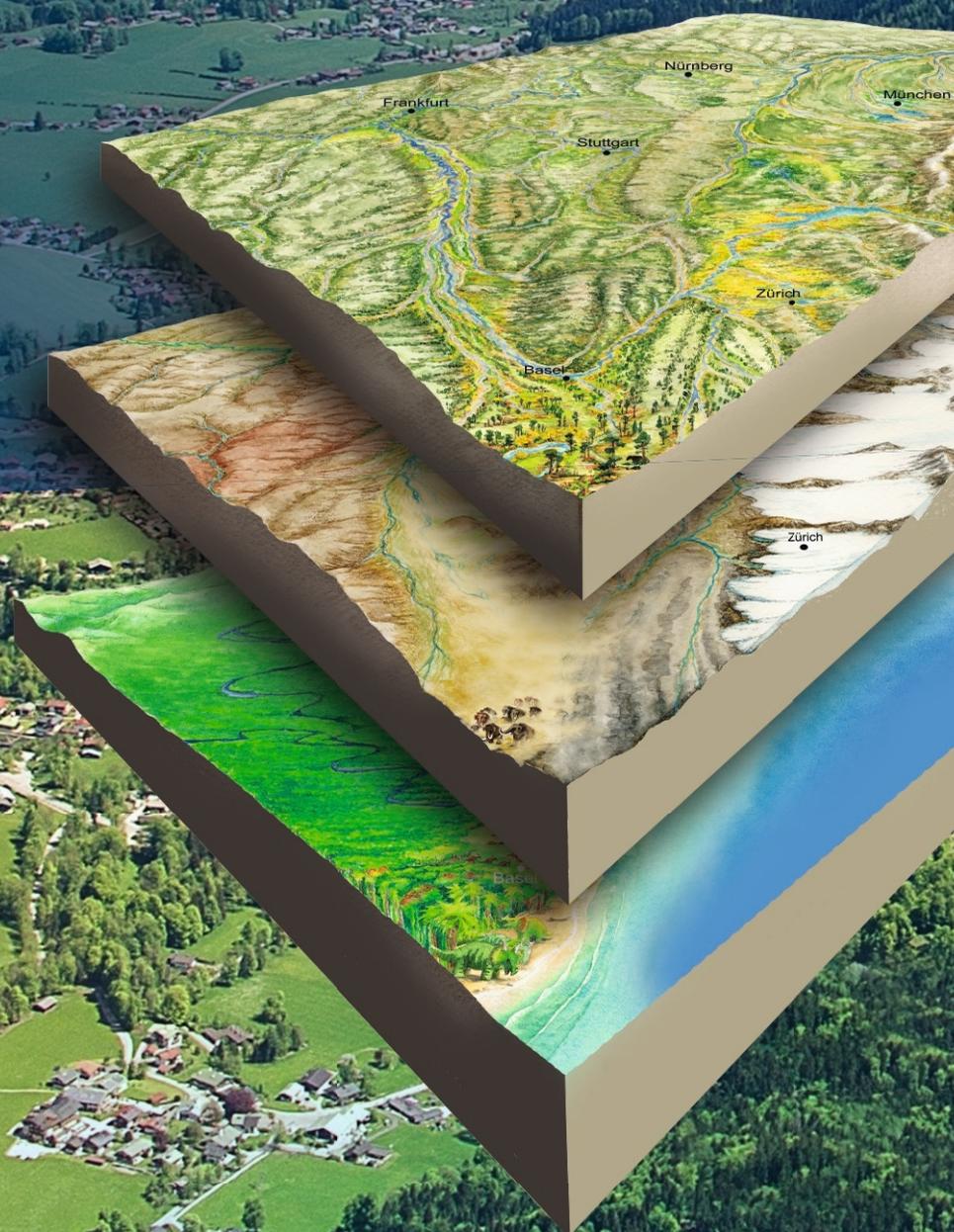


Joachim Eberle · Bernhard Eitel
Wolf Dieter Blümel · Peter Wittmann

Deutschlands Süden

vom Erdmittelalter
zur Gegenwart



Deutschlands Süden – vom Erdmittelalter zur Gegenwart

*Es gibt keine Gegenwart oder Zukunft,
nur die Vergangenheit,
die wieder und wieder geschieht – jetzt.
(Eugene O'Neill)*

Joachim Eberle
Bernhard Eitel
Wolf Dieter Blümel
Peter Wittmann

Deutschlands Süden – vom Erdmittelalter zur Gegenwart

3. Auflage

Mit Blockbildern von Bettina Allgaier

Joachim Eberle
Geographisches Institut
Universität Tübingen
Tübingen, Deutschland

