeitshypothese riskiert, eine starke, erste Jurafaltung vor dem Pont anzunehmen, gefolgt von einer Peneplainisierung. Das Pontien galt als stratigraphische Einheit, als Wechselfolge von Sanden und Schottern aus den Vogesen, und die grossen Aufschlüsse in der Nordajoie bestanden noch nicht. Konsequenterweise erschien damit die zweite Faltungsphase nach dem Pont als von geringerem Ausmass und von anderem tektonischem Charakter.

Obschon sich manche der späteren Beobachter dieser Auffassung anschlossen, zuletzt TSCHOPP 1960 (p. 58–62), erfolgten doch auch wichtige Einwände, zunächst über die Lagerung der Höhenschotter (RUTTE 1950 und vor allem LAUBSCHER 1962). Letzterer vertrat die Meinung, dass es sich sozusagen durchwegs um umgelagerte, zum Teil verschwemmte, zum Teil durch starke Verkarstung in tiefere Niveaus versackte Gerölle handeln müsse, obschon erst gute Profile durch die Höhenlehme den Beweis hiefür erbringen könnten. Sodann diskutierte SCHWABE das Alter der Peneplain und vertrat infolge morphologischer Vergleiche eine nachpontische Entstehung derselben. Neuestens bestritt LAUBSCHER überhaupt die Existenz einer präpontischen Faltungsphase und suchte deren Unmöglichkeit zu beweisen. So war es gegeben, den Gründen all dieser Unstimmigkeiten nachzuforschen und zuerst die Stratigraphie des Pliozäns, das ja einzig im Berner Jura fossilführend und räumlich different vorhanden ist, und dabei auch einzig die massgeblichen Hinweise für verschiedene Faltungsphasen liefern kann, neu und gründlich zu überprüfen.

Durch die Annahme eines Hiatus zwischen den Vogesensanden und -schottern, aufgezwungen durch verschiedene Feldbeobachtungen, ergibt sich nun doch ein wesentlich anderes Bild, stratigraphisch und tektonisch – wenigstens für die Ajoie –, das viele knifflige Fragen klären kann. Eine vorpontische Faltung bestand nicht; die erste Faltungsphase ist gemäss den Befunden nachpontisch erfolgt. Sie hat im Elsgau schwaches Ausmass und demgemäß war gewiss auch die nachfolgende Eindehnung, die zwar auch an den geringen Strukturen des Elsgaus erkennbar ist (vgl. TSCHOPP, 1960, p. 57, 60, und SCHNEIDER, 1960, p. 65, 66), von geringerer Intensität, als sich das auf Grund der ersten Höhenschotterfunde darbot. Man muss nun die zweite, nachmittelpliozäne Phase als die Hauptphase bezeichnen, obschon unter den Überschiebungsmassen des Mont Terri und der Pfirt keine Vogesenablagerungen festgestellt worden waren.

Eine Zusammenfassung der Konsequenzen, die sich aus der neuen Theorie ergeben, soll später versucht werden, da man sich rein in das Gebiet der Hypothese begeben muss. Immerhin sei schon jetzt darauf hingewiesen, dass J. GOGUEL 1938 in der südlichen Fortsetzung des jurassischen Faltenbündels, in den aus mesozoischen Sedimenten aufgebauten Ketten der Westalpen in der Haute Provence, zwischen Digne und Grasse, ebenfalls zwei Faltungsphasen erkennen konnte: eine erste nach unterm Pont, das in Süßwasserfazies vorhanden ist, und eine zweite, gleichzeitig mit den obersten Bänken des pliozänen Konglomerats mit *Mastodon Borsoni*, im Becken von Valensole (s. GOGUEL, 1938, p. 314).

