

# Über Bau und Form der Ste-Victoire-Kette (Aix-en-Provence)

Autor(en): **Liniger, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Geographica Helvetica : schweizerische Zeitschrift für Geographie = Swiss journal of geography = revue suisse de géographie = rivista svizzera di geografia**

Band (Jahr): **17 (1962)**

Heft 2

PDF erstellt am: **27.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-44336>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

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

In der Einleitung zu unserer Darlegung wurde auf die doppelte Bedeutung einer «Bestandsaufnahme» hingewiesen, und so sei abschließend der Wunsch und die Hoffnung zum Ausdruck gebracht, der aufgezeigte Weg zur Ermittlung des Zentralitäts- und Bedeutungsgehaltes in kleinen Landschaftsräumen möge nicht nur eine Methode zur Fixierung der gegenwärtigen Ordnung und Differenzierung in unserer Kulturlandschaft sein, sondern Regional- und Landesplanung könnten gleichfalls Hilfe und Nutzen entnehmen.

#### LITERATUR

BOUSTEDT, O. (1952): Zentrale Orte in Bayern in Z. d. Bayr. Statist. Landesamtes LXXXIV, 1/2, S 1 ff; München. CHRISTALLER, W. (1933): Die zentralen Orte in Süddeutschland; Jena. — (1950): Wesen und Arten sozialräumlicher Landschaftseinheiten auf der Karte 1:200 000, in Ber. z. dt. Landeskde., VII, 2, S 357 ff; Bad Godesberg. EBERLE, R. (1960): Struktur und Raumordnungsprobleme im großen und kleinen Wiesental. Veröffentlichungen der Planungsgemeinschaft Hochrhein, 5/6, S. 71 ff. Säckingen. Geograph. Institut Basel: Ergebnisse der Arbeitsgemeinschaft in Fiesch 1959; unveröffentlichtes Typoskript. KLÖPPER, R. (1952): Entstehung, Lage und Verteilung der zentralen Siedlungen Niedersachsens; Forschungen z. dt. Landeskunde., Bd. 71, Remagen. — (1953): Methoden z. Bestimmung der Zentralität von Siedlungen; in Geogr. Taschenbuch 1953, S. 512 ff., Stuttgart. PAFFEN, KH. (1953): Die natürliche Landschaft und ihre räumliche Gliederung; Forschungen z. dt. Landeskde, Bd. 68, Remagen. SCHMITHÜSEN, J. (1953): Einleitung Grundsätzliches und Methodisches zur naturräumlichen Gliederung; in Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, 1. Lfg. S. 1 ff., Remagen. NEEF, E. (1950): Das Problem der zentralen Orte; in Petermanns Geogr. Mittlgn. VIC, S. 6 ff., Gotha. SCHÜTTLER, A. (1952): Der Landkreis Düsseldorf-Mettmann S. 178 ff; Ratingen.

#### QUELLEN

Amtl. Gemeindeverzeichnis der Schweiz, Bern, 1954. Amtl. Telefonbuch, PTT, 1960/61. Eidgenössisches Stat. Amt, Volkszählung v. 1. 12. 1950; Volkszählung v. 1. 12. 1960 (Mittlg.). Erziehungsdepartement Kanton Wallis, Schulstatistik 1960 (Mittlg.).

#### LA STRUCTURE «CENTRALE» DE LA VALLEE DE CONCHES

L'exposé méthodique-systématique tente de montrer une voie qui permette de saisir en quoi consistent les éléments qui, dans le secteur tertiaire du recensement des professions, font l'importance des petites communes paysannes, plus particulièrement agricoles. Prenant, par exemple, le district de Conches, en Valais, nous employons une méthode combinée qui tient compte de l'équipement modeste de la vallée en services centralisés. Dans des études partielles, nous examinons la répartition et la densité du réseau téléphonique et des commerces de détail, et nous chiffrons les facteurs d'importance de la vallée au moyen d'un barème convenu. Par la combinaison des résultats obtenus, nous arrivons à nous faire alors une image détaillée de la structure de ces éléments. Cela nous amène à une systématique qui permet de classer les communes d'après l'importance de leur secteur tertiaire et d'après les éléments qui en sont la cause. Nous proposons dans ce but la création des dénominations respectives de «Soziotop» et de «Zentrotop» (3 degrés).

## ÜBER BAU UND FORM DER STE-VICTOIRE-KETTE (AIX-EN-PROVENCE)

HANS LINIGER

### *Einleitung*

Ein längerer Besuch in Aix-en-Provence im Juni 1961, veranlaßt durch die dortigen Funde von Dinosaurier-Eiern und die morphologischen Untersuchungen von Prof. A. BILLEREY (†) von der Faculté des Lettres et Sciences Humaines d'Aix, gab den Anstoß zur vorliegenden Publikation. Ihre Hauptaufgabe ist die Deutung der abrupten Felsbastion der Ste-Victoire, des Zentralabschnittes der Kette, und des davor liegenden Muldenstücks der Cengle.

Zugleich kann damit die Methode jeder morphologischen Arbeit an einem Einzelbeispiel demonstriert werden, zugegeben, an einem Idealfall. Die Arbeit der Paläontologen von Aix über die Dinosaurier-Eier vermochte die Deutungen des Schichtaufbaus im Becken von Aix wesentlich zu beeinflussen; die Grenze Kreide-Tertiär verschob sich nach oben und wichtige Schichten erhielten nun eine neue Alterszuteilung, was ferner ermöglichte, den geologischen Aufbau von Kette und Mulde von Aix überraschend neu zu deuten. Die Abhandlung basiert auf der geologischen Karte von Blatt Aix-en-Provence 1 : 50 000, auf den Arbeiten von CORROY (Lit.9), DUGHI und SIRUGUE (Lit.6—8), den morphologischen Resultaten von BILLEREY (Lit.1—5), auf Exkursionen mit den drei letztgenannten Herren, wofür ich ihnen meinen besten Dank ausspreche, sowie auf eigenen Beobachtungen. Die genannte Karte hatte das Mißgeschick, 1957 im Druck zu liegen, als die erste Publikation über die massenhafte Entdeckung von Dinosaurier-Eiern erfolgte. Darum wies sie schon von Anfang an wesentliche Fehler im stratigraphischen Teil auf.

