

Frankreichs geologische Geschichte.

Von A. ROTHPLETZ in München.

Mit 4 Karten im Text.

Mehr als irgendein anderes Land hat Frankreich seit über einem Jahrtausend auf die Entwicklung Deutschlands einen bestimmenden Einfluß ausgeübt. Deutsche Völker waren es zwar gewesen, die das keltische und römische Gallien erobert hatten, und zu Zeiten Karls d. G. floß der Rhein als deutscher Strom mitten durch das Deutsche Reich. Aber dieses zerfiel nach des mächtigen deutschen Kaisers Tod in drei Teile: Westfranken, Lotharingen und Ostfranken, und nun erst begann in West- und Ostfranken jene eigenartige Entwicklung, die zu dem nationalen Gegensatz führte, der heute zwischen Frankreich und Deutschland besteht. Der keltische Volkscharakter und die römische Kultur verdrängten das Deutschtum im westfränkischen Reiche, und die Vorherrschaft, welche unter den Kapetingern die französische Sprachweise der Ile de France sich im ganzen Land zu verschaffen wußte, gab diesem schon zu einer Zeit einen unzerreißbaren nationalen Zusammenhalt, als die Sprache der Ostfranken durch die Verschiedenartigkeit ihrer Dialekte die einzelnen Volksstämme noch weit mehr einander entfremdete als vereinigte. So erstarkte Frankreich, während Deutschland in der Vielstaaterei seine Kräfte zersplitterte und immer ohnmächtiger wurde. Die Kapetinger, obwohl von deutscher Abstammung, verzichteten auf die Erbteilung, welche für Deutschland so verhängnisvoll wurde. Sie bändigten im Innern die Sonderbestrebungen der Großen des Reiches und wehrten die ländergierigen Engländer in mehr als dreihundertjährigem Kriege ab. So gelang es ihnen, Frankreich schließlich zu einem mächtigen absolutistischen Königreich umzugestalten, und als dies geschehen war, begannen sie in den letzten $2\frac{1}{2}$ Jahrhunderten ihrer Herrschaft nicht weniger als fünf große Invasionskriege gegen Deutschland, das dabei stets die Zeche zu zahlen hatte. Es waren dies aber nicht etwa bloße Dynastenkriege, sondern sie entsprachen durchaus der Gesinnung des französischen Volkes, das sich dazu berufen fühlte, das alte Reich Charlemagnes wieder aufzurichten, ohne zu bedenken, daß ihre eigene sieben Jahrhundert alte nationale Sonderentwicklung ihnen das Recht dazu verwirkt hatte. Und so geschah es auch, daß das französische Volk, nachdem es am Ende des 18. Jahrhunderts die Kapetinger vertrieben und sich eine republikanische Verfassung gegeben hatte, gleichwohl einen neuen und bis dahin sogar den größten Invasionskrieg begann, der eine Zeitlang ihren Traum, in Erfüllung zu bringen schien.

Der später folgende 7. Invasionskrieg unter Napoleon III. hatte den Franzosen zum ersten Male einen unglücklichen Ausgang gebracht, und sie mußten ihn mit Land und Geld bezahlen. Aber ihren aggressiven keltischen Charakter behielten sie, und so stehen wir nach 43 Jahren schon wieder mit ihnen in einem Kampfe, der blutiger zu werden scheint als alle vorausgegangenen. Der Eigenart französischer Kultur sind wir stets gerne zugänglich gewesen; ihrer gewaltsamen Aufdringlichkeit aber wollen wir uns erwehren, und wir können das auch, seitdem wir selbst uns zu nationaler Einheit durchgerungen haben. Es gab eine Zeit, da die französische Kultur der unseren überlegen war, so daß wir ihr wie Barbaren erscheinen konnten. Selbst französische Gelehrte¹⁾ haben die Anschauung vertreten, daß die Lage und der geologische Bau Frankreichs diesen höheren Kulturzustand bedingen und daß ihrem Land deshalb die Hauptrolle zugewiesen sei in der Erfüllung der zivilisatorischen Forderung, alle Völker Europas zu einer einzigen europäischen Nation zu vereinigen, deren Hauptstadt Paris sein müsse.

Die französische Nation war zwar damals bescheidener und begnügte sich in ihren Wünschen mit dem Rhein, den sie als die natürliche Ostgrenze ihres Landes ansah. Aber diese zwei Geologen erklärten, daß der Rhein wie die Seine von der Natur nicht dazu bestimmt sei, die Menschen zu trennen, sondern sie zu vereinigen, und daß aus dem Rhein eine politische Grenze zu machen so viel bedeute als auseinanderzureißen, was die Natur vereinigt habe. Wir können diesen Ausspruch gelten lassen. Wenn aber jene Geologen daraus weiter die Folgerung ziehen, daß die Grenze Frankreichs auf die Ostseite dieses Stromgebietes zu verlegen sei, so werden wir ihnen darin nicht mehr zustimmen, sondern sie auf die Westseite, also etwa auf den Argonnerwald zurückweisen, der tatsächlich die Grenze zwischen dem Stromgebiet des Rheines und der Seine bildet. Selbst in dieser Beschränkung würde Frankreich gegenüber Deutschland große natürliche Vorteile behalten. Das Meer und die hohen Gebirge der Alpen und Pyrenäen geben dem Lande ausgezeichnete Schutzgrenzen, die nur gegen Deutschland fehlen. Das Land wird innerhalb dieser Grenzen von vier großen Flußsystemen, der Rhone, der Garonne, Loire und Seine bewässert und befruchtet. Sie sind aber nicht durch hohe Gebirgskzüge voneinander getrennt. Ihre Wasserscheiden sind nur schwach ausgeprägt und ermöglichen es, die entgegengesetzt fließenden Flüsse miteinander durch Staukanäle zu verbinden. Schon lange, ehe es Eisenbahnen gab, ist dies geschehen, und die Bevölkerung hat daraus nicht nur große Vorteile, sondern auch das Gefühl der Gemeinschaft gewonnen. In Deutschland hingegen sind die Stromgebiete der Donau, des Rheines und der norddeutschen Ebene viel schärfer voneinander geschieden, und diese Scheidung hat mehr dazu beigetragen, die Unterschiede der deutschen Stämme zu verstärken als sie zu verwischen und das Gefühl der völkischen Zusammengehörigkeit aufkommen zu lassen. Diese orographische und hydrographische

1) Dufresnoy und E. de Beaumont: Explications de la carte géol. de la France. Paris 1841.

Verschiedenartigkeit Frankreichs und Deutschlands hat ihren Grund im geologischen Bau beider Länder, und es lohnt sich deshalb von diesem Gesichtspunkte aus, einen Blick auf die geologische Entwicklungs-geschichte des französischen Landes zu werfen.