Wolf Dieter Blümel
Asperg, Deutschland

Peter Wittmann
Leipzig, Deutschland

Bernhard Eitel
Rektorat
Universität Heidelberg
Heidelberg, Deutschland

ISBN 978-3-662-54380-1 ISBN 978-3-662-54381-8 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-54381-8

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland 2017

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Planung: Merlet Behncke-Braunbeck, Stefanie Preuss

Grafiken: Bettina Allgaier (Blockbilder), Stefanie Probst, Volker Schniepp; sonstige Abbildungen: s. Abbildungsunterschriften

Layout: klartext, Heidelberg

Einbandabbildung: © Dirk Petersen / stock.adobe.com

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Germany

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

Vor zehn Jahren erschien die erste Auflage von „Deutschlands Süden“. Dass wir nun bereits die dritte Auflage präsentieren können, zeigt die doch beachtliche Resonanz, die mit diesem Buch zur Landschaftsgeschichte Süddeutschlands erzielt wurde. Sowohl Fachkollegen wie auch Lehrer und natürlich die Studierenden haben uns mit ihren positiven Rückmeldungen motiviert, das Buch zu aktualisieren und einige aktuelle Forschungsergebnisse zu ergänzen. Das bewährte Grundkonzept, mit dem eine breite Zielgruppe erreicht werden soll, haben wir beibehalten.

Die Landschaftsgeschichte Süddeutschlands hat sich ja in den letzten zehn Jahren nicht grundlegend gewandelt. Dennoch zeigen einige Entwicklungen und Extremereignisse der jüngsten Vergangenheit recht eindrücklich, dass sich Landschaften auch sehr schnell und überraschend verändern können.

Trotz umfassender Recherche der seit 2007 neu erschienenen wissenschaftlichen Arbeiten haben wir sicher einige wichtige Studien nicht berücksichtigt. Wir bitten dies zu entschuldigen und danken schon jetzt für entsprechende Hinweise. Wir wünschen uns natürlich, dass

auch die dritte Auflage von „Deutschlands Süden“ bei möglichst vielen Leserinnen und Lesern Interesse und Begeisterung für die abwechslungsreichen Landschaften Süddeutschlands wecken wird.

Wir danken allen, die uns auf vorhandene Fehler der 2. Auflage aufmerksam gemacht haben. Besonderer Dank gilt Frau Dr. Elena Beckenbach und Herrn Prof. Hartmut Seyfried für die neuen aussagekräftigen Geländedarstellungen aus dem Alpenvorland und die textlichen Ergänzungen dazu. Außerdem danken wir Frau Dr. Barbara Malburg-Graf, Frau Diplomgeologin Gisela Pösges und Herrn Prof. Dr. Wolfgang Ufrecht für die Aktualisierung einiger Textpassagen. Und natürlich sind wir auch dem Verlag Springer Spektrum für die erneut gute Zusammenarbeit sehr dankbar.

Joachim Eberle, Bernhard Eitel, Wolf Dieter Blümel,
Peter Wittmann

Tübingen, Heidelberg, Ludwigsburg, Leipzig im Januar
2017

Zusammenstellung wichtiger Abkürzungen

Die verschiedenen Altersangaben erklären sich zum Teil aus der Verwendung unterschiedlicher Datierungsmethoden. Außerdem wurde in älteren, umgezeichneten Abbildungen die Altersangabe der jeweiligen Originalvorlage beibehalten.

Abkürzung	Erklärung
a	Annum (Jahr, Zeiteinheit), 10 a = 10 Jahre
AD	Anno Domini (n. Chr.; lat. im Jahre des Herrn)
BC	Before Christ (v. Chr.)
BP	Before Present (vor heute); Bezugsjahr 1950. Angabe für konventionelle, unkalibrierte ¹⁴ C-Daten (z.B. 1278 +/-68 BP)
cal (= kal)	kalibriert, mit Hilfe von Eichkurven in Kalenderjahre umgerechnete ¹⁴ C-Daten (z.B. 756 cal AD, s. Exkurs 31)
C _{org} ¹⁴ C	Gehalt an organischem Kohlenstoff Radioaktives Kohlenstoff-Isotop (s. Exkurs 31)
J. v. h.	Jahre vor heute
kal	s. cal
ka v.h.	Kilo-Jahre vor heute, 1 ka = 1000 Jahre v. der Gegenwart
Ma	Millionen Jahre (Mega-Jahr)
m ü. M	Meter über dem Meeresspiegel (früher m ü. NN)
m ü. NN (= m NN)	Meter über Normalnull (alte deutsche Bezugsfläche für Höhen über dem Meeresspiegel)
Mio. J. v. h.	Millionen Jahre vor heute
MIS	Marines Isotopenstadium (s. Exkurs 6)
TL-Alter	Thermolumineszenz-Alter (s. Exkurs 46)
Tsd. J.v.h	Tausend Jahre vor heute