Die Stadt Aix, das alte Aquae Sextiae, spätere Hauptstadt der Provence, heute Mittelpunkt von Oliven- und Mandelkulturen, liegt in einer weiten Mulde, die vom Flüßchen Arc entwässert wird, das in den Etang de Berre mündet. Über der Niederung erheben sich flache Mergelhänge in leuchtend roten Farben (marnes rutilantes), durchzogen von weithinziehenden Kalkbändern (die Cuestas von BILLEREY), was mit der oliv-grünen Trockenvegetation und dem oft kristallblauen Himmel herrliche Landschaftsbilder ergibt, von Paul Cézanne verewigt.

Die Mulde von Aix, die von Schichten der obern Kreide und des untern Tertiärs (vom Santonien bis untern Lutétien) aufgefüllt ist, gipfelt im Plateau von Cengle mit dem Gehöft St. Antonin. Sie wird im N von der ca. 20 km langen Ste-Victoirekette begrenzt, im Mittelteil der namengebende Hauptgipfel mit dem Kreuz der Provence auf 945 m Höhe.<sup>1</sup> Im Liaskern der Victoirekette hat der Infernetbach von Vauvenargues bis gegen Aix ein steilwandiges Tal gegraben, vermutlich im Diluvium, das (schon zur Römerzeit) Anlaß zur Errichtung von Stau-becken gab; die heutigen sind Barrage de Zola und die größere Barrage de Bimont, die in Fig. 1 nicht eingezeichnet wurden — ebenso der Infernetlauf — um die Übersicht nicht zu stören.

#### Schichtaufbau

*Ste-Victoirekette* (nach CORROY, Lit. 9). Eine untere Serie vom Rhät bis zum Argovien, 500–600 m mächtig, besteht vornehmlich aus kalkigmergeligen, weichen Lagen, die Anlaß zu Abscherungen oder disharmonischen Faltungen geben können, und einer Malmkreide-Serie von ca. 980 m Mächtigkeit; sie bildet eine ungeheure, starre, z.T. ungeschichtete Masse, die die Felswände des Südflügels der Antiklinale aufbaut. Portlandien und z. T. das Valangien enthalten Riffkalke. Da in der Kette keine höhern Kreideschichten als Valangien vorkommen und auf dem Ober-Valangien Bauxitnester festzustellen sind, kann man annehmen, daß sie hier überhaupt nicht abgesetzt worden sind; die französischen Geologen nehmen eine kretazische Landenge — den Isthmus Durancien — an. An der klassischen Bauxitstelle von Les Baux fand ich diese sehr mächtige Roterde auf Barrémien liegend vor (Lit. 11).

*Gesteine der Mulde von Aix.* Es handelt sich zum großen Teil um Süßwassersedimente, um See- und Flußablagerungen (fluvio-lacustre), die aber randlich von terrestrischen Schuttströmen, von Brekzien und roten Mergellagen (Fanglomerate) abgelöst werden. Aber auch die Beckenfazies ist kompliziert, da die Kalk- und Mergelhorizonte nicht beständig sind. Eine zusammenfassende Darstellung der Muldenschichten nach den neuesten Befunden existiert noch nicht

Obere Kreide, ca. 1200 m

Campanien, Valdonien<sup>2</sup>). Bei Puylobier mit wenig Brekzien, Fuvélien \*, Mergelkalke mit abbauwürdigen Ligniten.

Maestrichtien (Bégu dien \*).

Danien (Rognacien\*), mit der Leitbank Calcaire de Rognac.

Unteres Montien (U. Vitrollien\*). Ca. 100 m.

Tertiär.

Paleozän, ca. 550 m.

Oberes Montien (O. Vitrollien\*). 150—200 m.

Thanétien.

Londinien (Sparnacien + Yprésien).

Eozän. 40—50 m.

Unteres Lutétien.

Oligozän. Lücke. Diskordanz.

Stampien. Konglomerate, Mergel. Gipsformation.

Aquitaniens. Sables de Figon. Calcaire de Trévaresse.

Miozän. Lücke. Transgression. Diskordanz.

Tortonien. Marine, gelbbraune Sande mit Basalkonglomerat.

<sup>1</sup> Der Gipfel wurde benannt nach dem großen Sieg des Römers Marius über die anstürmenden Teutonen, 102 v. Chr.

<sup>2</sup> Die mit \* bezeichneten Namen sind provençalische Stufennamen.

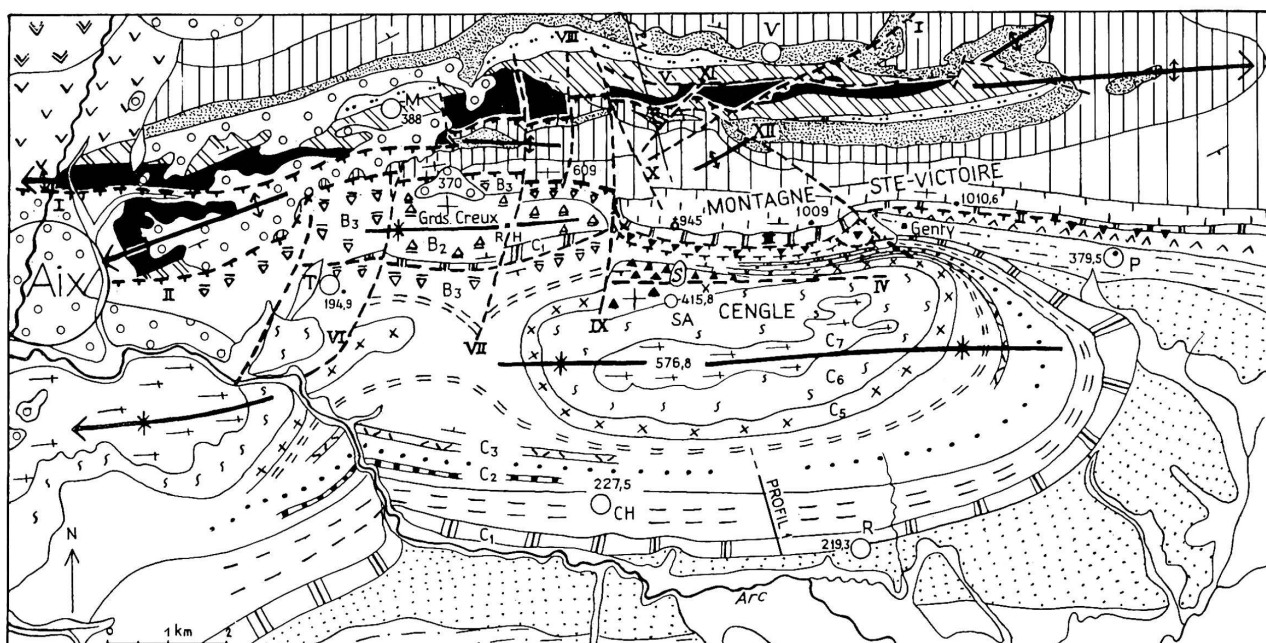


Fig. 1. Geologische Karte der Montagne Ste-Victoire (Nach DENIZOT, CORROY, BILLEREY und SIRUGUE)  
Legende auf S. 93

