

mittleren Deckungsprozentwertes der Arten errechnet worden ist. Die höheren Lebensformen erlangen dabei größere relative Anteile in dem gewichteten Lebensformenspektrum, die Hemikryptophyten treten zurück. Für Mitteleuropa läßt sich die Bestimmung der Lebensform sehr gut nach H. ELLENBERG (1974) durchführen.

Schlußbemerkungen

Der hier skizzierte Weg einer floristischen Pflanzengeographie versucht eine Integration verschiedener pflanzengeographischer Ansätze mit dem Ziel einer quantitativen Differenzierung der Pflanzenwelt. Arealkunde und Pflanzensoziologie sollen dabei als abgesicherte botanische Methoden auf den Raum projiziert die Grundlagen stellen. Am geeignetesten erscheint dem Verfasser die Ermittlung von Arealtypen- und Lebensformenspektrenkartogrammen unter jeweiliger Einbeziehung pflanzensoziologischer Mengenskalenwerte, um die Pflanzenwelt eines Raumes floristisch und physiognomisch-ökologisch darzustellen. Eine Integration beider Ansätze sollte dann bei der Regionalisierung nach dominierenden Florenelementen der einzelnen Lebensformen erfolgen.

Literatur

- BRAUN-BLANQUET, J.: La végétation alpine des Pyrénées Orientales, Barcelona, 1948.
 – : Pflanzensoziologie, Wien, New York, 1964.
 EIG, A.: Les éléments et les groupes phytogéographiques auxiliaires dans la flore palestinienne. Etude phytogéographique. Fedde. Repert. Spec. Nov. Regn. Veget. Beih. 63, 2 Bde., 1931.
 ELLENBERG, H.: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica, IX, Göttingen, 1974.
 FILZER, P.: Ein botanischer Beitrag zur Charakterisierung natürlicher Landschaften Süddeutschlands. Ber. z. Dtsch. Landeskd., 31, 1963, S. 69–83.
 HAEUPLER, H.: Statistische Auswertungen von Punktrasterkarten der Gefäßpflanzenflora Südniedersachsens. Scripta Geobotanica VIII, Göttingen, 1974 a.
 – : Bemerkungen zum Stand der floristischen Kartierung in der BRD. Göttinger florist. Rundbriefe, 8, 1974 b, S. 65–66.
 HOUÉROU LE, H. N.: Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. Mém. 6. Inst. de Rech. Sahar. Univ. Alger, 3 Bde, Alger, 1959.
 ISSLER, E.: Vegetationskunde der Vogesen. Pflanzensoziologie Bd. 5, Jena, 1942.
 LAUER, W.: Vom Wesen der Tropen. Klimaökologische Studien zum Inhalt und zur Abgrenzung eines irdischen Landschaftsgürtels. Abh. d. Math.-Naturw. Klasse. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Jg. 1975, Nr. 3, Mainz, 1975.
 LAUER, W., FRANKENBERG, P.: Zum Problem der Tropengrenze in der Sahara. Erdkunde, 31, 1977, S. 1–15.
 MATTHEWS, J. R.: Geographical relationships of the British Flora, Journal of Ecology, 25, 1937, S. 1–90.
 MAULL, O.: Die Grenzgürtelmethode (1936), in: Das Wesen der Landschaft, Hrsg. K.-H. Paffen, Darmstadt, 1973, S. 425–432.
 MEUSEL, H.: Vergleichende Arealkunde, 2 Bde, Berlin, 1943.
 MEUSEL, H.: Über die umfassende Aufgabe der Pflanzengeographie in: Pflanzengeographie, Hrsg. W. Lauer, H. J. Klink, Darmstadt, 1978, S. 106–121.
 MEUSEL, H., JÄGER, E., WEINERT, E.: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora, Jena, 1964.
 OBERDORFER, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland, Stuttgart, 1962.
 PAFFEN, K.-H.: Geographische Vegetationskunde und Pflanzensoziologie, Erdkunde, 5, 1951, S. 196–203.
 QUÉZEL, P.: La végétation du Sahara du Tchad à la Mauritanie, Geobotanica selecta, Bd. II, Stuttgart, 1965.
 RAUNKIAER, C.: Planterigetets Livsformer ag deres Betydning for Geografien, Kopenhagen, 1907.
 REICHEL, G., WILMANN, O.: Vegetationsgeographie. Das Geogr. Semin. Praktische Arbeitsweisen, Braunschweig, 1973.
 SCHMITHÜSEN, J.: Allgemeine Vegetationsgeographie, 3. Aufl., Berlin, 1968.
 SCHWICKERATH, M.: Die Landschaft und ihre Wandlung auf geobotanischer und geographischer Grundlage – entwickelt und erläutert im Bereich des Meßtschblattes Stolberg, Aachen, 1954.
 WALTER, H., STRAKA, H.: Arealkunde, Floristisch-historische Geobotanik. Einführung in die Phytologie, III, 2, Stuttgart, 1970.
 ZOLLER, H.: Die Arten der Bromus-erectus-Wiesen des Schweizer Jura. Bern, 1954.

DIE RECLUÉES DES MITTLEREN FRANZÖSISCHEN PLATEAUJURA

Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle

REINHARD ZEESE

Summary: Recluées of the Central French Plateau Jura.

The recluées of the Central French Plateau Jura are presented as polygenetic forms, the present appearance of which cannot be explained by recent processes. They experienced their last intensive imprint from glaciers of the pre-Würm period. The further deepening and steepening of the valley resulting from this is responsible for the sub-

sequent dynamics including recent slips and landslides. The original formation definitely already occurred during the Tertiary, and thus under climatic conditions that differ from the present ones. It is therefore not possible to develop conceptual models in the French Jura which would be generally applicable to elucidation of the cul-de-sac valleys. They are localized special forms.