In den ältesten Zeiten, über welche die Geologie uns Auskunft geben kann, lag Frankreich unter dem Meere verborgen. Zwischen den Ab-sätzen des präkambrischen, kambrischen, silurischen und devonischen Meeres, die heute die Form von Tonschiefern, Sandsteinen, Kalksteinen, Kiesel-schiefern und, wo sie durch vulkanische Einflüsse starke Umwandlungen erfahren haben, die Form von Glimmerschiefer, Phylliten, Quarziten, Marmor usw. angenommen haben, liegen nicht selten auch mächtige Konglomerate eingeschaltet, deren abgerundete Gerölle auf Festländer hinweisen, über deren Lage und Form wir aber nichts Bestimmtes wissen. Festlandab-lagerungen mit versteinerten Landpflanzen oder -tieren sind aus dieser Zeit in Frankreich unbekannt. Erst in der Steinkohlenperiode erscheinen große Teile des heutigen Frankreichs als Festland, auf dem sich mächtige Gesteinsablagerungen und Kohlenflöze bildeten. Der alte Meeresboden war durch gewaltige gebirgsbildende Massenbewegungen über den Meeres-spiegel herausgehoben worden. Es war die Zeit der großen armorikanisch-variskischen Gebirgsbildung angebrochen, die sich nicht nur in Frank-reich, sondern auch weiter im Osten in Deutschland bedeutsam bemerkbar machte. In der Bretagne und in den Ardennen ist sie noch heute deutlich an der Oberfläche des Landes zu erkennen, während ihre Spuren im Ge-biete der Pyrenäen und der französischen Alpen durch spätere Gebirgs-bewegungen verdunkelt worden sind. In den übrigen Teilen Frankreichs aber liegen sie unter einer starken Decke jüngerer Meeressedimente begraben. Diese großen Gebirgsfalten haben im Westen Frankreichs eine von NW nach SO, im Osten des Landes eine von SW nach NO laufende Richtung. Sie beschreiben somit eine Kurve, deren konkave Seite nach Norden geöffnet ist. Das Meer zog sich während dieser tektonischen Bewegungen langsam aus Frankreich zurück und bespülte schließlich zur jüngeren Steinkohlenzeit nur noch die Ardennen auf ihrer Nordseite. Diese Bewegungen hielten an bis in die folgende Permzeit, in der sie in den Ardennen zu jenen gewaltigen Überschiebungen führten, welche die gefalteten Steinkohlenschichten zum Teil unter altpaläozoische, ebenfalls gefaltete Schichtmassen begruben. Während dieser langen Fest-landperiode war Frankreich von einer reichen Pflanzenwelt besiedelt, die sich aber fortwährend veränderte, so daß von den anfänglich vorhandenen Arten am Schluß keine einzige mehr vorhanden war. Dieser Wechsel der Organismen ging Hand in Hand mit der Entstehung und Abtragung der Gebirge durch Erosion sowie mit den Sedimentanhäufungen in den Niederungen und war außerdem begleitet von zahlreichen vulkanischen Ausbrüchen. Porphyre, Porphyrite und Melaphyre breiteten sich in mächtigen Lavaströmen mit den sie begleitenden Tuffbildungen über die Landschaft aus und drangen in Form von Gängen und Lakkolithen von unten in den Boden ein, wobei dessen Gesteine oft bis zur Un-

kenntlichkeit umgewandelt wurden und eine kristallinische Beschaffenheit annahmen.

Eine seltsame Erscheinung ist das französische Zentralplateau, das von der Auvergne aus östlich bis an die Rhone, nördlich bis zum Morvan, westlich ins Limousin vorspringt und im Süden an die Sevensen anstößt. Es besteht hauptsächlich aus Graniten und kristallinen Schiefen, über deren Alter wir nicht genau unterrichtet sind, doch müssen sie jedenfalls älter sein als die karbonischen Schichten, die in zahlreichen Senken auf ihnen abgelagert worden sind und von denen wegen ihres Reichtums an Pflanzen und Tieren besonders diejenigen von Commeny, St. Etienne und Autun große Berühmtheit erlangt haben. Die Umwandlung der darunter liegenden älteren Sedimente in kristallinische Schiefer und die Injektion der Granite müssen nicht nur vorher erfolgt sein, sondern es muß auch noch ein langer Zeitabschnitt nachgefolgt sein, in dem alle die Deckschichten abgetragen wurden, unter denen die granitischen Tiefengesteine erstarrt waren, so daß letztere durch diese Abtragung erst an die Oberfläche zu liegen kamen und den karbonischen Flüssen und Seen als unmittlere Unterlage dienen konnten. Die Meinung ist herrschend, daß diese Granite schon in präkambrischer Zeit eingedrungen seien, aber selbst, wenn sie jünger sein sollten, etwa silurisch, dann bleibt die Anschauung doch zu Recht bestehen, daß das Zentralplateau das älteste Festlandgebiet Frankreichs ist, das sich durch alle späteren geologischen Perioden als solches erhalten hat bis auf den heutigen Tag, wenn schon es dabei oftmals in seinen Umrissen große Veränderungen erlitt. Zur Karbonzeit jedoch war es mit dem übrigen Frankreich zu einem weit ausgedehnten Festland verschmolzen. Als dann zur Triaszeit das Meer von Osten her in die grünende Landschaft hereinbrach, sich zur Jura- und Kreidezeit immer weiter ausbreitete, da blieb das Zentralplateau doch immer eine Zufluchtsstätte für die Landtiere und Pflanzen und rettete die Traditionen der karbonischen Zeit bis herüber in die Gegenwart. Es war ein langsamer Eroberungszug des Meeres, dem allmählich fast das ganze alte französische Festland zum Opfer fiel. Das Triasmeer, dem die Ablagerung des Buntsandsteins in den Vogesen vorausging, erstreckte sich zur Muschelkalkzeit von Osten her westwärts bis zum heutigen Ursprungsgebiet der Mosel und Seine und im Süden bis zur Rhone. Noch weiter westwärts rückten die salz- und gipsreichen Mergel und die Sandlager des Keupers vor und das obertriassische oder rhätische Meer überschwemmte selbst das Gebiet der Garonne. Zur Liaszeit ragten nur noch die Bretagne im NW, die Ardennen im NO und das Zentralplateau nebst einigen kleinen Inseln aus dem Meere auf. Die Festlandherrlichkeit war fast ganz verschwunden. Das blieb ungefähr so auch während des braunen Jura oder Dogger, und erst mit Beginn des oberen oder weißen Jura begannen die Festlandgebiete wieder sich zu vergrößern, und das Meer zog sich langsam zurück und erreichte am Ende der Jurazeit (Tithon) ungefähr die frühere Grenze des Muschelkalkmeeres. Auf dem Grunde dieses Jurameeres hatten sich jedoch inzwischen mehrere 100 m mächtige Sedimente angesammelt, die