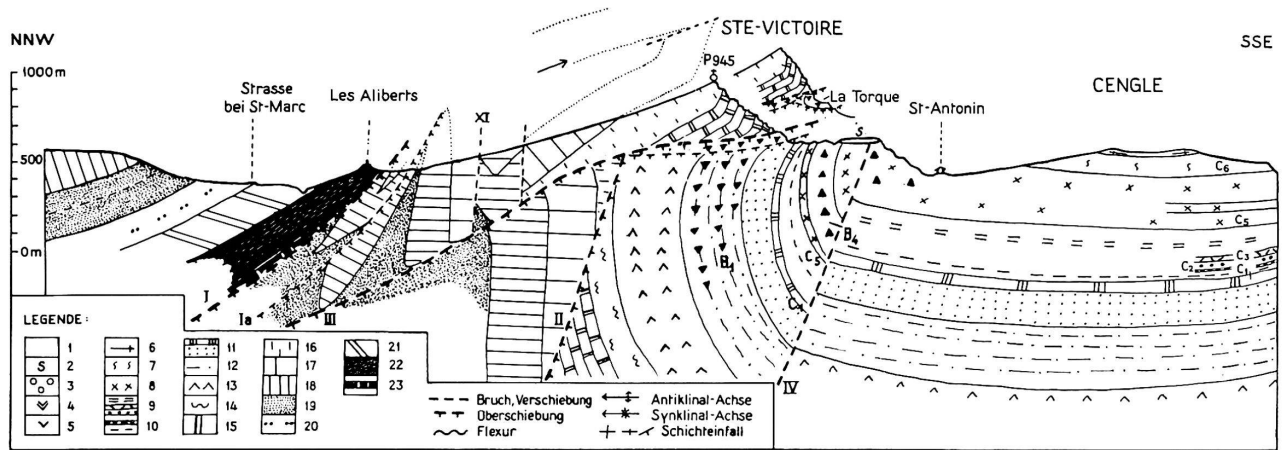


Fig. 2. Geologisches Profil durch den Zentral-Abschnitt der Ste-Victoire-Kette.

1 Alluviale und diluviale Bildungen; 2 Quartäre Sackung; 3 Marines Tortonien; 4 Aquitanien; 5 Stampien; 6 Lutétien (C 7); 7 Londinien (C 6); 8 Thanétien (Zone des Calcaire St-Marc - C 5); 9 Oberes Montien (Vitrollien): Obere rote Mergel, Marbre de Vitrolles (C 3), Poudingue de la Galante; 10 Unteres Montien (unteres Vitrollien): Calcaire crayeux (C 2), untere rote Mergel; 11 Danien: Calcaire de Rognac (C 1), Reptiliensande; 12 Maestrichtien (Bégudien); 13 Campanien (Fuvélien); 14 Valdonien; 15 Ob. und unt. Valangien; 16 Portlandien; 17 Kimmeridgien; 18 Sequanien; 19 Argovien und Oxfordien; 20 Callovien, 21 Dogger; 22 Lias; 23 Rhät; B Brekzienfazies: B1 im Bégudien, B2 im untern Vitrollien, B3 im obern Vitrollien, B4 im Thanétien, CH Châteauneuf-le-Rouge, M St-Marc-Jaumegarde, P Puylobier, R Rousset, RH Roques Hautes, SA St-Antonin, T Le Tholonet, V Vauvenargues.

Tab. 1. Die Grenze Kreide—Tertiär in der Mulde von Aix.

Stufen	Gesteine			
	Beckenfazies	Randfazies		
	Profil bei Châteauneuf-le-Rouge	Profil Roques Hautes	Südhang der Kette	
Thanétien	Mergel Calcaire de St-Marc C5 Sande, rote Mergel		Brekzie B4 Calcaire de St-Marc	Tertiär
Ob. Montien (Vitrollien)	Calcaire des Pinchinades C4 Marnes rutilantes sup. Marbre de Vitrolles C3 Poudingue de la Galante	Brekzie 6 Kalkbänke	Brekzie B3	
Unt.	Calcaire crayeux C2 Marnes rutilantes inf. E	7 Kalkbänke E Rote, weisse Mergel	Brekzie B2 E	
Danien (Rognacien)	Calcaire de Rognac C1 Bunte sandige Mergel mit Reptilien E	Calcaire de Rognac Bunte Mergel		A
Maestrichtien (Bégudien)	Rote Mergel, Sande E Mergel mit Landschnecken		Brekzie B1 E	Ob. Kreide

N = neue Grenze Kreide-Tertiär. A = alte Grenze. E = Funde von Dinosauriereiern.  
Kalkbänke und Brekzienhorizonte sind numeriert.

Die Funde von Dinosaurier-Resten erfolgten zuerst im Becken, später in den Brekzien. DUGHI und SIRUGUE publizierten darüber erst 1957, nach dem sie sieben Jahre Vorstudien aller Art betrieben hatten.

Tab.1 zeigt, daß sich die Grenze Kreide-Tertiär nicht stark verschoben hat; eigentlich läge sie unter C<sub>2</sub>, aber aus stratigraphischen Gründen und im Gelände ziehen die provençalischen Forscher sie unter der groben Konglomeratbank der «Poudingue de la Galante», wodurch diese den Charakter eines Basiskonglomerats erhält. Vor allem diese Bank macht es deutlich, daß die Hauptmasse der Muldenfüllung durch ein Gewässer mit E-W Richtung (der Ur-Arc) in den See geschleppt wurde, weil sie neben jurassischen auch Kristallingerölle aus dem Massiv des Maures und rote Porphyre aus dem der «Estérel» enthält. Auch die vielen Lagen roter Mergel enthalten solche Gerölle, neben einzelnen Brekzienstücken. Sie müssen z.T. als Fanglomerate (an der Luft getrocknete Schlammströme bei Regengüssen in semiaridem Klima) betrachtet werden und entstammen gemäß ihrem Mineralbestand wohl den abgeschwemmten Bau- und Gerölldecken (Lit. 11).