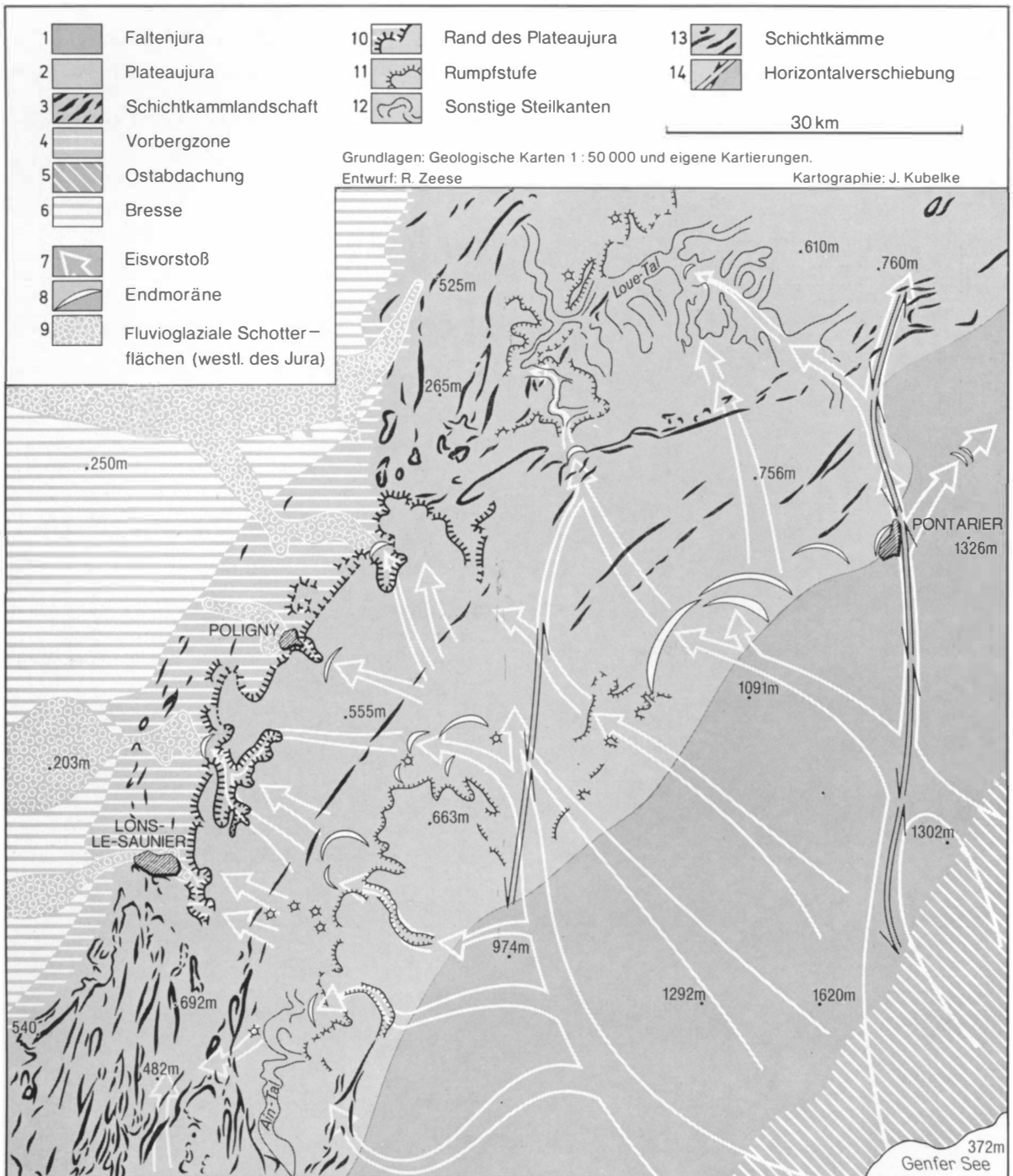


Abb. 1: Vergletscherung und Geomorphologie des Mittleren Französischen Jura

Glaciation and geomorphology of the central French Jura

1 Folded Jura; 2 Plateau Jura; 3 Hogback landscape; 4 Foothill zone; 5 Eastern slope; 6 Bresse; 7 Ice thrust; 8 End moraines; 9 Fluvio-glacial gravel area (west of the Jura); 10 Edge of Plateau Jura; 11 Peneplain scarp; 12 Other steep edges; 13 Hogbacks (monoclinical crests); 14 Horizontal displacement

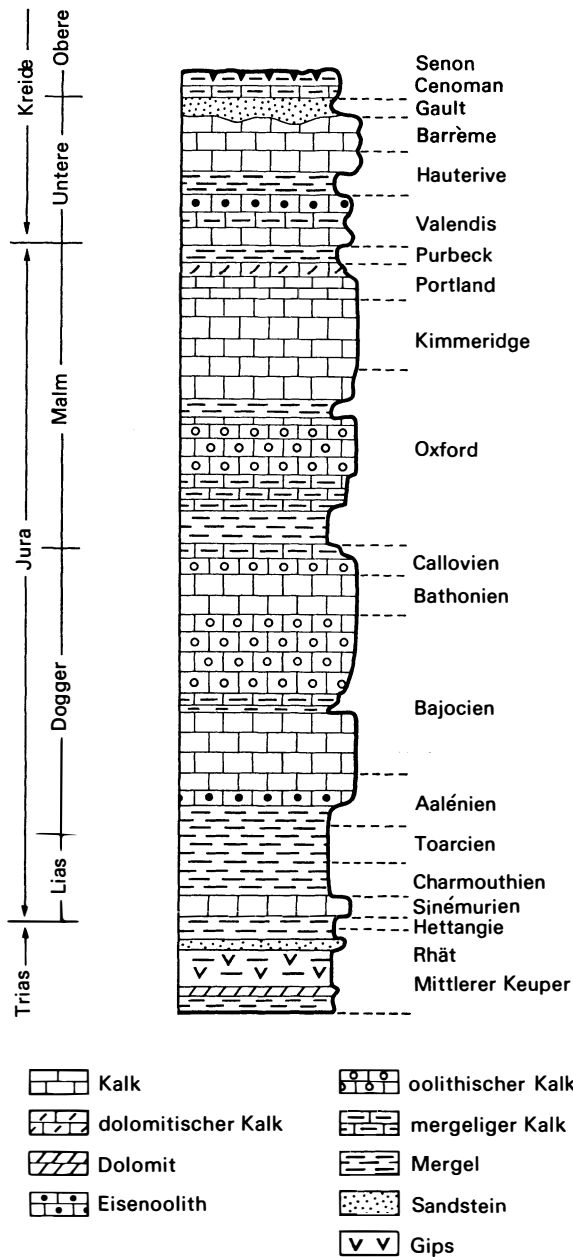


Abb. 2: Die Schichtenfolge des Mesozoikums im Französischen Jura (nach CHAUVE 1975)

The stratigraphic succession of the Mesozoic in the French Jura (after CHAUVE 1975)

Am Westrand des Mittleren Französischen Plateaujura befinden sich die Reculées, enge, steile Sacktäler, die bereits mehrfach Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen waren (FOURNET 1852, FOURNIER 1923, BENEVENT 1932, LEBEAU 1947, FRACHON 1975). Eigene Beobachtungen führen über den von FRACHON (1975) dargestellten Forschungsstand hinaus und erlauben eine

kritische Stellungnahme zu den bisher entwickelten Vorstellungen über die Genese der Sacktäler im Mittleren Jura.

Der Französische Jura liegt zwischen Schweizer Mittelland im Osten, Saône-Senke im Westen, Burgundischer Pforte im Norden und Rhône-Tal im Süden. Die Abgrenzung nach Norden und vor allem nach Süden ist sowohl geomorphologisch als auch geologisch unscharf. Nach Osten jedoch markiert das Abtauchen der mesozoischen Schichten unter den Molassetrog den Jurarand. Auch der Westen ist deutlich begrenzt durch den Steilabfall zur Saône-Senke. An diesem Grenzsaum kann lediglich eine durch Staffelbrüche und Überschiebungen hervorgerufene Vorbergzone (Vignoble) die Grenze etwas undeutlicher werden lassen.

In dieser Vorbergzone liegen die absoluten Höhen bei maximal 400 bis 450 m NN, während die Saône-Senke sich um 200 m NN befindet. Der Jura selbst, der in der gängigen Grobgliederung in Plateau- und Faltenjura unterteilt wird, steigt über verschiedene Rumpfflächen zwischen 400 und 900 m NN (CHABOT 1927) zu den kuppigen Höhen des Faltenjura, die durch Hochbecken und Talungen gegliedert sind, bis auf Höhen über 1700 m NN an.

Am Westrand des Mittleren Plateaujura, der von dem Senkungsraum der Bresse durch eine ausgedehnte Vorbergzone (s. Abb. 1) getrennt ist, liegen die klassischen Reculées, weit in das Plateau eingreifende Talzüge extremer Linearität und Steilheit. Um ihre Genese zu verstehen, sei kurz die geologische und geomorphologische Entwicklung des Jura umrissen.

Der Untergrund wird überwiegend durch Gesteine des Jura gebildet, der Formation, für die der Raum namengebend wurde. Im Unterschied zum Süddeutschen Jura hat jedoch der Dogger bereits einen hohen Anteil an Kalken (s. Abb. 2). Dafür besteht die darunter liegende Trias zu einem beträchtlichen Teil aus Mergeln, Tonen, Salz und Anhydrit. Sie wirkte deshalb in einer bereits in der Kreide einsetzenden, im Tertiär verstärkten Faltung als Gleitlager. In flachen Synklinalen wurden in der Kreidezeit noch Kalke und Mergel abgelagert, danach war der gesamte Raum lange Zeit Abtragungsgebiet. Lediglich lokal finden sich tertiäre Süßwasserablagerungen in Becken. Das Tertiär (s. Tabelle) war der Zeitraum von Faltung und weitergehender intensiver Verwitterung und Abtragung, wobei in den älter gefalteten Teilen im Westen die Faltenstruktur in manchen Gebieten morphologisch nicht herausgearbeitet wurde, vielmehr noch heute Rumpfflächenreste die Höhen bilden. Ein sehr intensiver tektonischer Abschnitt im ausklingenden Miozän und im Pliozän ist verantwortlich für die Ausgestaltung des Faltenjura. Er hat jedoch auch den bereits eingerumpften Plateaujura erfaßt. Dieser wurde entweder zerbrochen und verstellt oder glitt in großen Schollen auf der Trias als Gleitbahn nach Westen über die jungen Vorlandsedimente hinweg (LIENHARDT 1962, DEBELMAS 1974). Schließlich erfolgte im Pleistozän