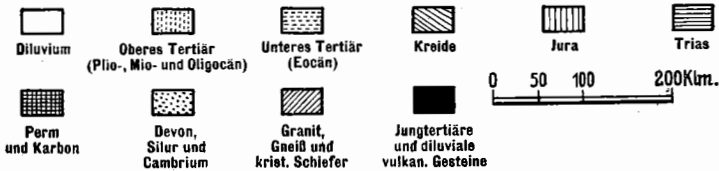
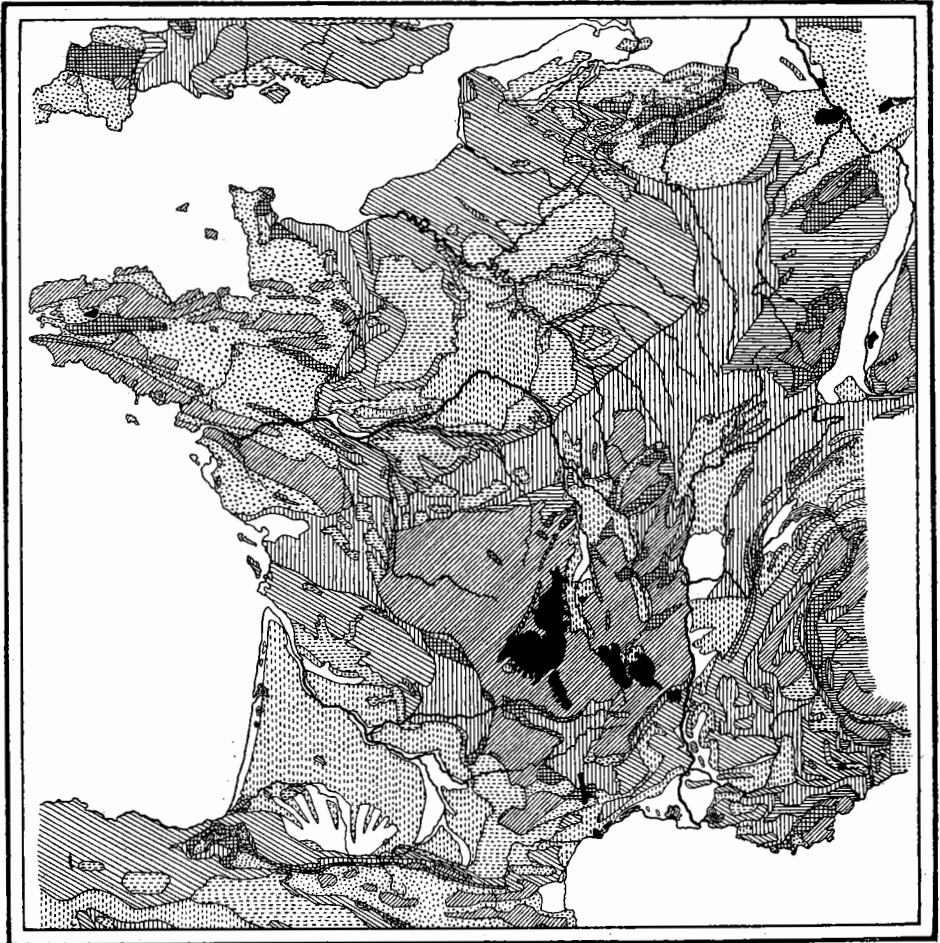


Abb. 1. Geologische Übersichtskarte von Frankreich.

stellenweise sogar bis auf 1000 m anschwellen und ungemein reich an Versteinerungen sind. Sie bestehen aus abwechselnden Lagen von Ton, Mergel, Sand und Sandstein sowie aus Kalksteinen. Letztere bilden in den unteren Juraschichten (Lias) meist nur untergeordnete Einlagerungen. In den mittleren (Dogger) nehmen sie an Mächtigkeit zu und werden im oberen Jura (Malm und Tithon) vorherrschend. Fast überall und in Nordfrankreich durchaus sind es Absätze der Flachsee (neritisch), nur im Südosten Frankreichs stellen sich auch solche eines tieferen Meeres ein

(bathyal). Die Absätze des unteren Doggers sind außerdem in Lothringen berühmt durch ihre Eisenerze („Minette“), welche in neuerer Zeit einen lebhaften Bergbau hervorgerufen haben. Ein Teil dieser Erze liegt in Luxemburg und Deutsch-Lothringen. Sie ziehen sich aber zwischen Nancy und Longwy nach dem französischen Lothringen herein und liefern dort zurzeit für Frankreich 90% seiner heimischen Eisenerzproduktion. Obwohl auf den französischen Festlandgebieten der damaligen Zeit Ablagerungen nicht erhalten geblieben sind, die uns Überreste der Landbewohner hätten überliefern können, so kommen solche Überreste doch nicht selten in den Flachseeablagerungen eingeschwemmt vor und belehren uns, daß die Landflora aus Schachtelhalmen, Farnen, Cycadeen und Nadelhölzern, die Landfauna hauptsächlich aus Reptilien, besonders Krokodilen und eidechsenartigen Rhynchokephalen bestanden.

Zur Kreidezeit zog sich das Meer im Anfang während der Neokomzeit noch weiter zurück und beschränkte sich auf das Rhonegebiet und in Nordfrankreich hauptsächlich auf das Gebiet zwischen Mosel und der oberen Seine am Südostrand des Pariser Beckens. In der folgenden Periode (Aptien) beginnt aber wieder ein Vorrücken und zur Cenomanzeit ist nur noch die Bretagne, das Zentralplateau und das Gebiet der Vogesen frei vom Meer. Dann aber am Ende der Kreidezeit (Senon) hob langsam der Rückzug an, der sich während der Tertiärzeit fortsetzte und endlich zur Diluvialzeit zur vollständigen Trockenlegung Frankreichs führte. Beim Rückzug des Kreidemeeres setzte sich an seinen freigebliebenen Rändern die Süßwasserablagerung des Wealden ab, in England als Delta eines Flusses, der sich in das nordfranzösische Kreidemeer von Norden her ergoß. Bei Bernissart in Belgien, hart an der französischen Grenze, nördlich von Valenciennes, liegen in Vertiefungen der Karbongesteine Sande und Tone, erfüllt von Landpflanzen, Fischen, Schildkröten, Krokodilen und den riesigen Iguanodonten, von denen 20 vollständige Skelette ausgegraben wurden und im Museum von Brüssel aufgestellt sind. Die Meeresablagerungen der Kreidezeit sind sehr mächtig. Diejenigen der Neokomzeit erreichen bei Marseille 400—500 m, des Aptiens 200 m, in Nordfrankreich aber nur 30 m. Der Gault mißt 20—80 m, das Cenoman 50—100, im Süden sogar bis 200 m, das Turon 20 bis über 100 m, im Süden bis über 50 m, und die an Feuersteinen reiche Schreibkreide des Senons erlangt in Nordfrankreich Mächtigkeiten von 100—200 m.