Die Brekzien dagegen bestehen zum großen Teil nur aus Trümmern von Malm und unterer Kreide der Ste-Victoirefalte und müssen Bildungen auf dem Festland sein. Da sie nur am Südhang der Kette vorkommen, so sind sie als Schuttströme zu deuten, die von einem sich erhebenden Gebirge stammten und seitlich in die Gesteine des Beckens eindrangten; das zeigt sich auch im Bindemittel: roter Schlamm mit Geröllen (ich sah z.B. einen Estérelporphyr), der auch ganze Bänke in den Trümmern bildet (vergl. Foto in Lit. 1, pag. 241).

Das Entscheidende liegt nun darin, daß es A. BILLEREY gelang, die verschiedenen Brekzien-vorkommen gemäß den Dinosaurierfunden nach ihrem Alter zu klassifizieren und damit die Phasen der Gebirgsbildung der Kette festzulegen (siehe unten). Im obern Lutétien hört in unserem Gebiet jede Ablagerung auf; es muß eine allgemeine Hebung eingetreten sein, d.h. es hatte eine neue, bedeutende Phase der Gebirgsbildung eingesetzt. Erst im Stampien wurde der tiefe, westliche Beckenteil bei Aix aufgefüllt und damit das tektonisch absinkende W-Ende der Kette zugedeckt (Fig. 1). Und im Miozän erfolgte eine allgemeine Abrasion aller Formen; auf die entstandene Peneplain legten sich marine Sande mit *Ostrea crassissima*, bei St-Marc z.B. auf Oxford und Argovien, südlich der Barrage de Bimont, in den «Grands Creux», auf senkrecht stehendes Sequan. Somit kann auch die vortortonische Einebnungsfläche zur Bestimmung des Alters der orogenetischen Phasen mit herangezogen werden.

### Gebirgsbau

Die Tektonik ist so eng mit den morphologischen Erscheinungen verknüpft, daß es der zur Verfügung stehende Raum verbietet, letztere besonders darzustellen. Dies wird in einer spätern Abhandlung geschehen (vgl. Heft 3, 1962, dieser Zeitschrift).



*Die Ste-Victoirekette.* Fig. 1 zeigt eine im E im Malm geschlossene, periklinal absinkende Falte mit flachem Nord- und steilem Südschenkel. Man gewinnt das Bild einer Antiklinale aus dem Schweizer-Juragebirge. Die Kette zerfällt aber morphologisch in drei völlig verschiedene Abschnitte, was den besonderen Anreiz zur Untersuchung liefert.

Der westliche Teil offenbart eine völlig eingeebnete Antiklinale mit einer Decke von Torton auf 350–370 m Höhe. Fast unvermittelt (Zwischenstufe der Costes-Chaudes mit 609 m Höhe) springt der Zentralteil am Pas de l'Escalette auf 800–1000 m Höhe, stößt längs Querbrüchen weit südlich in die Mulde vor, die Einebnungsfläche ist verschwunden. Der Ostabschnitt östlich der Querstörung von Genty weist einen nach N zurückgesetzten Südflügel mit Höhen von ca. 1000 m auf (Pic des Mouches) und einen gegenüber der komplizierten Tektonik des Zentralstücks recht ruhigen Bau.

Es sind zahlreiche Brüche zu erkennen; die Hauptdislokationen lassen sich gliedern in: Längsstörungen I–V, Querstörungen VI–IX (im Gelände stark hervortretend) und Brüche abirrender Richtung im Zentralabschnitt X–XII.

Sie sind in den Profilen von CORROY (Lit. 9), die mir bei der nun folgenden Analyse gute Hilfe boten, meist senkrecht eingezeichnet. Dieser Umstand, die allzu spärlichen Fallzeichen der geologischen Karte, die viel zu großen Malmmächtigkeiten der Profilsérie von CORROY behaften die tektonische Deutung mit einigen Unsicherheitsfaktoren, sodaß sie nur als Versuch aufzufassen ist.

*Faltenkern.* Die westtauchende Liasserie in Aix wird im N von einer zweiten Liasserie begleitet, die auf die erste überschoben sein muß; diese Überschiebung I stößt bei St-Marc und Vauvenargues bis an den Malm des Südschenkels vor und scheint sich östlich des letztern Dorfes nach N zurückzuziehen. Sie ist als disharmonische Faltung in der weichen Kernserie aufzufassen, und man kann zwei Faltenachsen mit verschiedener Richtung im Kern annehmen, die sich im Zentralabschnitt treffen. (Vgl. auch Fig. 2). Störung I ist offenbar die älteste Komplikation der Kette.

*Der Südschenkel.* Seine Gesteinslagen stehen fast durchwegs senkrecht, ausgenommen am periklinalen Ostende. Von Aix an nach E ist diese Steilzone längs einer Überschiebung II auf die Mulde von Aix aufgeschoben; bei Aix stößt Dogger an Montien, bei den Grands Creux Kimmeridge an oberes Vitrollien, im Ost Drittel Valangien an obere Kreide; Störung II verliert also nach E deutlich an Schubkraft. CORROY hat sie in seiner Profilsérie sehr undeutlich markiert, aber die (später entstandene) Karte zeigt sie deutlich. Die miozäne Einebnung hat Steilschenkel und Störung II erfaßt, ihre letzte Ausgestaltung ist demnach älter als Miozän, aber jünger als Montien, da dieses überfahren wurde.

Im Westabschnitt der Kette wird der Südschenkel von drei größern Querstörungen (décrochements horizontaux) zerrissen (VI, VII, VIII), die das Gemeinsame aufweisen, daß sie Kern und Bruch II durchsetzen; aber sie gehen nicht vom N-Schenkel aus, sondern vom Argovien, sind also Abscherungserscheinungen über und in der weichen Schichtserie, Pressungsbegleiter. Es handelt sich nicht um Blattverschiebungen, sondern um Querbrüche, die zugleich den W-Flügel versenken, was auf Abtauchen des kristallinen Untergrunds nach W zu deutet. Sie müssen jünger als die Längsbrüche I und II sein, aber älter als Miozän, da sie eingeebnet sind. Wir werden später sehen, daß sie im Plio-Quartär reaktiviert wurden.