Tabelle: Tektogenese und Morphogenese des Mittleren Französischen Plateaujura im Tertiär (nach FRACHON 1975, S. 100 u. a. Autoren)

Morphogenese und Tektogenese des Französischen Jura (nach AUBERT 1975)

Eozän		Entstehung des Siderolithikums (Feuersteinanreicherung und Bohnerz in Rotlehm), ausdrucksarmes Flachrelief.
Oligozän	Absenkung der Bresse submeridionale Faltung des Plateaus	Beginn der Molasse-Transgression (Süßwassermolasse) im E, Faltung, Bruchtektonik im W und Abtragung durch Lösung des Kalkes und Abspülung nichtkalkigen Feinmaterials, Flachrelief mit Abdachung nach SE, Westrand 700 m über der Bresse gelegen und verstärkt der Abtragung unterworfen, schwach ausgebildete Schichtstufen.
Miozän	Orogenetische Ruhe Einrumpfung des Plateaus	Marine Transgression der Oberen Meeresmolasse im E, wahrscheinlich in Meeresbucht, dann Obere Süßwassermolasse, Westteil von Flüssen „rivières des quartzites“ von NE nach SW (Vogesenmaterial) gequert. Tektonik beginnt im ausklingenden Miozän Hauptabdachung in W-Richtung zu verändern.
Wende Mio/Pliozän	Tektonische Hauptphase in mehreren Abschnitten, die mit der Überschiebung des Plateaurandes über den Bresse-Graben im Bereich der heutigen Vorbergzone endet.	
Unteres Pliozän (Pont)	Ausklingende Weiterbildung der Rumpffläche auf dem Plateau, die alle älteren Strukturen diskordant kappt	Ablagerung von Höhenschottern (Vogeschotter), kurz danach („tardipontien“) tektonische Hauptbeanspruchung. Faltung, Zerbrechen und Horizontalverschiebung des vorgegebenen Flachreliefs mit Schichtstufen. Im Bereich des Vignoble Überschiebung der Stufenlandschaft auf die tertiären Sedimente der Bresse (bis ca. 10 km). Völlige Änderung der Abdachungsrichtung. Nun klar nach W abdachend durch Bildung des Faltenjura.
Mittleres und Oberes Pliozän	Wiederaufleben älterer Tektonik (Rand der Vorbergzone, Kette des Euthe) beginnende Herausbildung der Reculées	Starke Tieferlegung der Plateaus durch Kalklösung, Stufenrückwanderung, abhängig u. a. vom häufigen Klimawechsel. Rückwanderung der Doggerstufe (als Überschiebungs-Bruchstufe angelegt) um stellenweise 7 km.
Pleistozän	Im Altpleistozän maximale Eintiefung der Reculées, evtl. in zwei Abschnitten. Im Riß Ablagerung von Glazial- und Fluvioglazialmaterial. Im Riß/Würm-Interglazial Wiederaufleben der Erosion, im Würm Ausbildung der tieferen Terrassen, Hangschuttbildung	

durch mehrere Vergletscherungen, deren Zahl und Intensität noch nicht voll geklärt ist, die glaziale Überformung eines Teiles des Jura. Als untergeordnete, aber sehr markante Linien tauchen außerdem die Horizontalverschiebungen auf, die in Nord-Süd-Richtung durch den Jura laufen.

Tektonik, Verwitterung und Abtragung führten zur Entstehung folgender Großräume (s. Abb. 1):

1. Die Vorlandsenke der Bresse als Sedimentationsraum, etwa 200 m NN.
2. Die Vorbergzone als nach Westen geschobener Teil der gefalteten Bereiche des Plateaujura, bei dem

starke Abtragung selektiv die Kalke herausarbeitete, bis etwa 400 m NN aufragend.

3. Die Kettenbereiche des Plateaujura, in denen diese Ausarbeitung nicht überall so stark erfolgte, etwa 350–1000 m NN.
4. Die teilweise zerbrochenen und verstellten Rumpfflächen des Plateaujura in verschiedenen Höhen bis etwa 1000 m NN.
5. Der Faltenjura, überwiegend zwischen 1000 und 1400 m NN, stellenweise bis 1600 m NN und
6. die Ostabdachung.

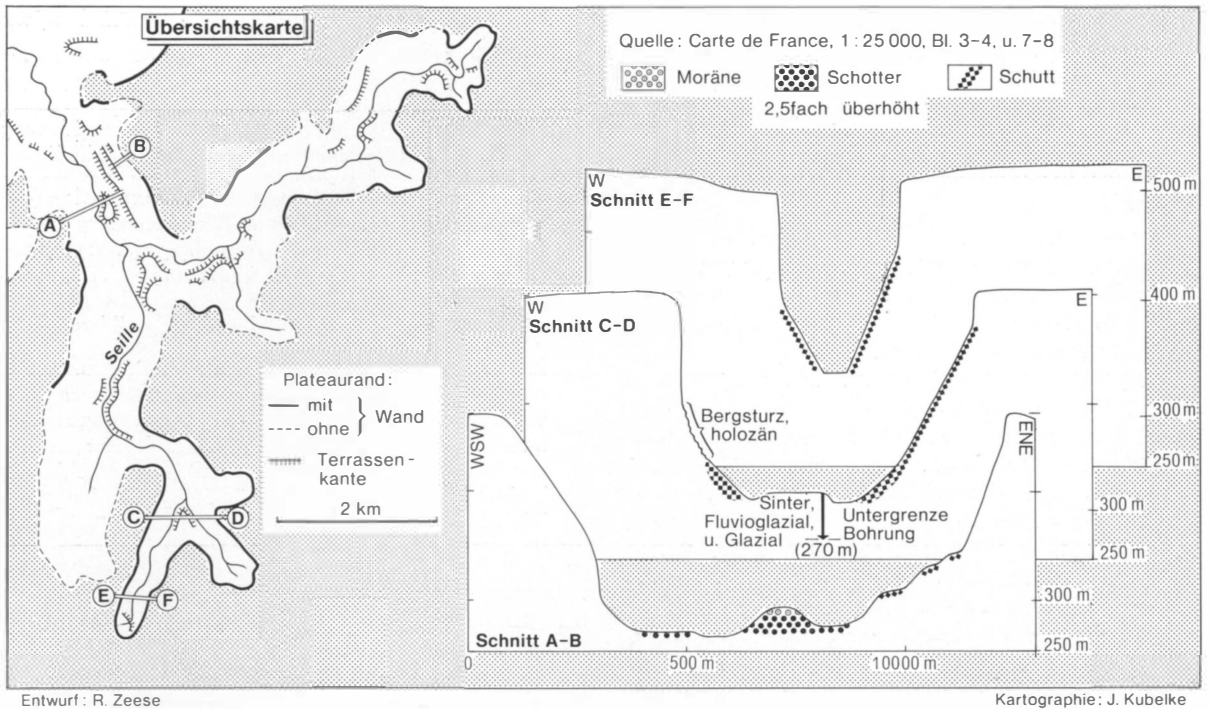


Abb. 3: Querschnitt durch das Seille-Tal
Section through the Seille Valley

Dieses Grundmuster wurde glazial überprägt, wobei der Westrand der Gletscher im Würm innerhalb des Jura lag, während die präwürmzeitlichen Vorstöße in mindestens zwei eigenständigen Vereisungen stellenweise bis an den Rand der Bresse, im Südwest sogar bis weit in die Bresse vorstießen. Bei den älteren Vergletscherungen ist ein hoher Anteil alpines Eis nachweisbar (AUBERT 1965, TRICART 1965). Durch die Lage des glazialen und fluvioglazialen Materials wird deutlich, daß zu Beginn der Vereisungen die Rohformen des Reliefs, insbesondere die Reculées, bereits festlagen.