Die Gesteinsnatur dieser Absätze ist eine sehr verschiedenartige. Im Süden spielen neben den Mergeln mächtige feste Kalksteine eine große Rolle. Im Norden ist das charakteristischste Gestein die weiße Schreibkreide, welche in einem wenig tiefen Meer abgesetzt worden ist. Sie ist sehr porös und läßt die Tageswässer rasch in die Tiefe versinken, so daß die Champagne pouilleuse und viele Teile Nordfrankreichs kein gutes Trinkwasser haben. Man kann es in der Tiefe erbohren und findet es erst in den Sanden, welche darunter liegen und einen mächtigen Wasserhorizont bilden (artesische Brunnen, nach der Grafschaft Artois benannt). Auffallend ist auch der Unterschied in den Versteinerungen der Kreide-

schichten Süd- und Nordfrankreichs. Es hängt dies hauptsächlich damit zusammen, daß der Norden Frankreichs von dem borealen, der Süden von dem mediterranen Kreidemeere überschwemmt war, die nur über das Plateau von Langres in schwacher Verbindung standen. Diese Verschiedenheit bestand zwar schon während der Jurazeit, war damals aber lange nicht so bedeutend. Seine schärfere Ausprägung setzte erst in der Tithonperiode ein. Ein weiterer Unterschied tritt in die Erscheinung und ist dadurch bedingt, daß in dem Gebiet der Pyrenäen Tiefengesteine (Granit und Lherzolith) in die Kreideschichten eingedrungen sind und sie stark umgewandelt haben, ähnlich wie das in der Jurazeit in den französischen Alpen eingetreten ist (Schistes lustrés).

Merkwürdig rasch hat sich das Meer zu Beginn der Tertiärzeit aus Frankreich zurückgezogen. Es beschränkte sich im Süden auf das Gebiet der Adour und im Norden auf das Gebiet nördlich der Seine und Marne. Hier sind es außer Tonen vorwiegend Sande, die zum Absatz kamen (Thanetien und Londinien). An ihren südlichen Rändern wurden sie von Süßwasserablagerungen und Kalktuffen umgrenzt, die eine reiche Fauna und Flora einschließen (Travertin von Sézanne, Mergel von Gellinden, Lignittone des Soissonais). Die Flora unterscheidet sich von derjenigen der Kreide wesentlich und ähnelt sehr der heutigen tropischen Flora. Die Fauna ist durch zahlreiche Säugetiere ausgezeichnet. Die gleichzeitigen marinen Ablagerungen im Adourgebiet sind ausgezeichnet durch ihren Foraminiferenreichtum. Die übrigen Ablagerungen Südfrankreichs von den Corbières ostwärts bis zum Dauphiné sind in Seen zum Absatz gekommen, die schon zur jüngsten Kreidezeit (Aturien) an Stelle des Meeres getreten waren und in denen sich stellenweise bis 400 m mächtige Schlammablagerungen mit eingelagerten Lignitflözen gebildet hatten. In der nun folgenden Periode des Lutétien (von Lutetia, lateinischer Name für Paris) wanderten die Charaktertiere des Eocäns, die Nummuliten, in das nordfranzösische Meer ein, das seine brakische Beschaffenheit ganz verlor und in dem sich der als Baumaterial für Paris so wichtig gewordene Grobkalk in einer Mächtigkeit von bis 50 m absetzte. Er ist eine rein organogene Bildung, an der sich neben Kalkalgen insbesondere die Foraminiferen in ungeheuren Mengen beteiligten. Die Bewohner dieses Meeres sind zwar von Norden gekommen, begünstigt und geleitet durch schwache tektonische Einsenkungen des Meeresbodens, aber sie entstammen doch südlichen Regionen, aus denen sie auf Umwegen eingewandert sind. Das mediterrane eocäne Meer, welches schon vorher Südfrankreich im Norden der Pyrenäen bedeckt hatte, dehnte sich im Westen von Frankreich nach Norden aus, umsäumte seine Küste und drang schließlich über das Gebiet des heutigen Kanals in das Pariser Becken ein, dem es nun eine rein marine Lebewelt des wärmeren Südens zuführte. Frankreich war so in einigen Teilen vom eocänen Meere bedeckt und außerdem nicht nur im Westen und Süden von ihm umsäumt, sondern auch im Südosten, wo das alpine Nummulitenmeer sich weithin ausdehnte, so daß das französische Festland mit dem

europäischen Kontinent nur noch auf seiner Ostseite zwischen den Ardennen im Norden und dem Genfersee im Süden zusammenhing. Als aber die Pariser Meeresbucht von dem Grobkalk ausgefüllt und dadurch wieder seichter geworden war, stellten sich von neuem (Bartonien und Ludien) brakische Verhältnisse ein. In abgeschlossenen Teilen trocknete das Meer ein und schied mächtige Lager von Gips aus, die mit Mergeln wechsellagernd mit diesen eine Ablagerung, die bis zu 50 m ansteigt, bildeten und in der Umgebung von Paris in großen Steinbrüchen abgebaut werden. Dieser Gips hat vielfach technische Verwendung gefunden und besitzt einen großen Handelswert. Zugleich hat er aber auch eine Fülle von Resten ausgestorbener Säugetiere geliefert, die in diesen Meereswüsten zugrunde gegangen und begraben worden sind. Sie haben durch die Beschreibung Cuviers einen Weltruf erlangt.