*Zentralabschnitt.* Die Landschaft ändert nun total. Die über die Costes Chaudes nach E ansteigende Einebnungsfläche stößt am Pas de l'Escalette frontal an nach W gerichtete, jähle Felswände; an der Südflanke der Kette tritt plötzlich die graue, dolomitenartige Falaise auf, die den Berg berühmt gemacht hat, und die bis in den Ostabschnitt sich fortsetzt, ferner ist dem Zentralteil das auffallend hohe Muldenstück des «Cengle» vorgelagert, was einer einheitlichen Deutung des Baues ruft.

Das Zentralstück der Kette erscheint als schräg gestellte Scholle, die von W nach E kontinuierlich ansteigt; von 888 m (Chapelle de Ste-Victoire) über 945 m (Croix de la Provence), 969 m (S. al de Ste-Victoire) bis 1010 m über Genty. Sie scheint junger Entstehung zu sein, schon nur deshalb, weil die Höhenunterschiede nicht ausgeglichen sind.

In diesem tektonisch kompliziertesten Mittelteil prallen nun die morphologischen Deutungen und die Gebirgsbauprobleme heftig aufeinander; das Primat gehört m. E. vorerst der tektonischen Deutung, die eine einheitliche Lösung sucht, die Morphologie muß sich damit auseinandersetzen.

Meine neue Auffassung beruht auf der Verfolgung einer von A. BILLEREY am Fuß der Falaise nördlich St-Antonin entdeckten Brekzienbank von ca. 200 m Mächtigkeit, der B 1, die durch Funde von Dinosaurier-Eiern ins Bégudin zu stellen ist (Lit. 1, 5). Diese Bank liegt nun im W, am Pas de l'Escalette, horizontal unter senkrecht gestelltem Valangien und Portlandien des Südflügels (vgl. Fig. 3), läßt sich nach E, wo sie allmählich bis 60° N fällt, bis über Genty verfolgen, wo sie in eine merkwürdig vorhängende, synklinal gebaute Sichel «La Torque» mündet, die man beim ersten Anblick als große Sackung deuten möchte. Diese Brekzienbank muß demnach unter dem ganzen Malmflügel des Zentralteils als Basis vorausgesetzt werden; sie gehört offenbar (als Brekzie!) dem Muldensediment an und über ihr muß die Kette vorgeschoben sein, auf der Überschiebungsfläche III.<sup>3</sup> Das Vorprallen des Ste-Victoire-Zentralteils nach S kann m. E. nur durch Überschiebung erklärt werden und nicht durch bloßes Hochpressen längs der Querstörungen IX und XII. Der Überschiebungsbetrag mag an 400 m sein. Nach dieser Deutung wäre der Mittelblock eine ausgequetschte und dabei schräg gestellte Scholle, die an ihrer SE-Ecke einen Teil der Brekzienunterlage wegdrückte, überfuhr und synklinal verformte. Mechanisch spielte dabei wohl disharmonische Faltung zwischen dem starren Malmpaket und der weichen Oxford-Argovienunterlage eine wichtige Rolle (vgl. Fig. 2).

Zur dieser Interpretation passen nun alle andern Erscheinungen der Zentralpartie ausgezeichnet. Sie zeigt nämlich eine den beiden anderen Kettenteilen fehlende, abweichende Tektonik, enggepreßte Sättel und Mulden über der Kernpartie im N, die durch abirrende Bruchlein, die zu XII senkrecht stehen, getrennt sind und die die ungewöhnliche Mächtigkeit des Malms nördlich des Hauptgipfels erklären; vor der Stirn der Überschiebung III zeigt die Aixmulde sodann eine enggepreßte, ausgequetschte Schichtfolge, die senkrecht bis überkippt ist, während direkt westlich, in der Mulde von Roques Hautes, der Malm an horizontale Muldenlagen stößt. Sie erklärt auch den seltsamen Längsbruch IV nördlich der Cengle, der ohne die Stoßkraft von N her, von der Überschiebung, nicht zu deuten wäre, denn er zeigt sich nur innerhalb des Raumes zwischen IX und XII. Diesen Bruch hat Prof. BILLEREY dem Schreibenden bei der Besprechung des Entwurfs der Arbeit namhaft gemacht.

Das Alter der Vorgänge kann durch die Brekzienlagen fixiert werden; da die B 1 überfahren und Thanétien in der Mulde mitverbogen wurde, so kommen Vorgänge um die Wende Kreide- und Tertiärzeit in Betracht (siehe unten). Auffallend ist nun aber der junge Charakter des Zentralabschnittes der Kette, der in keiner Weise zum eingeebneten Westteil paßt; aus der Einebnungsfläche, die an den Costes Chaudes nach E ansteigt, ragen am Pas de l'Escalette und am Ste-Victoire die Felswände unvermittelt jäh empor. Es muß demnach noch eine orogenetische Phase nach dem Torton eingetreten sein; sie könnte in dieselbe Zeit fallen, da in der Bresse bedeutende Überschiebungen nach dem Pontien stattfanden. Nun hat BILLEREY am Südflügel der Zentralfalaise auffällige und verbogene Terrassen (glacis), die z. T. mit groben Sackungsmassen bedeckt sind, z. B. das Glacis bei St-Antonin, festgestellt, die er ins Alt-

<sup>3</sup> Ob unter der B 1 eine sekundäre Gleitfläche anzunehmen sei, wie es Fig. 2 zeigt, ist eine Meinungsdivergenz der Autoren.