I. Die Reculées

1. Verlauf, Grundriß und Aufriß

Die Reculées liegen am Westrand des Plateaujura zwischen Lons-le-Saunier im Süden und Arbois im Norden. Es handelt sich dabei um sehr enge, steilwandige, manchmal verzweigte Täler, die tief in die flachlagernden Schichten des Plateaujura eingreifen und mit einer Steilwand als Talschluß blind enden. Häufig, jedoch nicht immer, entspringt am Fuß dieses Talschlusses eine temporäre oder perennierende Karstquelle.

Im Grundriß sind diese Täler teils gewunden, teils geradlinig, teils im Verlauf bajonettartig versetzt (s. Abb. 3, Übersichtskarte). Daraus ist erkennbar, daß

sie tektonischen Leitlinien nachrasten. Im Aufriß ist im einfachsten Fall folgende Abfolge zu erkennen (Abb. 3, Schnitt E-F):

1. die Wand,
2. der gerade Schutthang, der bei entsprechendem Untergrund durch einen Rutschhang ersetzt werden kann, und
3. die ebene Talsohle.

Dies gilt auch für den Talschluß, sofern nicht durch eine austretende Quelle Sinterterrassen gebildet wurden.

Die Wände der Reculées des Westrandes werden gebildet von den abtragungsresistenten Kalken des Dogger, vor allem des Unteren und Oberen Bajocien, manchmal sogar noch von den Bathonien-Kalken. Der Unterhang liegt im Bereich der überwiegend mergeligen Schichten des Lias und Oberen Keuper (zu Stratigraphie und Fazies s. Abb. 2).

2. Deutungsversuche

Die bisherigen Erklärungen für diese Täler lassen sich in mehrere Gruppen gliedern:

- a) Die Täler wie auch der Talschluß sind aus zusammenbrechenden Höhlensystemen entstanden, es sind also Einsturztäler (FOURNET 1852, DE MARTONNE 1948, BIROT 1966).

b) Die Täler sind durch rückschreitende Quellerosion entstanden (FOURNIER 1923, CHABOT 1927, DERRUAU 1965).

c) Die Täler sind durch Korrosion von unten, erosives Durchschleifen von oben und nachfolgendes Ausspülen der unterlagernden Mergel entstanden (FENELON 1967).

d) Die Täler sind als Kerbtäler entstanden, die sich während der Hebung des Plateaus bei zunächst unzureichender Verkarstung bildeten und bei voll entwickelter Verkarstung zu Canyons mit abruptem Tal-schluß umgebildet wurden (FRACHON 1975).

FRACHON entwarf den zuletzt skizzierten Deutungsversuch, da nach seinen Geländebefunden die bisher bestehenden Erklärungen nicht zutreffend sein konnten. Für seine Beweisführung sei auf die Diskussion der bestehenden Denkansätze zur Genese der Reculées verwiesen (FRACHON 1975, 103–106). Er zeigt darin, daß die entwickelten Modelle für die Entstehung der Reculées aus anderen Räumen übernommen und im Gelände nicht verifizierbar sind. Jedoch auch die Hypothese FRACHONS befriedigt nicht voll, da unter anderem auf einen klimagenetischen Ansatz verzichtet wird. Es erscheint deshalb sinnvoll, einen weiteren Erklärungsversuch hinzuzufügen, der in starkem Maße von den beobachtbaren Formen und Sedimenten die klimatischen Gegebenheiten und Formungsprozesse ableitet, die für die Genese der Reculées in ihrer derzeitigen Ausgestaltung verantwortlich sind. Dabei soll zwischen einer älteren, nur hypothetisch erschließbaren Anlage und einer jüngeren Überformung unterschieden werden.

3. Reliefformen und Sedimente im Bereich der Reculées

a) Das Altrelief

Die Reculées greifen weit in eine Rumpffläche hinein, in die sie als enge Steiltäler 100 bis 200 m eingetieft sind. Diese Rumpffläche steigt von Ost nach West zum Plateaurand an, hat ein gegensinniges Gefälle zur Talsohle der Reculées und fällt zur Vorbergzone des Vignoble mit einer markanten Stufe von stellenweise über 200 m relativer Höhe ab.

Manchmal lassen sich jedoch, naturräumlich bereits zur Vorbergzone gehörend, Verflachungsreste in einer Höhe um 350 bis 420 m NN beobachten, die ebenfalls wechselnd widerständige Schichten diskordant kappen und ein Zwischenstockwerk zwischen Jura und Bresse bilden (Abb. 4, Nr. 1). Sie tragen zu einem guten Teil mächtige Verwitterungsdecken aus schweren Lehmen mit Feuersteinanreicherung, wie sie für weite Teile des Plateaujura charakteristisch sind (vgl. dazu die geologischen Karten des Gebietes). Ihre morphologische Lage macht es sehr unwahrscheinlich, daß es sich um verstellte Teile einer ehemals einheitlichen Rumpffläche handelt. Die Höhe dieser Verflachungsreste erscheint auffällig oft auch als Gipfelloge der von verkarsteten kleinen Kappungsflächen gekrönten Hügel der Vorbergzone (Abb. 4, Nr. 2).

Wahrscheinlich sind zur Zeit der Ausbildung dieser Flächen die Reculées in ihrer Anlage schon existent gewesen. Im Reculée des nördlichen Seille-Tales ist sogar eine nicht gesteinsbedingte Verflachung in einer Höhenlage von 420 m NN zu beobachten, die FRACHON (1975) als mögliches Indiz für eine Stillstandsphase in der Eintiefung der Reculées ansieht. Schließlich liegt ein bedeutendes Höhlenstockwerk um und über 400 m NN, das überwiegend fossil ist, an manchen Talenden jedoch heute noch die größten Karstquellen birgt (beispielsweise die Grottes de Baume und die Karstquelle der südlichen Seille).

Auf Grund der Vergesellschaftung von Flachformen im Vorland und dem bedeutendsten Karststockwerk im Plateau erscheint es nicht unangebracht, die Erstanlage der Reculées im Jura zusammen mit der Ausbildung der dem Plateau vorgelagerten Verflachungen zu sehen, die Rumpfflächen-, nicht Fußflächencharakter haben. Ausklingende Flächenbildung im Vorland und extreme Linearität im Plateau waren damit zeitgleich. Fossilfunde in vergleichbarer Höhenlage westlich Salins lassen die Möglichkeit einer Eingliederung dieser Vorgänge ins Pliozän zu (s. AUBERT 1975). Dieser Befund deckt sich voll mit den Beobachtungen von BREMER, SEUFFERT und SPÄTH (mündliche Mitteilungen), die solche Sacktäler sowohl in verkarstem als auch in nicht-verkarstungsfähigem Untergrund in den wechselfeuchten und feuchten Tropen beobachten konnten. Sie scheinen darauf zurückzuführen zu sein, daß bei nachlassender Wasserversorgung einer geschlossenen Verwitterungsdecke, bedingt durch Klimawechsel oder Veränderung der Reliefenergie durch Tektonik, diese Verwitterungsdecke weitgehend abgeräumt wird. Die Weiterentwicklung der Flächen beschränkt sich, bedingt durch den veränderten Wasserhaushalt, auf immer schmalere Säume entlang der Vorfluter. Im Extremfall führt dies – vor allem bei zu starker Zunahme der Reliefenergie – zu einer strengen, oft an die Tektonik angepaßten Linearität der von einer tieferen in eine höhere Fläche eingreifenden Täler, was durch ein verkarstungsfähiges Material nur verstärkt werden kann (Prinzip der divergierenden Verwitterung und Abtragung, BREMER 1975).

b) Die jüngere Reliefentwicklung

1) Überblick

Nach der Ausbildung des Flachreliefs im Bereich der Vorbergzone und der Anlage der Reculées erfolgte in diesem Teilraum offensichtlich eine Ausräumung der wenig widerständigen Gesteine, während der verkarstete Plateaujura lediglich durch Kalkverwitterung umgestaltet wurde. In dieser Zeit muß die Talsohle der Reculées in den Unterläufen bis auf die unterlagernden Mergel des Unteren Jura eingetieft worden sein. Mehr ist über diesen Zeitraum, der wohl das ausklingende Pliozän und älteste Pleistozän umschloß, nicht bekannt.