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Wozu dieses Buch?	1
1.2	Räumliche Abgrenzung	2
1.3	Archive der Landschaftsgeschichte	3
2	Land und Meer im Wandel – die Grundlagen der süddeutschen Landschaft	5
2.1	Die Situation an der Wende zum Mesozoikum (etwa 250 Mio. J.v. h.)	8
2.2	Die Entstehung der Tethys und der Aufbau des Deckgebirges in Süddeutschland	8
3	Die Kreidezeit – eine Spurensuche	15
3.1	Globale Übersicht.	15
3.2	Spuren der Landformung im Kristallin der Rheinisch-Böhmischen Masse	17
3.3	Thesen zur kreidezeitlichen Landformung im Deckgebirge Süddeutschlands.	17
4	Das Alttertiär – Landformung unter tropischen Bedingungen	25
4.1	Erdklima und globale Tektonik	25
4.2	Paleozän bis Unteroligozän (65–30 Mio. J.v. h.) – neue tektonische Strukturen und Landformung in Süddeutschland.	26
4.3	Oligozän bis Untermiozän (30–16 Mio. J.v. h.) – erste Täler, Schichtstufen und neue Flächenstockwerke	37
5	Die Formung der Landschaft im Jungtertiär	45
5.1	Paläogeographie und Klima im Jungtertiär	45
5.2	Landschaftsentwicklung im Mittelmiozän	47
5.3	Obermiozän und Pliozän – die Grobformung Süddeutschlands	59
5.4	Obermiozän und Pliozän – Gewässernetz und Karstentwicklung	67
6	Von der Waldsteppe zur ersten Kaltzeit – die Landformung im frühen Pleistozän	79
6.1	Das Pleistozän – Überblick und Gliederung	79
6.2	Das Unterpleistozän – eine Hochphase der fluvialen Landformung	86

7	Von der Waldsteppe zur ersten Kaltzeit – die Landformung im frühen Pleistozän	97
7.1	Maximalvereisung und Talentwicklung während des Mittel- pleistozäns	97
7.2	Das Eem – die Warmzeit zwischen Riß- und Würm-Komplex	108
7.3	Die Würm-Kaltzeit – der letzte Schliff für Süddeutschland	110
7.4	Erste Spuren des Menschen	127
8	Vom Ende der letzten Kaltzeit bis zu den ersten Bauern	131
8.1	Geoarchive des Spätglazials und frühen Holozäns	131
8.2	Von der Kräutersteppe zur Waldlandschaft – Landformung im Spätglazial zwischen 17.000 und 13.000 J.v. h.	131
8.3	Die Jüngere Tundren-zeit – ein Kälterückschlag vor dem Holozän	140
8.4	Das frühe Holozän (11.600–7500 J.v. h.) – die letzte Phase natürlicher Formung in Süddeutschland.	144
9	Die letzten 7500 Jahre – der Mensch formt die Landschaft	149
9.1	Archive der mittel- und jungholozänen Landschaftsveränderung	150
9.2	Oberflächenveränderung durch landwirtschaftliche Nutzung . . .	153
9.3	Eingriffe in Flusslandschaften.	161
9.4	Eingriffe in Moor- und Seelandschaften	165
9.5	Oberflächenveränderungen durch Gewinnung mineralischer Rohstoffe	170
9.6	Landschaftsveränderungen der Moderne	173
9.7	Gibt es heute noch natürliche Formungs-prozesse in Süd- deutschland?.	173
10	Die Zukunft der süddeutschen Landschaft	185
	Erratum zu: Deutschlands Süden – vom Erd- mittelalter zur Gegenwart	E1
	Sachwortverzeichnis	193
	Zeittabelle Landschaftsentwicklung Süddeutschlands .	197
	Karte Süddeutschlands.	198