Mit Beginn des Oligocäns kehrte das offene Meer wieder zurück und überschwemmte diesen Boden mit Mergeln und den berühmten Sanden von Fontainebleau (im unteren und mittleren Oligocän), im oberen Oligocän verschwand es jedoch endgültig aus dem Pariser Becken und machte einer Seenlandschaft Platz, die sich in einem breiten Streifen südwärts bis ins Herz der Auvergne, ungefähr dem Oberlauf der heutigen Loire folgend, ausdehnte und eine Menge von lakustrinen Ablagerungen zurückgelassen hat. Im Südwesten Frankreichs erhielt sich das Meer auch noch während dieser Zeit und dehnte sich sogar zu Beginn der Miocänzeit im Gebiet der Loire sehr bedeutend aus, reichte ostwärts in die Touraine bis nahe bei Orléans herauf und entsandte auch nordwärts einen Arm über Rennes quer durch die Bretagne bis ins Contentin, wodurch die westliche Bretagne als Insel vom Festland abgetrennt wurde. Im Norden hingegen, wo das Meer sich ganz nach Belgien hinein und in die heutige Nordsee zurückgezogen hatte, war zwischen Frankreich und England eine breite Landbrücke entstanden, die von Cherbourg im Westen bis zur holländischen Grenze im Osten reichte und sich bis weit ins Diluvium hinein als solche erhalten hat. Während der Pliocänzeit waren nur mehr kleine Teile Frankreichs vom Meere überspült (Abb. 4), im Contentin, Morbihan, an der unteren Loire und in der Vendée, sowie etwas größere Partien im unteren Rhonetal aufwärts bis zum Dauphiné. Im Nordosten verlegte die pliocäne Nordsee ihre Ufer wiederum etwas nach Süden bis zur Grenze Frankreichs bei Lille, dehnte sich auch nach England aus über die Grafschaft Kent, Suffolk und Norfolk (Abb. 2), zog sich dann aber wieder langsam nach NO zurück, so daß die Brücke zwischen England und Frankreich noch breiter wurde, als sie zur Miocänzeit war. So kam es, daß der Rhein zu altdiluvialer Zeit über diese Brücke nach England fließen konnte und sich ungefähr bei Cromer an der englischen Küste in die Nordsee ergoß, bis dann in spätdiluvialer Zeit der Einbruch des Kanals erfolgte, der die Nordsee mit dem Atlantischen Meer verband und damit endgültig England als Insel von Europa abtrennte.

Fassen wir das Bisherige kurz zusammen, so kann man sagen, daß das heutige Frankreich einen langen Werdegang hinter sich hat. Die

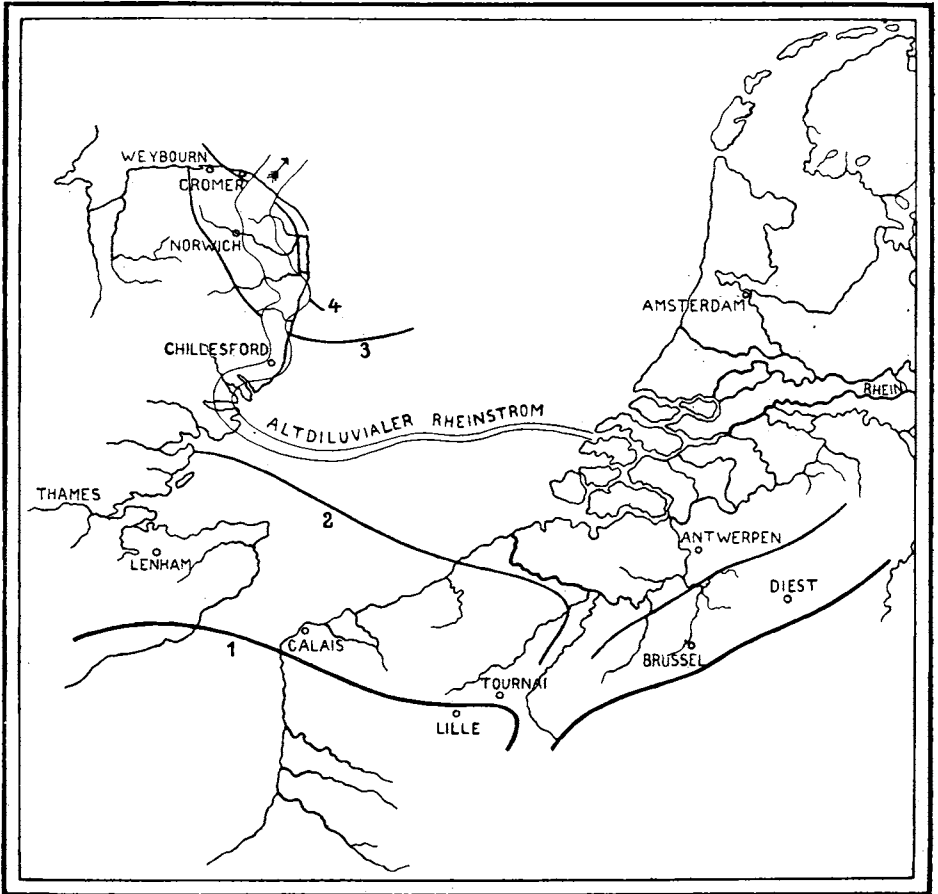


Abb. 2. Rückzug der pliocänen Nordsee und der Verlandung folgendes Vorrücken des altdiluvialen Rheines bis England. (Nach F. W. Harmer.)

1. Südgrenze des altpliocänen Meeres (Lenhamschichten oder Diestien). 2—4. Aufeinanderfolgende spätere Grenzen während des Coralline Crag (2), Weybourn Crag (3) und der Cromerschichten (4).

ersten Versuche der Festlandbildung fallen ins Paläozoikum, aber im Mesozoikum verschwindet alles wieder, mit Ausnahme kleiner Inselgebiete, unter dem Meere. Ein erneuter Versuch hebt am Ende der Kreidezeit an und hatte dauernden Erfolg, der sich fortwährend steigerte bis ans Ende der diluvialen Zeit. Was sich seitdem verändert hat oder noch verändert, ist verhältnismäßig unbedeutend. Die Erosion des Meeres zerstört an vielen Stellen die Felsküsten, besonders in der Bretagne und der Normandie und verkleinert so das Festlandgebiet, bei Gris-Nez unweit Boulogne z. B. im Jahrhundert um 25 m. An andern Stellen vergrößert es sich durch die Anschwemmungen der Flüsse. Das Vorrücken der Küstenlinie in der Provence an der Mündung der Rhone ist sehr beträchtlich, und Arles (Arelate) soll zur Römerzeit nur halb so weit wie heute vom Meeresufer entfernt gelegen sein. Natürlich hat sich auch auf dem Festland selbst in dieser langen Zeit vieles verändert: im Süden