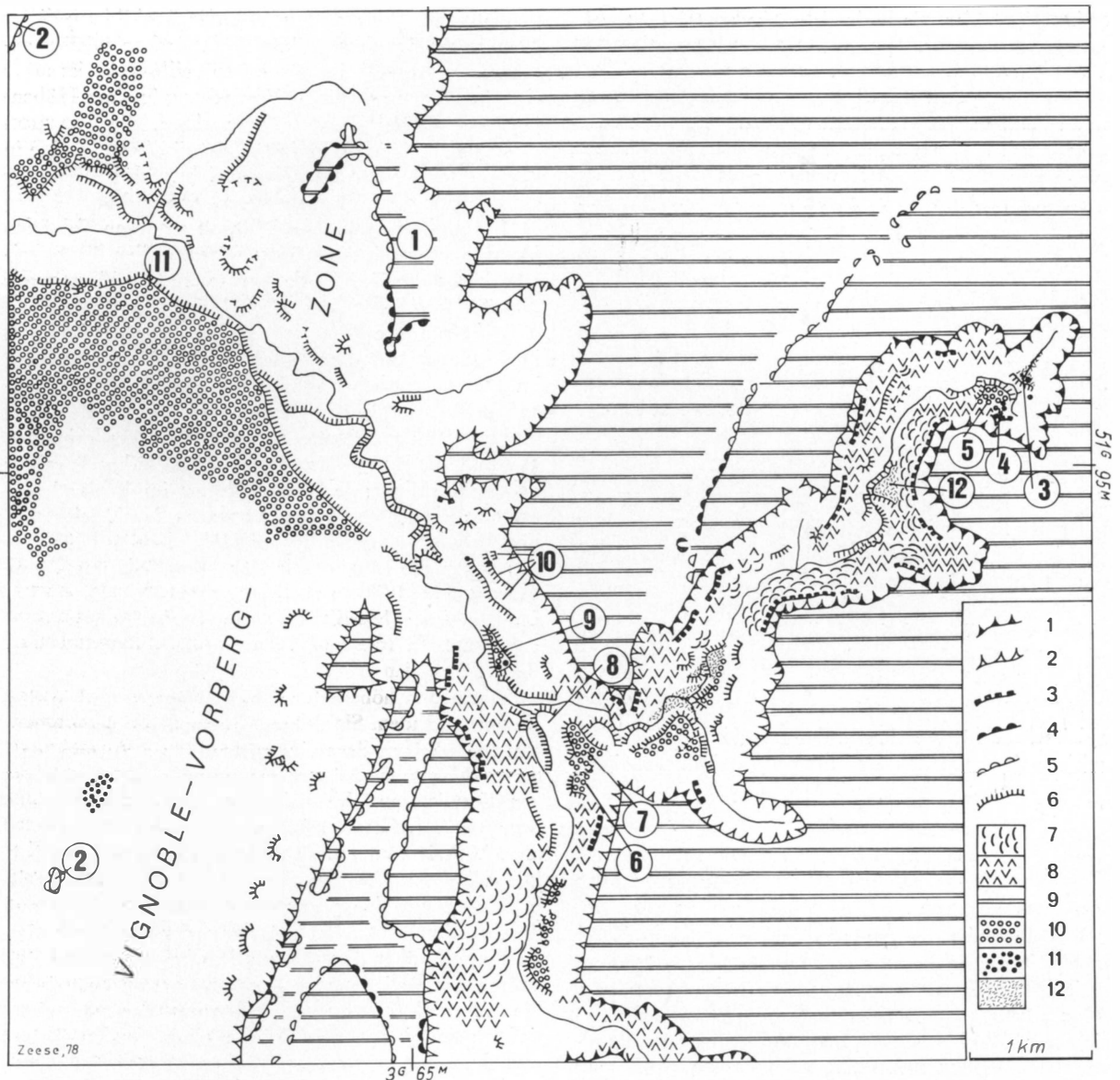


Abb. 4: Die glaziale Überformung des nördlichen Seille-Tales

1 Rand des Plateaujura mit Wandbildung; 2 Rand des Plateaujura ohne Wandbildung; 3 sonstige Felswände; 4 Kanten, größere Flächen abgrenzend, mit Traufform; 5 Kanten, größere Flächen abgrenzend, mit Walmform; 6 sonstige Kanten; 7 Rutschungs- und Bergsturzgelände (kartiert); 8 wahrscheinliches Rutschungs- und Bergsturzgelände (nach Luftbild); 9 Flächen des Plateaujura; 10 Schotter; 11 Moräne; 12 Sinter. 1–12 Erläuterungen siehe Text.

The glacial effect on the northern Seille Valley

1 Edge of the Plateau Jura with wall formation; 2 Edge of Plateau Jura without wall formation; 3 Other rock walls; 4 Edges delimiting larger areas, with crest forms; 5 Edges delimiting larger areas, with hipped forms; 6 Other edges; 7 Area of landslips and landslides (mapped); 8 Area of likely landslips (based on aerial photos); 9 Area of the Plateau Jura; 10 Gravel; 11 Moraine; 12 Sinter. 1–12 For explanation see text.

Deutlicher faßbar ist die weitere Formung zur Zeit der großen Vereisungen, die einen bedeutenden Einschnitt in der Entwicklung der Reculées darstellen. Sie haben charakteristische Formen und Sedimente hinterlassen, die in den Reculées und in deren Vorland so

zahlreich zu beobachten sind, die sie hier nur exemplarisch, vor allem am Beispiel des Seille-Tales, das am weitesten in den Plateaujura zurückgreift, behandelt werden können. An Sedimenten handelt es sich dabei um Moränenmaterial, fluvioglaziale Schotter,

Seesande und Warventone. An Formen sind die verschiedensten Terrassen, auch Eisrandterrassen, Moränen und fluvioglaziale Schotterfächer beobachtbar. Ihre Anordnung, unterschiedliche Verwitterungsintensität und unterschiedliche Zusammensetzung lassen auf mindestens zwei Vereisungen schließen, welche die Reculées überformten und die vor der Würmkaltzeit stattgefunden haben müssen, da deren Endmoränen östlich des Forêt de l'Euthe liegen (s. Abb. 1). Diese Vereisungen hinterließen einen klimamorphologischen Formenschatz, der sowohl in den nachfolgenden Kaltzeiten als auch in den Warmzeiten höchst instabil war und durch intensive Bergsturz- und Rutschungstätigkeit gekennzeichnet war. Die heutige Gestalt der Reculées ist nur durch diese Vereisungen und die dadurch in Gang gesetzten Formungsprozesse erklärbar.

2) Die glaziale Überformung

Obwohl Beobachtungen über Vereisungsspuren am Jurarand schon lange bekannt sind (VENETZ 1843, BENOIT 1853, VEZIAN 1876, PASQUIER 1892, GIRARDOT 1902, DELEBECQUE 1909, PIROUTET 1925, NUSSBAUM & GYGAX 1935, GARDET 1940, FRACHON 1975), ist das Ausmaß der präwürmzeitlichen Vergletscherungen noch nicht voll erfassbar, da die danach erfolgte Verwitterung und Verkarstung Formen und Sedimente weitgehend maskiert hat und zum anderen lediglich geologische Karten dieses Raumes vorliegen und eine geomorphologische Detailkartierung bisher nicht erfolgte. Neue Geländeuntersuchungen und begrenzte Detailkartierungen (s. Abb. 4) haben jedoch gezeigt, daß sich glazigene Sedimente und Formen sowohl auf den Hochflächen als auch in den Reculées und dem Vorland in ausreichendem Maße finden lassen, um eine Gliederung in präwürmzeitliche Eiszeiten mit jeweils mehreren Eisvorstößen zuzulassen. Dies soll jedoch Thema einer gesonderten Publikation werden.