1 Einleitung

Mit der Arbeit von Georg Wagner „Einführung zur Erd- und Landschaftsgeschichte unter besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands“ aus dem Jahr 1930 wurde erstmals ganz Süddeutschland unter geologisch-geomorphologischen Gesichtspunkten beschrieben (Abb. 1.2). Das geowissenschaftliche Lehrbuch mit starken regionalen Bezügen fand fächerübergreifend große Anerkennung und wurde, auch wegen seiner für damalige Verhältnisse aufwändigen grafischen Gestaltung, von Dozenten und Studenten sehr geschätzt. Die dritte und letzte Auflage dieses Buches ist 1960 erschienen. Seit dieser Zeit sind zahlreiche Forschungsarbeiten zu Teillandschaften oder Einzelphänomenen Süddeutschlands durchgeführt worden, die ein immer genaueres Bild der Reliefentwicklung und Klimageschichte in diesem Raum entworfen haben. Eine moderne Synthese der Landschaftsgeschichte Süddeutschlands fehlte jedoch bislang.

Wie manche große Naturszene könnten wir in unserem deutschen Vaterlande genießen, für die wir oft die entlegensten Länder besuchen.

ALEXANDER VON HUMBOLDT (1769–1859)

Süddeutschland gehört zu den abwechslungsreichsten Landschaften der Erde. In kaum einer anderen Region findet sich auf so engem Gebiet eine vergleichbare Vielfalt an Naturräumen unterschiedlichster geologisch-tektonischer und geomorphologischer Geschichte. Die modellhafte Ausprägung von Grundgebirgslandschaf-

ten, Schichtstufenlandschaften, einer großen Grabenbruchlandschaft sowie einem alpinen Hochgebirge als Südgrenze wird ergänzt durch Becken- und Vulkanlandschaften, Glaziallandschaften sowie zwei markante Meteoritenkrater. Die Verschiedenartigkeit der Landoberfläche auf kleinem Raum lässt sich nicht allein durch die geotektonischen Prozesse im Zuge der Entstehung von Alpen und Oberrheingraben erklären. Die landschaftliche Differenzierung ist auch das Ergebnis sehr unterschiedlicher klimatischer Verhältnisse in den letzten 140 Millionen Jahren. So erlebte Süddeutschland tropische, subtropische, arktische und schließlich gemäßigte Klimaphasen. Lediglich extrem wüstenartige Bedingungen herrschten während dieser Zeit nie.

1.1 Wozu dieses Buch?

Das vorliegende Buch ist als geographische Zeitreise konzipiert, auf der die Entwicklung der süddeutschen Landschaft seit dem möglichen Beginn der festländischen Formung vor etwa 140 Millionen Jahren nachvollzogen wird. Dabei stehen die Veränderungen der Landoberfläche und weniger die geologisch-tektonische Entwicklung Süddeutschlands im Mittelpunkt. Aus diesem Grund folgt die zeitliche Abgrenzung der Hauptkapitel auch nicht immer der üblichen geologisch-paläontologischen



Abb. 1.1 Wie ist diese Landschaft entstanden? Blick vom Merkur über Baden-Baden und den Fremersberg zum Oberrheingraben. Im Hintergrund rechts ist der Rhein zu erkennen, am Horizont die Vogesen. (Foto: J. Eberle)



Abb. 1.2 Georg Wagner (1885–1972)

Gliederung (Zeittabelle im Vorsatz vorn). Um erklären zu können, wie sich Oberflächenformen und Landschaft entwickelt haben, müssen insbesondere reliefbildende geomorphologische Prozesse berücksichtigt werden, deren Wirksamkeit sehr stark von klimatischen und geotektonischen Parametern gesteuert wird. Man kann sich die Landschaftsentwicklung in großen Teilen Süddeutschlands vereinfacht so vorstellen, dass auf einem regional variierenden geologischen Untergrund (Petrovarianz), zum Beispiel Kalkstein oder Granit, seit über einhundert Millionen Jahren mit unterschiedlich wirksamen „Werkzeugen“ (Verwitterung, Abtragung und Sedimentation) unter sich wandelnden Rahmenbedingungen (Klima, Tektonik, Mensch) Reliefbildung stattfindet.