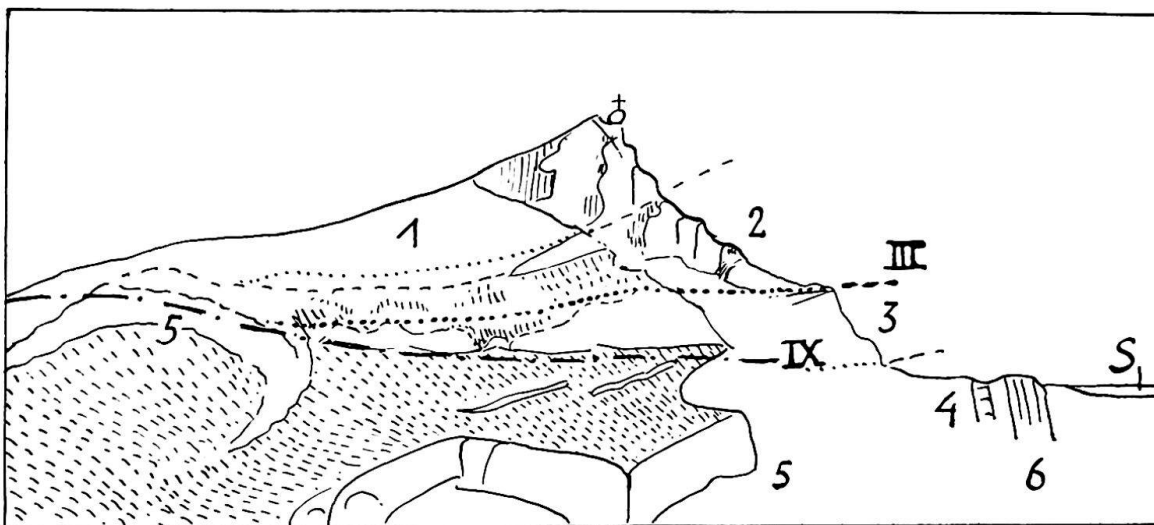
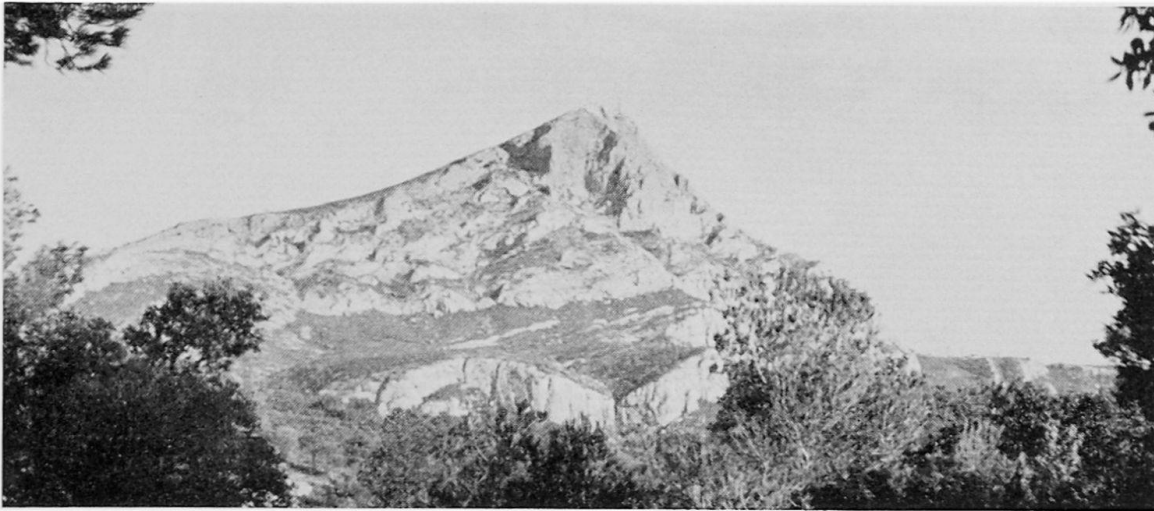


Fig. 3. Ste-Victoire von W, von Roques-Hautes aus. 1 Portland; 2 Valanginien; 3 Bégudienbrekzie (B1) mit Dinosauriereiern; 4 Danien (Rognacien) mit C3; 5 Brekzie des obren Vitrollien der Mulde von Roques-Hautes; 6 Thanétien mit C5 und Brekzien; S quartäre Sackung auf Terrasse ob St-Antonin; III Überschiebung; IX Querbruch. Photo F. SIRUGUE.

quartär placiert und die Phase allgemein als Plioquartär bezeichnet (Lit. 2-4). Danach reichten wohl die gebirgsbildenden Vorgänge bis in die jüngste Zeit. An mehreren Stellen sah ich im Gebiet, wie vor mir schon BILLEREY, horizontale Rutschstreifen an Brüchen, die völlig frisch erschienen.

Noch eine interessante morphologische Einzelheit bleibt zu erwähnen. Das Plateau ganz links im Profil hat mit ca. 530 m Höhe fast genau dasselbe Niveau wie die Überschiebungsfläche III und wie das Muldenplateau der Cengle. Wenn man gemäß der Überschiebungstheorie annimmt, daß die Zentralscholle hochgepreßt und überschoben wurde, so kann die Fläche III die tortonische Abrasionsfläche sein, die beim Vorgang gegen 200 m hochgehoben worden ist. Das würde auch erklären, warum östlich der Grands Creux die regionale Einebnungsfläche aussetzt. Mit diesem Hochstau des Zentralabschnitts steht auch die hohe Lage der Cengle in ursächlichem Zusammenhang; auch dieses Muldenstück, eingeklemmt zwischen den Brüchen IX und XII, wurde im Pliozän bis Quartär aufgepreßt und dabei trat der die Spannung ausgleichende Bruch IV in Erscheinung.

Nach dieser Auffassung wäre die schräggestellte Fläche der Gipfflur des Zentralabschnittes die erst hochgestaute und dann um ca. 400 m aufgeschobene Einebnungs-

fläche des Tortons (oder Prätortons). Und nach dieser Deutung würde die alte Südflankenüberschiebung II, eingeebnet wie im Westabschnitt, unbeirrt unter dem später überschobenen Mittelteil durchziehen.

*Morphogenese.* Die Brekzienuntersuchungen von BILLEREY (Lit. 1). Die tektonischen Vorgänge werden aber durch die Studien des Morphologen am Südrand der Victoirekette chronologisch bedeutend besser präzisiert. Prof. BILLEREY hat in Gesellschaft von DUGHI und SIRUGUE die Dinosaurier-Eireste in den Brekzien entdeckt und dadurch eine neue Phase der Forschung in der Kette und in der Provence ermöglicht. Denn die Brekzienströme sind die Gradmesser starker und rascher Gebirgsbildungen, ähnlich wie die Nagelfluhen des Schweizer Mittellandes für diejenige der Alpen, mit dem Unterschied, daß es sich hier um eckiges Material handelt und dieses nur aus den Gesteinen der Victoiresüdflanke besteht. Auch er teilte die Antiklinale in die bekannten drei Abschnitte ein.