stiegen langsam die Gebirgsketten der Pyrenäen und der Alpen in die Höhe. Die großen Seenlandschaften des mittleren und nördlichen Frankreichs verschwanden fast spurlos, und die Flüsse änderten vielfach ihren Lauf. Auch der Klimawechsel war erheblich. Eine fast tropische Flora mußte einer gemäßigten und während des Diluviums sogar stellenweise einer glazialen Flora weichen. Ein Ereignis von mehr lokaler Beschränkung, aber darum doch von weittragender Bedeutung waren die vulkanischen Ausbrüche, welche im Zentralplateau zur miocänen Zeit begannen. Gewaltige Lavenergüsse von Basalten, Trachyten, Rhyolithen, Andesiten und Phonolithen überdeckten das Land, und es entstanden Kraterberge, die bis 800 m in die Höhe wuchsen. Unter ihnen sind besonders die Puys des Cantal und der Mont Dore in der Auvergne erwähnenswert. Wenn auch mit abnehmender Kraft, dauerten diese vulkanischen Ausbrüche doch bis ins späte Diluvium, die sogenannte Renntierzeit, an, und einige dieser Berge sehen so frisch fast wie rezente Vulkane aus. Auch die postvulkanischen Nachwirkungen sind heute noch lebhaft tätig in Form heißer Mineralquellen, unter denen die von Vichy einen Weltruf erlangt haben. Im Süden Frankreichs ist während der Tertiärzeit das Festland von Veränderungen betroffen worden, die ihm seinen ursprünglichen Flachlandcharakter ganz nahmen und es in die Hochgebirgsländer der Alpen und Pyrenäen umwandelten. So tief eingreifende Folgen dies auch für Südfrankreich hatte, so wollen wir hierauf doch nicht näher eingehen, einerseits weil dieses Gebiet zurzeit unsere Aufmerksamkeit weniger hat als Nordfrankreich, und zum andern, weil eine auch nur gedrängte Schilderung dieser Vorgänge den mir zur Verfügung stehenden Raum weit überschreiten würde. Im Gegensatz zum Süden waren die tektonischen Bewegungen im mittleren und nördlichen Frankreich geringfügig, wenn schon sie auf den heutigen Landschaftscharakter einen bestimmenden Einfluß gewonnen haben. Das Ergebnis aller der kleinen Krustenbewegungen, welche das alte karbonische Festland von der Triaszeit an betroffen haben und welche die Meerestransgressionen und -regressionen während des ganzen Zeitraumes, der zwischen die Trias und die Gegenwart fällt, begleiteten und zum Teil auch veranlaßten, war, daß die postkarbonischen Meeressedimente wellig verbogen, in Mittelfrankreich die Form eines flachen domförmigen Gewölbes annahmen, dessen Kern die alte Festlandinsel der Auvergne bildet, von dem aus die jüngeren Schichten in der Hauptsache radial nach außen abfallen, so daß man, von der Mitte ausgehend, zu immer jüngeren Formationen gelangt. Gerade das Gegenteil ist in Nordfrankreich der Fall, wo die jüngsten tertiären Schichten in der Umgebung von Paris in einer ganz flachen Mulde liegen, während die älteren Schichten randlich darunter zum Vorschein kommen, und zwar um so ältere, je weiter man sich von der Mitte entfernt. Zu äußerst trifft man die alten Festlandgebiete der Bretagne im Westen, der Ardennen und Vogesen im Osten und des Zentralplateaus im Süden. Nur im Norden ist eine solche ältere Unterlage nicht zu sehen, denn das Pariser Becken endet dort am Kanal, den die Franzosen wegen seiner ärmelartigen Ge-

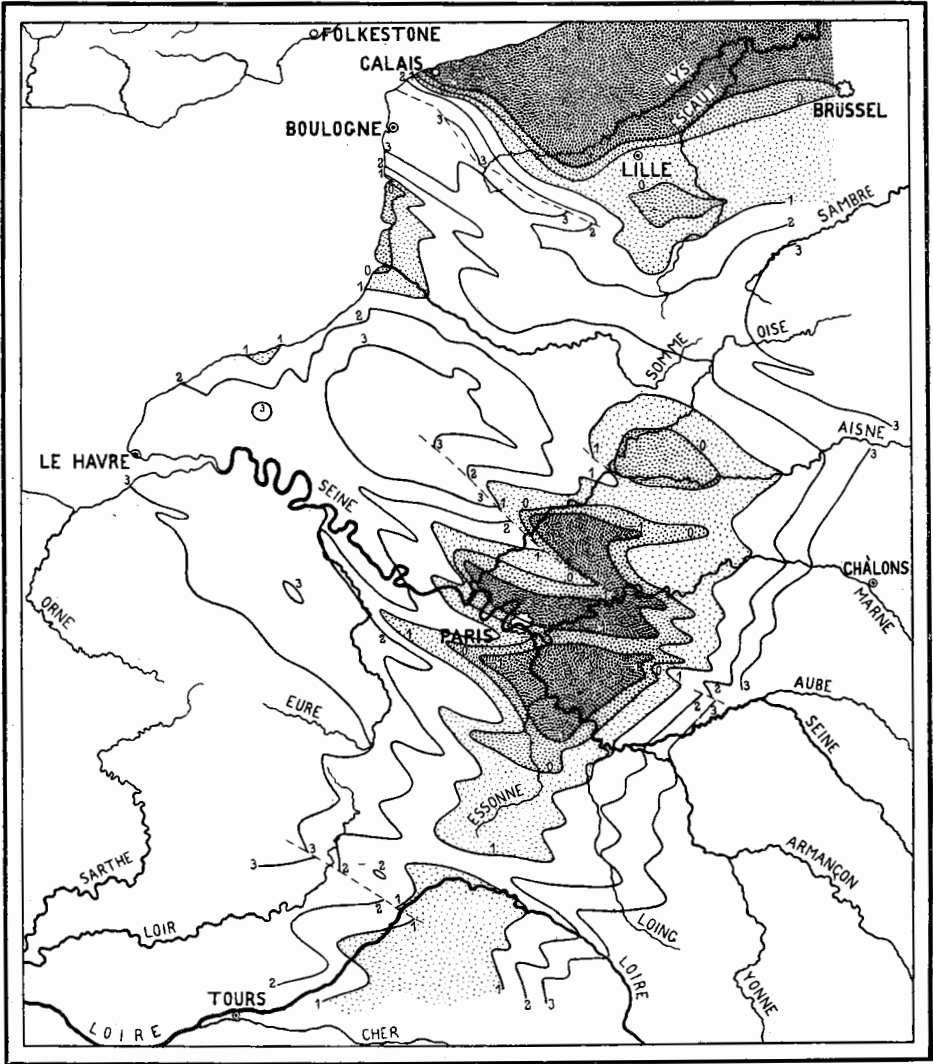
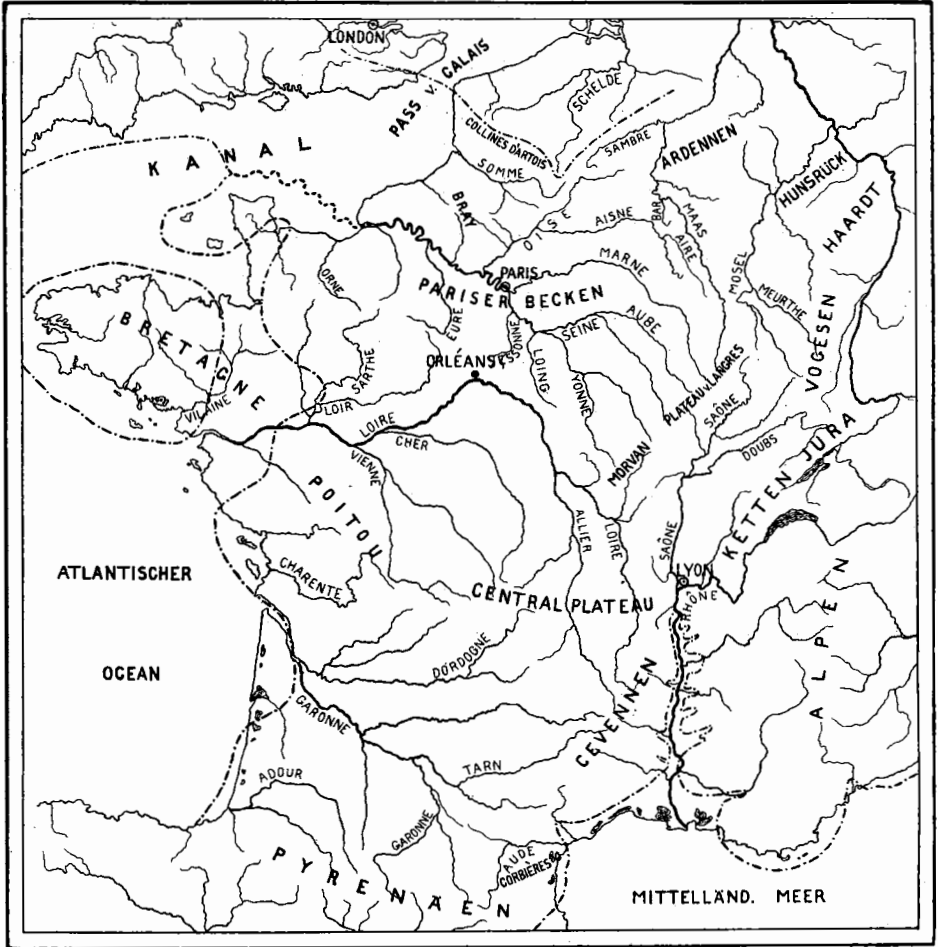