Die heutigen Oberflächenformen Süddeutschlands entstanden vor allem seit der Kreidezeit. Da aus der kreidezeitlichen Formungsphase Süddeutschlands (142–65 Mio. J.v. h.) nur sehr wenige Spuren erhalten sind, bleibt das Bild der damaligen Ur-Landschaft unscharf. Ausgehend von dieser noch wenig differenzierten Rohform erhielt die Oberflächengestalt im Lauf der Jahrtausende aber zunehmend deutlichere Konturen, die schließlich zum Landschaftsbild der Gegenwart führten. Durch immer vielfältigere und aussagekräftigere „Archive“ (Abschn. 1.3) ist auch eine immer bessere Fokussierung auf heute existierende Teillandschaften und ihre Entstehung möglich. Die Entwicklung des Gesamtgebietes steht jedoch stets im Vordergrund. Daher ist es in diesem Buch nicht möglich, die Landschaftsentwicklung aller Teilräume Süddeutschlands gleichgewichtig im Detail zu beschreiben. Interessierte Leser finden am Ende der Hauptkapitel weiterführende Literaturhinweise, auch auf einige regionale Forschungsarbeiten.

Die Verfasser haben sich bemüht, die Landschaftsgeschichte Süddeutschlands allgemeinverständlich und für einen breiten Leserkreis darzustellen. Zwischen den einzelnen Hauptkapiteln bzw. Zeitphasen wird in textlicher und grafischer Form versucht, ein virtuelles Bild Süddeutschlands zu entwerfen. Vergleiche mit heute bestehenden außereuropäischen Landschaften ermöglichen es dem Leser überdies, eine bessere Vorstellung des einstigen Erscheinungsbildes von Süddeutschland zu entwickeln. Solche aktualistischen Vergleiche halten einer exakten wissenschaftlichen Überprüfung meist nicht stand, sie sind jedoch unter dem Aspekt der Anschaulichkeit hilfreich. Auf diese Weise fällt es auch leichter, sich vom heutigen Bild der Landschaft zunächst zu lösen und ihrer schrittweisen Entwicklung zu folgen. Eingebunden in die einzelnen Hauptkapitel sind Exkurse, die spezielle regionale Beispiele, Methoden oder auch Begriffe erläutern. Das Buch will zum besseren Verständnis unseres heutigen Lebens- und Wirtschaftsraumes beitragen, denn die ökologischen und ökonomischen Potenziale Süddeutschlands sind ohne eine Berücksichtigung der Landschaftsgeschichte nicht zu erklären.

Landschaft

Unter Landschaft wird stets die Gesamtheit aller biogeoklimatischen Phänomene an der Landoberfläche der Erde verstanden, zunächst ohne, später mit dem Menschen. Landschaften sind von ständig wechselnden Kombinationen gestaltender Faktoren geprägt, seien sie dominant natürlich oder, wie heute vielerorts, vom Menschen beeinflusst oder geschaffen (Stadt- oder Kulturlandschaften).

1.2 Räumliche Abgrenzung

Die Abgrenzung Süddeutschlands folgt außer im Norden den Landesgrenzen, die oft auch naturräumliche Grenzen darstellen (Übersichtskarte im hinteren Einband). Im Westen ist dies der Oberrheingraben mit der Landesgrenze zu Frankreich bzw. der westliche Rahmen des Oberrheingrabens mit dem Pfälzer Wald, Rheinhessischem Hügelland und Saar-Nahegebiet. Im Norden erfolgt die Abgrenzung Süddeutschlands entlang der Mittelgebirgsschwelle über Hunsrück, Taunus und Vogelsberg zur Rhön. Im Osten wird der Raum durch die tschechische Grenze vom Fichtelgebirge über Oberpfälzer Wald und Bayerischen Wald bis Passau begrenzt. Von dort verläuft die Süd(ost)grenze entsprechend den Landesgrenzen zu Österreich und der Schweiz, zunächst entlang des Inns und der Salzach zum Alpenrand und diesem folgend zum Bodenseebecken und Hochrheingebiet bis Basel. Die Alpen und ihre Entstehung werden in diesem Zusammenhang nicht näher betrachtet.

1.3 Archive der Landschaftsgeschichte

Die Rekonstruktion der Landschaftsentwicklung in Süddeutschland gleicht einem komplexen Puzzle, dem jedoch einige Teile fehlen. Insbesondere für die Frühphase der Landformung während der Kreidezeit (142–65 Mio. J.v. h.) ist die Rekonstruktion trotz schlüssiger Argumente schwierig. Für den größten Teil Süddeutschlands bedeutet Reliefbildung vor allem Abtragung. Spuren älterer Formungsphasen sind deshalb vielerorts verschwunden oder nur dort erhalten, wo jüngere Abtragungsprozesse von geringer Wirksamkeit waren. Dazu gehören beispielsweise alte Hochflächenreste in erosionsferner Lage oder Reliefeinheiten, die aufgrund tektonischer Absenkung einer weiteren Abtragung entzogen wurden. Zu ihnen zählen Landschaften, in denen über lange Zeiträume eine Ablagerung von andernorts abgetragenem Material stattfand, wie im Oberrheingraben, im Molassebecken des Alpenvorlandes und in lössbedeckten Beckenlandschaften. Wie die alten Landoberflächen der Mittelgebirge sind diese Gebiete wichtige **Archivlandschaften**