*Der Ostteil* der Kette, der äußerlich dem Zentralteil ähnlich ist, sich aber durch einen ruhigen, tektonischen Aufbau auszeichnet, besitzt wie der Mittelteil eine steile Südflanke, die bis 1000 m Höhe erreicht. Da aber im Muldengestein nur eine recht schwache Brekzienschicht vor Fuvélien vorhanden ist, so ist eine langsame und schwache Faltungstätigkeit vorauszusetzen. Auch die plioquartäre Phase hat sich ohne große Störungen als Hebung und Steilstellung ausgewirkt. Da der Mittelteil aber mehrere Brekzienhorizonte aufweist, so ist die Bedeutung des Querbruchs von Genty - Delubre (XII) evident; er muß an der Wende Fuvélien-Bégudien entstanden sein, ebenso wie der Querbruch IX an der Westgrenze des *Mittelteils*. Dieser Kettenabschnitt besitzt vor seinem Südflügel eine sehr mächtige Brekzienschicht B 1 im Bégudien, sodann eine ca. 100 m dicke Brekzienlage im Thanétien, die B 4. Daraus folgen zwei orogenetische, ältere Phasen. Außerdem stellt man in diesem Abschnitt eine junge Phase im ältern Quartär fest, die junge Sackungen auslöste. Im Thanétien und im Plioquartär sind demnach die Querstörungen IX und XII reaktiviert worden. So besitzt der Zentralabschnitt eine völlig eigene Entstehungsgeschichte.

*Der Westabschnitt* hat wieder neue Bewegungsverhältnisse; er weist in den Muldengesteinen vor dem eingeebneten Südschenkel 100–200 m mächtige Brekzienhorizonte im Vitrollien auf; andere fehlen, sodaß BILLEREY lakonisch feststellte: «dans l'Est-montagne sans brèches, à l'Ouest des brèches sans montagne». Wahrlich, ein dankbares Arbeitsfeld für Morphologen. Da die Westbrekzien dem untern Vitrollien (Ober-Kreide) und dem Ober Vitrollien (unterstes Tertiär) zugewiesen werden, so hat man es in diesem Antiklinalabschnitt deutlich mit laramischen Phasen zu tun (Lit. 13). Die wichtige Rolle von IX wird erneut sichtbar, Überschiebung II im Südflügel setzte schon im Vitrollien ein, die Einebnung der Gegend konnte nicht vor Thanétien und Lutétien beginnen (da keine spätern Brekzien mehr auf Gebirgsbildung weisen) und war vortortonisch beendet, was eine Vorstellung über die Zeitdauer einer Einebnung überhaupt ergibt. Die vielen Querbrüche des Westdrittels sind im Plioquartär entstanden oder reaktiviert, Auswirkungen der Stoßkraft der jungen Phase, aber weniger wirksam, da sich dieses Gebiet auf einer tauchenden Kristallinunterlage befindet.

Der Morphologie ist also geglückt, durch Verwendung paläontologischer und geologischer Methoden die Brekzien zu datieren und diese Befunde für die Entstehung der Ste-Victoirekette auszuwerten. Es ergaben sich vier alte und dann noch (dank anderer Befunde) eine sehr junge Phase der Gebirgsbildung, ferner das überraschende Resultat, daß in der Längsrichtung einer jurassischen Kette verschiedene orogenetische Phasen wirksam sein können, was ohne bedeutenden Einfluß durch die Tiefentektonik nicht denkbar ist. BILLEREY hat die Wechselwirkung zwischen Quer- und Längsstrukturen deutlich festgenagelt: «...où interférent indubitablement structure plissée et structure faillée.» (Lit 1, pg. 240).

## *Bedeutung der Untersuchungen*

Die jurassischen Antiklinalen um Aix liegen im nördlichen Vorfeld der Pyrenäen; da sie in allen wesentlichen Verhältnissen der Geologie und Morphologie an diejenigen unseres Schweizer Juras erinnern, einen Analogiefall darstellen, so fordern sie zum Vergleich, ja sogar zu erneuter Prüfung unseres Gebirges heraus, kann man doch in keinem Fall an den wichtigen Erkenntnissen am Ste-Victoire vorbeisehen.

Die geologischen Fragen, Gesteinsausbildungen, Faltungerscheinungen, Abschermöglichkeiten im Vergleich zur Tiefentektonik, Interferenz von Längs- und Querstrukturen können hier beiseite gelegt werden.

Von den zahlreichen morphologischen und geomorphologischen Problemen sollen nur drei Fragestellungen angedeutet werden, die sich vordringlich abzeichnen.

Die tortonische Einebnungsfläche der Provence kann mit der analogen vindobonen Peneplain von A. BUXTORF im Tafeljura verglichen werden (Lit. 12); bestimmt wird man nun im Gebiet der östlichen Rhonetalseite in den zahlreichen Mulden analoge Flächen finden und die regionale Verbreitung dieser wichtigen Einebnung studieren können. Vermutlich können die orogenen Phasen der Gegend von Aix auch im schweizerisch-französischen Jura nachgewiesen werden. Kürzlich hat L. HAUBER eozäne oder voreozäne Falten von ca. 200 m Höhe und Brüche von 30–40 m Sprunghöhe im Schweizer-Jura beschrieben, darum ist die als alteozäne Landoberfläche taxierte Auflagerung des Bolus mit Bohnerz und Huppertaschen als alteozäne Peneplain aufzufassen, die vermutlich in die Laramische Phase einzugliedern wäre. Man könnte diese regionale Einebnung vielleicht sogar als Beispiel der theoretischen Endrumpffläche im Sinn von PENK und MÜCKE bezeichnen, da sie im Gebiet der heutigen Alpen irgendwo ans Meer grenzen mußte (Lit. 15). Endlich bietet der bedeutende Nachweis von quartären Bewegungen am Ste-Victoire durch BILLEREY den Anlaß, den westlichen Jura, wo sich überall namhafte Ablagerungen der beiden letzten Eiszeiten vorfinden, auf quartäre Bewegungen hin zu untersuchen, umsomehr, als sich auch im Mittelland solche Anzeichen ständig mehren. Dadurch aber könnte die Geschichte unseres Juragebirges «nach unten und oben» wesentlich vermehrt werden.