In allen Reculées des Jurarandes läßt sich eine glaziale Überformung nachweisen, wobei lediglich dadurch eine Differenzierung erfolgt, daß der Culée de Vaux östlich Poligny in der Rißvereisung seine letzte bedeutende Überformung lediglich durch fluvioglaziales Schmelzwasser erfahren hat, ältere glaziale Überprägung jedoch auch hier sehr wahrscheinlich ist. Im Seille-Tal, dessen bekannteste Talschlüsse der Cirque de Ladoye und der Cirque de Baume sind, finden sich glaziale und fluvioglaziale Sedimente in besonders reichem Maße. So liegt im Tal der nördlichen Seille am Fuße des Cirque de Ladoye und am östlichen Ortsrand (Abb. 4, Nr. 3) in einer Höhe von 370 m NN und damit etwa 160 m unter der Hochfläche stark verbackenes Moränenmaterial aus überwiegend gut gerundeten Blöcken in feinkörniger Grundmasse unter etwa 2 bis 5 m Sinter. Südlich des Ortes bildet dieses Moränenmaterial noch eine schwache Erhebung (Abb. 4, Nr. 4), die von einer Fläche umgeben ist, die aus offensichtlich fluvioglazialen Schottern (Abb. 4, Nr. 5) besteht. Eine temporäre Karstquelle, die in der Wand

in etwa 410 m NN entspringt, hat dieses Schotter- und Moränenmaterial freigespült und angeschnitten und damit der Beobachtung zugänglich gemacht. Talabwärts taucht dieses Material immer wieder in Bachanschnitten auf.

Im Tal der südlichen Seille, am südlichen Ortsrand von Baume-les-Messieurs, liegt am Zusammenfluß zweier Quelläste eine deutliche Terrasse bei 317 m NN (Abb. 3 b). Auf dieser Terrasse wurde eine Bohrung niedergebracht, die bei einer Endteufe von 54 m das Anstehende nicht erreichte und glaziale, fluvioglaziale und Sinterablagerungen durchteufte (FRACHON 1975 : 87). Diese Teufe endete in einer Position von 263 m NN, die erst fünfeinhalb Kilometer weiter talab im Bereich der Talsohle liegt. Dies läßt auf eine bedeutende glaziale Übertiefung schließen.

Besonderes Interesse erweckt ein Formenkomplex am Zusammenfluß beider Seilles südöstlich von Nevy. Hier liegen drei ausgeprägte Terrassen in 45 m (Abb. 4, Nr. 6), 20–25 m (Abb. 4, Nr. 7) und 4 m (Abb. 4, Nr. 8) über der Talsohle. Lediglich die unterste dieser Terrassen läßt sich ein Stück talauf und talab bis in die Vorbergzone verfolgen und scheint, obwohl keine Fossilien zur Datierung vorliegen, aus der letzten Kaltzeit zu stammen und eine periglaziale Terrasse zu sein.

Die beiden höheren Terrassen dagegen sind davon zu unterscheiden. Sie haben zum einen am Zusammenfluß der beiden Seilles eine sehr breite Ausdehnung, zum anderen finden sie sich nur in einem eng begrenzten Bereich. Sie bilden Akkumulationsterrassen aus gut gerundeten Schottern, die teils über 10 cm Durchmesser haben und deren Zusammensetzung Gesteine des Oberen Jura und der Kreide einschließt. Die Kante der 22-m-Terrasse ist sehr scharf, während der Übergang zur obersten Terrasse etwas unschärfer, aber ebenfalls deutlich erkennbar ist. Dies bedeutet, zumal die Terrassenflächen nur sehr wenig umgestaltet worden sind, daß diese Terrassen trotz ihrer großen Höhenlage über der Talaua relativ jung sind und wohl ins Riß datiert werden können. Bei der 25-m-Terrasse läßt sich, wenn man die heutigen Reste miteinander verbindet, ein Gefälle der ehemaligen Sohle von 1‰ rekonstruieren, das bei Voiteur in der Vorbergzone in einen heute zerschnittenen, ausgedehnten Schotterkörper (Hauptschotterkegel von Domblans) übergeht, dessen Gefälle dann rasch abnimmt. Damit ist die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, daß es sich hierbei um den Rest eines fluvioglazialen Schotterkegels handelt, dessen Wurzelbereiche wenig talauf im Tal der nördlichen und südlichen Seille lagen. Die Interpretation als Eisrandterrasse ist jedoch auch möglich, da Schotter in einer singular auftretenden Terrasse im Orte Nevy (Abb. 4, Nr. 9) glazial gestaut sind, und die Anordnung zu einem gleichsinnigen Gefälle zufällig sein kann. In jedem Falle sind die Schotter zweifelsfrei, nicht zuletzt durch ihre Herkunft erkennbar, durch glazi-fluviatiles Schmelzwasser trans-

portiert, und dokumentieren durch ihre unterschiedliche Höhenlage mehrere Phasen in der glazialen und glazi-fluviatilen Überprägung der Reculées.

Nördlich Nevy (Abb. 3, Schnitt A–B) finden sich weitere nicht gesteinsabhängige Verflachungen, die mit der glazialen Formung in Zusammenhang gebracht werden müssen. Es handelt sich um Schutt-Terrassen in etwa 80 m, 60 m und 45 m Höhe (Abb. 4, Nr. 10) über der Talsohle. Sie sind schmal, langgestreckt und von einer maximalen durchgehenden Länge von 600 m (45-m-Terrasse) bei einer Breite von höchstens 10 m. Soweit durch kleine Aufschlüsse in den Weinbergen erkennbar, handelt es sich ausschließlich um kleinere Schuttstücke, überwiegend aus dem Dogger. Die wahrscheinlichste Deutung für diese Form und Ablagerung ist wohl, daß es sich um Frostschuttanreicherungen am Rand des Talgletschers handelt und damit um Seitenmoränen unterschiedlicher Höhe, zumal im Niveau der mittleren Schotterterrasse mindestens 4 bis 5 m mächtige verbackene Moränenreste an einem Weganschnitt zu beobachten waren und 20 m unterhalb der unteren Schutt-Terrasse ebenfalls Moränenmaterial am Hang erkennbar war. Alle diese Moränen jedoch müssen vor den fluvioglazialen Terrassen gebildet worden sein, da sie sowohl in ihrer relativen Höhenlage über der Tal-*aue* als auch in ihrer absoluten Höhe zu hoch liegen, um korrelat mit einer dieser Terrassen zu sein.

Das Bild von der glazialen Überprägung der Reculées wird noch etwas abgerundet, wenn Befunde aus der Vorbergzone und der Bresse hinzugezogen werden. Nordwestlich Domblans (Abb. 4, Nr. 11) erschließt eine Kiesgrube im Hauptschotterkegel von Domblans in ihrem Osteil folgendes Bild: Unter einem 1 bis 3 m mächtigen, in Rinnen eingelagerten, schräggeschichteten Paket grober, nahezu sandfreier Kalkschotter (Blöcke bis dm³-Größe) folgen gut sortierte kleinere Schotter mit Sandlinsen, die bis 9 m unter Flur aufgeschlossen sind. In beiden Partien handelt es sich ausschließlich um Kalkschotter. Der Westteil dagegen weist ein chaotisches Durcheinander von Schottern und Sanden auf, die teilweise gefaltet sind, als ob sie gestaucht wären, an einzelnen Stellen jedoch deutlich zeigen, daß sie über einem sich bildenden Hohlraum eingebrochen sind. Dieser Hohlraum kann eigentlich nur durch abschmelzendes Eis entstanden sein. Die Gesamtschau der Formen und Sedimente erlaubt im Vergleich mit Befunden an anderen Stellen des Jura und Jurarandes die Deutung, daß hier Toteis eines Gletschers von fluvioglazialen Schottern überdeckt wurde, Toteislöcher auch mal mit Seesanden verfüllt wurden und mit dem Abschmelzen des Eises die Bildung eines Schotterkegels aus Fernmaterial (kleine Schotter, gut sortiert, gut gerundet) erfolgte. In dieser Zeit waren die Reculées der Seille wahrscheinlich eisfrei, und das Schmelzwasser wurde von der Eiskalotte auf dem Plateau genährt. Danach muß nochmals ein kurzer Eisvorstoß bis nahe an den Schotterkegel von Domblans gereicht haben (Grobmaterial bis dm³). Möglicherweise

lag das Gletschertor bei Nevy, und die Schotter in Nevy verdanken ihre glaziale Stauchung diesem Vorstoß. All dies muß sich in einer Kaltzeit abgespielt haben, und die relativ geringe Verwitterungsintensität der Sedimente läßt die Einordnung in die Rißkaltzeit zu.