## LITERATURVERZEICHNIS

- BUXTORF, A., & KOCH, R. (1920): *Zur Frage der Pliozänbildung im nordschweizerischen Juragebirge*. Verh. naturf. Ges. Basel, 31.
- ERZINGER, E. (1943): *Die Oberflächenformen der Ajoie (Berner Jura)*. Mitt. geogr.-ethnol. Ges. Basel 6.
- GOGUEL, J. (1937): *Description tectonique de la bordure des Alpes de la Bléone au Var*. (Diss. Paris. Imp. nationale.)
- GRAHMANN, R. (1920): *Der Jura der Pfirt im Oberelsass. Ein Beitrag z. Kenntnis des Oberrheintalgrabens*. N. Jb. Min. usw. Beil.-Bd. 44 (Stuttgart).
- GUTZWILLER, A. (1912): *Die Gliederung der diluvialen Schotter in der Umgebung von Basel*. Verh. naturf. Ges. Basel, 23.
- LAUBSCHER, H. P. (1948): *Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt St. Ursanne (Berner Jura)*. Beitr. geol. Karte Schweiz (NF) 92.
- (1962): *Die Zweiphasenhypothese der Juraformation*. Eclogae geol. Helv. 55/1.
  - LINIGER, H. (1925): *Geologie des Delsbergerbeckens und der Umgebung von Movelier*. Beitr. geol. Karte Schweiz (NF) 55.
  - (1953): *Zur Geschichte und Morphologie des Nordwestschweiz. Juragebirges*. Geographica Helv. VIII, Bern.
  - (1963a): *Geologische Beobachtungen in der Ajoie (Berner Jura)*. Regio Basiliensis, IV.
  - (1963b): *Zur Revision des Pontien im Berner Jura*. Eclogae geol. Helv. 56/1. Mit sediment-petrogr. Analysen v. F. Hofmann.
  - (1964): *Sundgauschotter in der nördlichen Ajoie (Berner Jura)*. Regio Basiliensis, V/1.
  - LINIGER, H., & ROTHPLETZ, W. (1964): *Ein neuer Aufschluss in den Vogesenschottern westlich Delsberg*. Regio Basiliensis, V/1.
  - MEYER, L., & HOTZ, W., BUXTORF, A., BAUMBERGER, E. (1928): *Compte rendu des excursions de la société géologique suisse dans les environs de Bâle et en Alsace*. Eclogae geol. Helv. 21.
  - ROTHPLETZ, W. (1933): *Geologische Beschreibung der Umgebung von Tavannes im Berner Jura*. Verh. naturf. Ges. Basel 43.
  - ROTHPLETZ, W., & LINIGER, H. (1963): *Brackisches Oligozän im westlichen Delsberger Becken*. Eclogae geol. Helv. 56/1.
  - RUTTE, E. (1950): *Über Jungtertiär und Altdiluvium im südlichen Oberrheingebiet*. Ber. naturf. Ges. Freiburg i. B.
  - SCHNEEGANS, D. (1933): *Notes sur la tectonique du Jura Alsacien*. Bull. Serv. Carte géol. d'Alsace et de Lorraine 2/1.
  - SCHNEIDER, A. (1960): *Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt Porrentruy (Berner Jura)*. Beitr. geol. Karte Schweiz (NF) 109.
  - SCHWABE, E. (1939): *Morphologie der Freiberge*. Mitt. geogr. Ges. Basel, 5.
  - THÉOBALD, N. (1933): *Sur quelques restes de Dinothereum et de Rhinocéros déposé au Musée de la Société Industrielle de Mulhouse*. Bull. Soc. indust. Mulhouse.
    - (1934): *Les Alluvions du Pliocène Supérieur de la Région du Sundgau*. Bull. Soc. indust. Mulhouse.  - TSCHOPP, R. (1960): *Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt Miécourt (Berner Jura)*. Beitr. geol. Karte Schweiz (NF) 110.

## GEOLOGISCHE KARTEN

*Carte géologique de la France* (1934) 1:50000. Flle XXXVII, Ferrette.

*Geol. Atlas der Schweiz* (1930) 1:25000. Blätter 92, Movelier, 93, Soyhières, 94, Delémont, 95, Courrendlin.

*Geologische Generalkarte der Schweiz* (1942) 1:200000, Bl. 2.