## LITERATURVERZEICHNIS

BILLEREY, A.: La signification morphologique des découverts d'œufs de Dinosauriens dans le Bassin d'Aix e. P. Annales de la Faculté des Lettres d'Aix. Tome XXXII. 1958. — Sur le rejeu plioquaternaire de la Montagne Sainte Victoire en Basse-Provence. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, T. 250. Paris 1960. — Un rejeu quaternaire de la Montagne de Sainte Victoire. Méditerranée, No 2-3. 1960. — und DRESCH, J. und DE FRANCE, H.: Les glacis dans le bassin supérieur de l'Arc. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. T. 251. Paris 1960. — und DUGHI, R. und SIRUGUE, F.: Les œufs de Dinosauriens et la datation des brèches de Sainte Victoire. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. T. 248. Paris 1959. DUGHI, R. und SIRUGUE, F.: Les œufs des Dinosauriens du Bassin d'Aix en Provence. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. T. 245. Paris 1957. — La limite supérieure des gisements d'œufs de Dinosauriens dans le Bassin d'Aix-en-Provence. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. T. 245. Paris 1957. — Sur les œufs des Dinosauriens du Bassin fluvio-lacustre de Basse-Provence. 83. Congrès des Sociétés Savantes (Section Sciences). Paris 1958. CORROY, G.: La Montagne Ste-Victoire. Bull. des services de la carte géol. de la France. No 251. T. LV. 1957. HAUBER, L.: Über das Tertiär im nordschweizerischen Tafeljura. Eclogae geol. Helv. Vol. 53. No. 2. 1960. DE LAPPARENT, J.: Les Bauxites de la France méridionale. Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géolog. de la France. No 19. 1930. LINIGER, H.: Zur Geschichte und Geomorphologie des nordschweiz. Juragebirges. Geographica Helv. VIII, Nr. 4. Bern, 1953. — Vom Bau der Alpen. Ott Verlag. Thun-München. 1958. — Vom Dinosauriersterben in der Provence. Leben und Umwelt. Aarau. Nr. 2. 1961. MÜCKE, H. L.: Rumpfflächen, Erosionszyklus und Klimageomorphologie. Machatschek-Festschrift. VEB. Hermann Haack. Kartograph. Anstalt. Gotha, 1957. Carte géologique de la France. Bl Aix. Von DENIZOT und CORROY. 1: 50 000. 1959.

## LA CHAÎNE SAINTE-VICTOIRE

La chaîne Sainte-Victoire à l'Est d'Aix-en-Provence est un pli couché vers le S au versant abrupt et est ouvert par l'érosion jusqu'au Lias dans la vallée de l'Infernet. Dans cette chaîne toutes les assises sont représentées du Rhétien au Valanginien supérieur. Au S, le synclinal de l'Arc fut comblé par des sédiments fluvio-lacustres du Santonien au Lutétien inférieur.

Offrent un grand'intérêt les restes nombreux d'œufs de Dinosauriens découverts dans le Bégudien, le Rognacien et le Vitrollien inférieur en 1957 par DUGHI *et* SIRUGUE. Il en ressort que la limite nouvellement proposée entre Crétacé et Tertiaire se situerait sous le Poudingue de la Galante. En 1958, BILLEREY, DUGHI et SIRUGUE ont découvert des coquilles dans des brèches bégudiennes et vitrolliennes inférieures. D'autres brèches dépourvues de ces fossiles sont préfuvéliennes, vitrolliennes supérieures ou thanétiennes. Toutes ces brèches représentent quatre ou cinq phases tectoniques.

Le noyau de la chaîne montre un charriage dans le Lias, le flanc méridional, un autre chevauchement important sur les dépôts du synclinal. C'est au cours d'une deuxième grande phase tectonique que de nombreux décrochements horizontaux auraient été créés. La chaîne montre trois parties différentes. A l'W, une surface d'érosion à 330—370 m est datée par les assises marines tortoniennes discordantes. Au centre, Sainte-Victoire proprement dite, érigée jusqu'à 1000 m, est une écaïlle exhaussée et chevauchante puisque le Malm est poussé sur les brèches bégudiennes visiblement horizontales à l'W de la chaîne et renversées de 60° au SE. Ce chevauchement et cet exhaussement ont provoqué le relèvement du Cengle. D'après A. BILLEREY, une phase tectonique plioquaternaire s'est fait sentir fortement dans cette partie de la chaîne mais aussi à l'W et à l'E. Les trois parties de la chaîne, dont la genèse se place à des époques différentes, sont séparées par des décrochements horizontaux qui furent réactivés.

D'importantes conséquences sont à tirer de cette étude pour la morphologie du Jura Suisse-Français.

## NORWEGENS HURTIGRUTE

OSKAR BÄR

### I

Norwegen nimmt nicht nur wegen seiner nördlichen Randlage eine Sonderstellung unter den europäischen Staaten ein; noch andere geographische Gegebenheiten weichen vom «Normalen» ab.

- So weist einmal das Staatsgebiet die bedeutende Längserstreckung von 1700 km auf (von Lindesnes bis zum Nordkap), der im Süden eine Breite von 430 km, im mittleren und nördlichen Teil des Landes noch wenige Dutzend Kilometer gegenüberstehen. Am Ofotfjord liegen nur 8 km Gebirgsland zwischen dem Fjordende und der schwedischen Grenze.
- Die damit gegebene grundrißbedingte Verkehrsbeeinträchtigung wird durch den Verlauf des Skandinavischen Gebirges, dem ja ungefähr die Ostgrenze folgt, noch verstärkt. Nur an vier Stellen bestehen Anschlußpunkte ans schwedische Eisenbahnnetz — zweimal südlich Oslo, zweimal nördlich davon.
- Die außerordentlich kräftige Gliederung der skandinavischen Küste durch tiefe Fjorde und eine Unzahl von Inseln bringt es mit sich, daß alle nach Norden führenden Verkehrslinien immer wieder über Pässe und Fjellhochflächen geführt werden müssen. Sie haben den Charakter eigentlicher Bergstraßen.
- Es ist deshalb nicht erstaunlich, wenn diese Verkehrswege nur schwer ganzjährig offengehalten werden können und viele unter ihnen oft während Monaten ausfallen. Für viele Orte des Nordens bleibt von Oktober bis Juni der Seeweg die einzige sichere Verbindung zur Umwelt, sind doch alle Häfen der Küste bis nach Kirkenes ganzjährig eisfrei.

Norwegen — oder vielleicht besser sein Norden — hat vom Gesichtspunkt der Verkehrsmöglichkeiten aus gesehen den Charakter einer Insel. Von äußerst großer Bedeutung sind hier die Verkehrseinrichtungen der Küstenschifffahrt, unter ihnen der Küstenschnelldienst der sog. *Hurtigrute*, dem die folgenden Zeilen gewidmet sein sollen.

### II

Das norwegische Wort «hurtig» bedeutet wie im Deutschen «schnell» oder «rasch». Neben dieser im Namen angedeuteten Eigenschaft der Schnelligkeit (die