Noch kann nicht geklärt werden, ob eine Moräne südwestlich Bréry mit einer wahrscheinlichen Mächtigkeit der Moränensedimente von 25 m und einer Höhenlage bis 35 m über dem Schotterkegel von Domblans und 43 m über der *Aue* dem maximalen Rißvorstoß zuzuordnen oder möglicherweise älter ist. Die geomorphologischen Kartierungen in diesem Bereich sind noch nicht abgeschlossen.

Befunde auf den Hochflächen und in den Tälern von Loue und Lison lassen es als sehr wahrscheinlich erscheinen, daß auch hier eine eigenständige Vereisung dokumentiert ist, die durch einen sehr hohen Anteil alpinen Materials und – sofern noch vorhanden – eine intensive Verwitterung gekennzeichnet ist. Dies würde auch den Befunden TRICARTS (1965) entsprechen. Damit läßt sich eine mehrfache glaziale Überprägung der Reculées in mindestens zwei Kaltzeiten wahrscheinlich machen.

3) Die postglaziale Überformung

Alle dargestellten Beobachtungen zeigen, daß die glaziale Überprägung der Reculées eine solche Fülle von Sedimenten und Aufschüttungsformen hinterlassen hat, daß bereits hieraus die Rolle der Gletscher bei der Formung dieser Sacktäler erkennbar wird. Bohrungen in den Reculées (bei Baume-les-Messieurs, bei Lons-le-Saunier, östlich Arbois, s. FRACHON 1975) ergaben teilweise bedeutende präwürmzeitliche glaziale Übertiefung, die auch an anderen Stellen im Jura, so im Lison-Tal bei Nans-sous-Ste-Anne und im Loue-Tal zwischen Ornans und Mouthier zu beobachten sind. Dies läßt es als sehr wahrscheinlich erscheinen, daß auch der markante Zirkelschluß und die extrem steilen Hänge als wesentliche Charakteristika der Sacktäler ebenfalls durch die glaziale Überformung erklärt werden müssen.

Die glaziale Übertiefung war in der ausklingenden Riß-Vereisung durch Grundmoräne, Seesande und fluvioglaziale Schotter wahrscheinlich wieder ausgeglichen, die Übersteilung der Hänge dagegen führte zu einer charakteristischen Bergsturz- und Rutschungstätigkeit, die diese Reculées ebenfalls als glazial überformt erweist. Obwohl eine volle Warmzeit und eine Kaltzeit zur Verfügung standen, hat die Reliefformung noch nicht die glaziale Übersteilung ausgeglichen. Auch rezent sind noch Rutschungen (z. B. im Culée de Vaux bei Poligny) und Bergstürze (z. B. die graue Bergsturzhalde bei Baume-les-Messieurs) zu beobachten und Schutthalden sind noch teilweise aktiv.

Eine Kartierung auf der Basis von Geländebegehungen, ergänzt durch Luftbildauswertung, zeigt, daß in den Tälern der beiden Seilles die glazigen-erosive

Übersteilung mit anschließendem gravitativem Massenversatz charakteristische buckelige Hänge im Bereich der Mergel hervorgerufen hat (Abb. 4). Ihre Anordnung ist deutlich abhängig von der durch den Talverlauf gesteuerten Bewegungsrichtung des Eises und nicht primär vom Untergrund. Auch die Schutthalden lassen sich als Ergebnis glazial-erosiver Überformung erkennen.

Gerade diese Schutthalden zeigen, daß die extreme Steilheit der Reculées zum einen auf eine alte Anlage, zum anderen auf die glaziale Überformung zurückzuführen ist. Durch zirkulierendes Bodenwasser im Eem überwiegend verkittet, schützen sie den Unterhang vor periglazialer Abtragung. Die Wände im Kalk weichen gegenwärtig parallel zurück, und die Schutthalde übernimmt immer größere Hangbereiche. Die rezente Hangrückverwitterung ist jedoch lediglich Folge der glazialen Übersteilung.

Die Talsohle selbst erfuhr eine differenzierte Überformung. So wurden nach dem Wirken der Gletscher mächtige Sinterterrassen in den meisten Tälern gebildet. Dabei lassen sich zwei Gruppen unterscheiden (s. a. FRACHON 1975): Die heute noch in Weiterbildung begriffenen, überwiegend an Quellaustritte gebundenen Sinter (Beispiel Sinterterrasse am Fuße des Cirque de Baume am südlichsten Quellast der Seille, dem Dard, am Fuße des Cirque de Ladoye, des Cirque de Fer à Cheval und anderen) und die zerschnittenen Sinter. Letztere liegen oft weit von Quellaustritten entfernt und setzen sich aus mächtigen Akkumulationen zusammen. Nördlich Blois (Abb. 4, Nr. 12) liegt unter etwa 15 m Sinter kantiger Schutt von mindestens 2 m Mächtigkeit, der wohl als Bergsturzmaterial gedeutet werden kann, zumal sich an die Sinterterrasse zum östlichen Talhang ein Bergsturzgelände anschließt. Dies und die völlige Zerschneidung dieser mächtigen Sinter lassen es als möglich erscheinen, daß die Sinterbildung hier im Eem, nach dem Rückzug des Eises und der daraus resultierenden intensivsten Bergsturztätigkeit erfolgte, und die Sinterterrasse in der Würmkaltzeit und im Holozän zerschnitten wurde.

Damit ergibt sich für die Reculées, daß die gegenwärtige Formungsdynamik mit Ausnahme der rezenten Sinterbildung, die lokal beschränkt ist, lediglich Nachwirkung vorzeitlicher Überformung durch Gletscher und deren Schmelzwasser ist und damit kausalgenetisch nicht mit den heutigen Klimaverhältnissen kombiniert zur Modellentwicklung verwandt werden darf. Dies gilt noch mehr für verwandte Formen innerhalb der Plateaus, die in der letzten Kaltzeit eine nochmalige glaziale Überarbeitung erfahren haben.

Westlich des Forêt de l'Euthe zeigen den Reculées des Jurarandes vergleichbare Formen, vor allem am schichtangepaßten Stufenrand zwischen Champagnole und dem Lac de Chalain, daß auf einer Hochfläche entwickelte deutliche Talsysteme entweder am Zirkelschluß dieser im Plateaujura selbst entwickelten Sacktäler in der Luft austreichen oder in den Talschluß

eine deutliche Kerbe eingearbeitet haben. Der glaziale Charakter dieser Täler – die wohl Abflußbahnen des Schmelzwassers darstellten – läßt sich durch Kartierungen ziemlich klar nachweisen, und es scheint diese Formenentwicklung eine noch intensivere Überformung präglazial bereits gebildeter Sacktäler zu sein, bedingt durch die größere Zahl der Vereisungen und die weit bedeutendere Mächtigkeit der Eisüberdeckung. Deshalb sind auch sehr undeutliche Talsysteme, die zu den Reculées des Jurarandes führen, nicht beweiskräftig genug, um als Oberläufe eines ehemaligen Kerbtalreliefs gedeutet werden zu können. Damit ist auch die Vorstellung FRACHONS (1975) zur Erklärung der Reculées im Gelände nicht abzuschließen.