Abb. 3. Hypsometrische Darstellung der Kreideoberfläche im Pariser Becken.
(Nach G. F. Dollfus.)

Die schwarzen Linien bedeuten die Höhenkurven auf der Kreideoberfläche: 1 gibt die Höhe von 40 m unter dem Meeresspiegel, 2 des Meeresspiegels, 3 von +60 m, 4 von +120 m und 5 von +180 m über dem Meeresspiegel an. Die jüngeren tertiären Ablagerungen sind als entfernt gedacht.

stalt „La Manche“ nennen. Setzen wir aber über diesen Meeresarm hinüber nach England, dann sehen wir, daß das Pariser Becken im Londoner Becken seine Fortsetzung hat, das randlich von den alten Festlandgebieten Devonshires, von Wales und Nordengland begrenzt ist. Wir dürfen uns also unter dem nordfranzösischen Becken nicht etwas vorstellen, das diesem Lande allein angehört, und ebensowenig dürfen wir

von ihm eine regelmäßige kreisrunde Form erwarten. Die zwei oben zitierten französischen Geologen haben zwar Frankreich mit einer großen 8 verglichen, deren unteres o von dem Jurastreifen gebildet sei, der das bogenförmig gewölbte Zentralplateau umgibt, und dessen oberes o von dem Jurastreifen, der das Pariser Becken umrandet, umschrieben werde. Aber je besser und genauer die geologischen Karten geworden sind, um so deutlicher hat es sich gezeigt, daß dieser Achter im Süden recht eckig und auch unvollständig und im Norden ganz verzerrt ist, aber diese Unregelmäßigkeit oder, richtiger gesagt, dieses Abweichen der Wirklichkeit von einer schematischen Gestalt ist durch die geologische Aufnahme der letzten 20 Jahre noch nach einer andern Richtung hin nachgewiesen worden. Das Pariser Becken besteht gar nicht aus einer einzigen großen Mulde, sondern aus einer Reihe von länglichen Mulden, die in der Richtung von SW nach NO aneinandergeschoben sind und über schmale, flache Gewölbe ineinander übergehen. Die Längsachsen dieser Gewölbe und Mulden streichen von SO nach NW, also von Frankreich nach England hinüber, und ihr ursprünglicher Zusammenhang ist jetzt nur durch den vom Meer überschwemmten Kanal unseren Augen verhüllt. Die nord-östlichste dieser Mulden ist viel breiter als die andere und taucht mit ihrem SW-Flügel in die heutige große Mulde der Nordsee unter, ohne daß von dem jenseitigen Gegenflügel etwas sichtbar wird. Auf Grund zahlreicher Bohrungen, die gemacht worden sind, um Trinkwasser zu finden, und die von den Geologen kontrolliert wurden, war es Dollfus möglich, eine hypsometrische Karte der heutigen Oberfläche der Kreideformation zu konstruieren, und auf diese Weise ist es ihm gelungen, ein anschauliches Bild von dem verwickelten Bau des Pariser Beckens zu entwerfen (Abb. 3). Wir erkennen daraus auch, daß der auffällig geradlinige Verlauf mehrerer Flußtäler in der Normandie und Pikardie von den tektonischen SO/NW-Richtlinien unmittelbar beeinflußt ist. Lange aber, bevor diese Richtlinien entstanden, war schon der größte Teil Frankreichs Festland und muß seine Flüsse und Täler gehabt haben, deren allererste Anfänge sogar noch weit über die Tertiärzeit zurückgehen mögen und auf den Inselgebieten der Kreide-, Jura- und Triaszeit zu suchen sind. Wenn nun auch diese ältesten Täler während der nachfolgenden langandauernden Erosions- und Verwitterungstätigkeit nirgends mehr in ihrer alten Form sich erhalten konnten und die späteren tektonischen Störungen dieselben auch öfters zu Verlagerungen gezwungen haben, so konnten die ursprünglichen Bahnen der Flußläufe doch nicht ganz verwischt werden, und so blieben sie trotz der allgemeinen Landabtragung bis zu einem gewissen Grad erhalten dadurch, daß sie sich entsprechend immer tiefer einschnitten. Die eigenartige, fast seltsame Gestalt und Richtung vieler Flüsse Frankreichs finden darin ihre Erklärung. Die Seine z. B. läuft besonders in ihrem Unterlauf in großen Windungen durch die plateauartige Landschaft. Diese Mäanderbildung ist allen Flüssen, die ein sehr geringes Gefälle haben, eigen und steht mit ihrem Unvermögen in Verbindung, sich tiefe Rinnen



Uferlinien des
plioänen Meeres.

.....
Pliocäner Unter-
lauf der Seine.

0 20 40 60 80 100 200Klm

Abb. 4. Karte der Flußsysteme von Frankreich.

einzuschneiden. Aber im Gegensatz dazu sind gerade die Mäander der Seine tief eingeschnitten, und es müßte uns dies unverständlich bleiben, wenn wir nicht wüßten, daß dieser Fluß in jungtertiärer Zeit einen viel weiteren Weg wie heute zurückzulegen hatte, um das Meer zu erreichen (Abb. 4). Infolgedessen war sein Gefälle viel geringer, und auf dem Hochplateau, über welches er hinlief, mußte sein Lauf Mäanderwindungen annehmen. Mit Beginn des Kanaleinbruchs jedoch rückte das Meeresufer und damit die Erosionsbasis landeinwärts vor. Die Seine wurde kürzer und ihr Gefälle dadurch größer, ebenso wie ihre Erosionskraft. Nun schnitt sie sich bis 60 m tief in das Plateau ein, aber ihre Mäanderwindungen konnte sie dabei nicht mehr aufgeben, weil dieselben

vorher schon fixiert waren. Die Pariser Meeresbucht hatte sicherlich in alttertiärer Zeit auf alle Flüsse ihrer nächsten Umgebung eine starke Anziehung ausgeübt und machte sich die Loire samt Allier, wahrscheinlich auf dem Wege über die heutige Loing, tributär. Als die Bucht aber verlandete und gleichzeitig ein neues — das miocäne — Meer vom Westen her ins Land herein bis in die Nähe von Orléans vordrang, wand sich die Loire mit scharfem Knick, der auf der Landkarte so sehr in die Augen fällt, von ihrem früheren und jetzt alt gewordenen Liebhaber ab und folgte dem jüngeren nach Westen. Das heutige Flußsystem der Loire ist somit jünger als das der Seine, doch erwachte auch dieser Strom zu neuem Leben, als mit der Entstehung des Kanals in seinem Unterlauf die Erosionskraft zunahm und sich nach rückwärts in dessen Oberlauf und in seine östlichen Nebenflüsse fortpflanzte. Im Zusammenhang damit steht eine eigentümliche hydrographische Merkwürdigkeit im Osten des Pariser Beckens, wo die tertiären Schichten den landschaftlich so auffallenden bogenförmigen Höhenzug (die Falaise de l'Île de France) zwischen Nogent s. Seine und St. Quentin mit Steilabfall nach der Champagne bilden. Im Gegensatz dazu laufen aber alle dortigen Flüsse in entgegengesetzter Richtung von der Niederung der Champagne auf jenen Höhenzug zu und durchbrechen ihn, um der Seine zuzufießen. Der Höhenzug selbst ist älter als jener Durchbruch und verdankt seine Entstehung der Erosionstätigkeit von Gewässern, die einen andern Lauf gehabt haben müssen. Es ist wahrscheinlich, daß die dortigen Flüsse ehemals eine ähnliche Richtung wie die Meuse hatten, nämlich von Süd nach Nord, und daß sie wenigstens zum Teil dieser tributär waren. Sie wurden dann später durch die sich rückwärts durch jenen Höhenzug einschneidenden Zuflüsse der Seine erobert, und so verlor die Meuse alle ihre westlichen Zuflüsse, deren ursprünglicher Lauf aber noch durch Trockentäler an manchen Stellen angedeutet ist, welche es ermöglicht haben, die getrennten Flußsysteme durch Kanäle wieder in Verbindung zu setzen. Ähnliche Vorgänge haben der Meuse bei Toul einen rechtsseitigen Zufluß, nämlich den heutigen Oberlauf der Mosel, abspenstig gemacht und der Meurthe zugeführt. Es sind das nur einige Beispiele für die Wandlungen, die während der Tertiär- und Diluvialzeit Frankreich betroffen und die allmählich den Flußsystemen ihre heutige Gestalt gegeben haben.

Das Endergebnis dieser langen und wechselreichen geologischen Entwicklung war für die Bewohner Frankreichs ein überaus günstiges: ein einheitliches Land mit hohen Gebirgszügen, die es nicht zerschneiden, sondern die es wie große Schutzmauern im Süden umsäumen. Sie liegen mit ihren kälteren Höhenzonen in dem warmen Süden, während im kälteren Norden das an sich wärmere Tiefland vorherrscht. Dies in Verbindung mit dem klimatischen Einfluß der Meeresküsten, aus denen mehr als die Hälfte der Landesgrenzen besteht, bringt es mit sich, daß das ganze Land im Sommer verhältnismäßig kühl, im Winter warm und daß im Jahresdurchschnitt sein Klima durch größere Gleichmäßigkeit den euro-

päischen Ländern gleicher Breite überlegen ist. Der größte Teil des Landes ist von einem fruchtbaren, gut durchlüfteten Verwitterungsboden bedeckt, der eine intensive Bewirtschaftung ermöglicht. Zwar unterscheidet sich der Süden vom Norden mit Bezug auf die Kulturpflanzen nicht unerheblich. Die Oliven, Orangen, Zitronen und die Massenproduktion von Mais, Mandeln, Feigen, Nüssen und Kastanien fehlen dem Norden, der seinerseits durch den Anbau von Getreide aller Art, Kartoffeln, Rüben und vielen andern Nutzpflanzen ausgezeichnet ist. Dieser Unterschied wird jedoch ausgeglichen durch die Bequemlichkeit der Wasserstraßen, welche einen billigen Austausch ermöglichen und die verschiedenartigen Bodenprodukte wie ein Gemeineigentum des ganzen Landes erscheinen lassen. Und da es auch an Bodenschätzen, wie Kohlen, Erzen, Salz usw., nicht fehlt, so möchte es so scheinen, als ob die Franzosen Ursache genug haben, mit ihrem Los zufrieden zu sein, sich ihres Besitzes zu erfreuen und es nicht benötigen, noch nach dem Besitze von Ländern anderer Völker zu streben. Daß dieses Gefühl auch in der Tat vorhanden ist, davon kann man sich im Verkehr mit der französischen Landbevölkerung leicht überzeugen. Aber das Herz Frankreichs schlägt in Paris; es ist fein empfindend und liebenswürdig, doch auch voll Leidenschaft und Ehrgeiz. Mit dem, was die Natur ihm so reichlich gesendet hat, will es sich nicht begnügen; es möchte mit Gewalt den Pulsschlag für ganz Europa bestimmen, und so hat Frankreich gerade in unser Land als das ihm zunächstliegende so oft die Brandfackel des Kriegs getragen. Wann endlich wird es gelingen, diesen Ehrgeiz Frankreichs in friedlichere Bahnen zu lenken?