II. Die Genese der Reculées

Als gesichert kann gelten, daß die jüngere Überformung der Reculées durch Gletscher erfolgte. Dies bedeutet, daß die Reculées den Typ einer Vorzeitform darstellen, die zwar heute noch weitergebildet wird, bei der die formenden Prozesse jedoch durch eine vorzeitliche Formung, nämlich die glaziale Ubertiefung der Täler und die glaziale Übersteilung der Hänge, eingeleitet worden sind. Die Aktivität nach Rückzug des Eises tendierte zur Akkumulation, sei es durch Bergstürze, Rutschungen, Haldenbildung oder Sinterausscheidung. Abtransport von Material in die Senke der Bresse erfolgte zwar mit Sicherheit in der letzten Kaltzeit, aber der scharfe Gegensatz zwischen ausdruckssarmer Hochfläche und steil linear eingetieften Tälern, der ein wesentliches Charakteristikum der Reculées ist, wurde auch in diesem Zeitabschnitt verringert. Die Tatsache, daß im Talschluß direkt am Hangfuß die mindestens rißkaltzeitliche Moräne liegt, läßt erkennen, daß die Reculées trotz scheinbar großer Abtragungintensität (Bergsturz, Schutthalde) als Großform seit dem Ende der vorletzten Kaltzeit eigentlich eine Ruheform sind. Dies zeigt auch der überwiegend verkittete Hangschutt. Die Arbeit der Gletscher war die letzte größere Überformung. Die Anlage jedoch liegt weit zurück und erfolgte mit ziemlicher Sicherheit unter ebenfalls andersartigen klimatischen Bedingungen wahrscheinlich im jüngeren Tertiär. Die dazu benötigten Formungsmechanismen lassen sich gegenwärtig wahrscheinlich nur in anderen Klimaten beobachten. Damit sind die Reculées des Mittleren Französischen Jura polygenetische Mehrzeitformen. Es stellt sich die Frage, ob die eigentlichen Sacktäler nicht wie Rumpfflächen und Inselberge klimamorphologische Leitformen sind.

Literatur

- AUBERT, D.: Calotte glaciaire et morphologie jurassienne. *Ecl. Geol. Helv.* 58, 1965, 555–578.
 – : L'évolution du relief jurassien. *Ecl. Geol. Helv.* 68, 1975, 1–64.

- BENEVENT, E.: Reculées du Jura Central. La vallée de la Seille (étude morphologique). *Rev. Geogr. Alpine* 20/2, 1932, 267–306.
- BENOIT, E.: Essais sur les anciens glaciers du Jura. *Actes Soc. Helv. Sc. Nat.* 38e sess., 1853, 231–247.
- BIROT, P.: Le relief calcaire. Paris, 1966 (CDN).
- BREMER, H.: Intramontane Ebenen, Prozesse der Flächenbildung. *Z. Geomorph. NF, Suppl. Bd. 23*, 1975, 26–48.
- CHABOT, G.: Les Plateaux du Jura Central. Etude morphologique. *Publ. Fac. Lettres Univ. Strasbourg* 41, 1927, 350 S.
- CHAUVE, P.: Jura. *Guides Géol. Régionaux*, Paris (Masson), 1975, 216 S.
- CHAUVE, P. & PERIAUX, J.: Le Jura. In: *Debelmas: Géologie de la France*, Paris Bd. 2, 1971, 443–461.
- DEBELMAS, J.: *Géologie de la France*, vol. II. Paris (doin), 1974, 544 S.
- DELEBECQUE, A.: Sur les terrains glaciaires des feuilles de Besançon, Pontarlier et Lons-le-Saunier. *Bull. Serv. Cart. Géol. France* 19/122, 1909, 72–77.
- DERRUAU, M.: *Prévis de Géomorphologie*. Paris (Masson), 1965, 4. Aufl.
- FENELON, P.: Phénomènes karstiques. *Mém. et Doc. du C.N.R.S.*, vol. 4, 1967, 391 S.
- FOURNET, J.: Note sur les effondrements de divers terrains. *Mém. de l'Acad. Imp. des Sc., Belles-Lettres et Arts de Lyon* 2, 1852, 175–204.
- FOURNIER, E.: *Les Gouffres*. Besançon, 1923.
- FRACHON, J.-C.: Etude géomorphologique des reculées du Jura Lédonien. In: *Elements de la Géographie Comtoise, Cahiers de Géographie de Besançon*, no. 24, 1975, 77–115.
- GARDET, G.: Glaciaire et fluvioglaciaire des environs de Chausseans près Poligny (Jura). *C.R. Somm. des Séances de la Soc. Géol. de France*, 1940, 62–64.
- GIRARDOT, ABB.: Note sur les glaciers du Jura Lédonien. *Mém. de la Soc. d'Emul. du Jura*, 1902, 387–388.
- GUILLAUME, A.: Relations et évolution morphotectonique des plateaux centraux et de la haute chaîne du Jura. *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.* 4/2, 1962, 103–114.
- LAUBSCHER, H. P.: Ein kinematisches Modell der Jurafaltung. *Ecl. Geol. Helv.* 58, 1965, 231–318.
- LEBEAU, R.: Le Vignoble du Jura et le problème des reculées. *Les Etudes Rhodaniennes* 22, 1947, 83–98.
- LIENHARDT, G.: Géologie du bassin houiller Stéphanien du Jura et de ses morts-terrains. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, no. 9, 1962, 447 S.
- MARTONNE, E DE: *Traité de géographie physique* (3. vol.). Paris, 1948 (COLIN), 8. Aufl.
- NUSSBAUM, F. & GYGAX, F.: Zur Ausdehnung des risseiszeitlichen Rhône-gletschers im französischen Jura. *Ecl. Geol. Helv.* 28, 1935, 659–665.
- PASQUIER, L. du: Sur les limites de l'ancien glacier du Rhône le long du Jura. *Bull. Soc. Sc. Natur. Neuchâtel*, Bd. 20, 1892.
- PIROUTET, M.: Les différentes phases glaciaires dans le Jura salinois. *Bull. Soc. Géol. France*, 4e sess., 25/1–2, 1925, 49–58.
- TRICART, J.: Quelques aspects particuliers des glaciations quaternaires du Jura. *Rev. Géogr. de l'Est*, 5/4, 1965, 499–527.
- VENETZ, J.: Sur le glacier du Rhône et les anciens glaciers jurassiens. *Actes Soc. Helv. Sc. Nat.*, 28e sess., 1843, 78.
- VEZIAN, A.: Les anciens glaciers du Jura. *Ann. Club alpin français* 3, 1876, 487–509.

Geologische Karten

- Carte Géologique au 1:50 000, XXXII –26 (Lons-le-Saunier),
 XXXIII–24 (Quingey),
 XXXIII–25 (Salins-les-Bains),
 XXXIII–26 (Champagnole).

SOLARE AKTIVITÄTSSCHWANKUNGEN UND NIEDERSCHLAGSFLUKTUATIONEN IN WESTAFRIKA

Mit 10 Abbildungen

DIETER KLAUS*

Summary: Fluctuations of solar activity and fluctuations of precipitation in western Africa.

The annual totals of precipitation recorded at West African observation stations during the period 1921–73 were allied with the phases of maximal and minimal solar activity. The phase of minimal numbers of sunspots present macro-regionally significant deviations of the precipitation totals from the long-term mean.

Negative deviations of precipitation in the Senegaleso-Mauritanien coastal zone, together with positive deviations of annual precipitation totals from the long-term mean,

can be meaningfully established two years before the occurrence of the sunspot minimum. Two years after a sunspot maximum there are considerable precipitation deficits almost everywhere in the West African region.

The homogeneous time series of the annual precipitation totals of 18 West African stations were subjected to variance spectrum analysis. The spatial ordering of variance shares, as explained over an eleven and twenty-two year period, shows that the time series of the West African precipitation totals are by no means uniformly determined by this periodicity. On the contrary, areas can be defined in which the single or, as the case may be, the double sunspot cycle is indentifiable as being highly significant in the precipitation fluctuations.

The annual movements of the ITC are theoretically noted down by means of their spatial precipitation distributions,

*) Der Deutschen Forschungsgemeinschaft möchte ich für die finanzielle Unterstützung dieser Untersuchung herzlich danken.