Süddeutschlands (Abb. 1.3). Sie spielen für die Rekonstruktion der Landschaftsentwicklung eine zentrale Rolle und werden im Text häufiger besucht als Räume, die nur noch wenige oder keine Spuren früherer Formungsphasen enthalten. Da die tektonischen Aktivitäten des Oberrheingrabens als „Motor“ der Reliefbildung ganz wesentlich für die Entwicklung des Gewässernetzes und damit auch der Schichtstufenlandschaft verantwortlich sind, liegt der räumliche Schwerpunkt des vorliegenden Buches in Südwestdeutschland. Die wichtigsten im Text beschriebenen Lokalitäten sind in einer Übersichtskarte auf der hinteren Innenseite des Einbandes verzeichnet.

Als eigentliche Archive dienen Paläoböden und Sedimente, deren Eigenschaften Rückschlüsse auf die Umweltbedingungen zur Zeit ihrer Entstehung zulassen. So findet man in Süddeutschland Bodenbildungen, die Merkmale einer intensiven chemischen Verwitterung aufweisen, wie sie unter tropischen, nicht aber unter gemäßigten Klimabedingungen auftreten können. Andere Oberflächenformen und Sedimente belegen Transport oder Umlagerung durch Gletscher oder deren Schmelzwasser. Staubablagerungen wie Löss dokumentieren die einstige Existenz kalt-trockener Klimate mit Tundren-

Exkurs 1

Reliefgenerationen als Geoarchive

Das heutige Oberflächenrelief ist das Ergebnis verschieden alter Entwicklungsstadien, die unter Einwirkung unterschiedlicher geomorphologischer Prozesse entstanden sind. Ein durch zeitgleiche Prozesskombination entstandenes Reliefgefüge bildet jeweils eine Reliefgeneration. Die teilweise Erhaltung älterer Reliefgenerationen ist nur möglich, wenn diese nicht durch nachfolgende Abtragungs- oder Formungsprozesse komplett beseitigt wurden. Im Idealfall bleiben Relikte unterschiedlich alter Reliefgenerationen in einer Teillandschaft erhalten und ermöglichen dadurch eine Rekonstruktion der Entstehung

dieser Landschaft. Zu den wichtigsten Reliefgenerationen Süddeutschlands gehören mesozoisch-alttertiäre Rumpfflächenlandschaften, jungtertiäre Fußflächen sowie kaltzeitlich entstandene Terrassen-, Löss- und Moränenlandschaften. In einigen Teilräumen Süddeutschlands sind die Spuren unterschiedlicher Reliefgenerationen, wie Landformen, Paläoböden oder typische Sedimente, besonders gut erhalten. Geographen bezeichnen solche Teilräume als Archivlandschaften und benutzen diese für Rückschlüsse auf die Entwicklung des Gesamttraumes.



Abb. 1.3 Karstlandschaften sind besonders wichtige Archivlandschaften. Hier sind Relikte verschiedener Formungsphasen Süddeutschlands erhalten geblieben. Das Bild zeigt den intensiv zerschnittenen Albtrauf und die Hochfläche der Mittleren Schwäbischen Alb. (Foto: O. Braasch 1989, Regierungspräsidium Stuttgart, Landesamt für Denkmalpflege)

Abb. 1.4 In der Baugrube des Tiefbahnhofs Stuttgart 21 wurden interessante Geoarchive zugänglich. Der dunkle Horizont enthält Torfe und Seeablagerungen auf denen die Stadt Stuttgart einst gegründet wurde. In den Ablagerungen darüber sind verschiedene Phasen der Siedlungsentwicklung dokumentiert, wie etwa römische Brennöfen (Detailaufnahme). (beide Fotos: J. Eberle)



oder Kältesteppevegetation. Günstige Erhaltungsbedingungen für Relikte der vorzeitlichen Formung bieten so genannte **Sedimentfallen**. Dazu gehören beispielsweise Karstspalten, Dolinen und andere Hohlformen. In ihnen können sehr alte Ablagerungen, im günstigsten Fall sogar Reste von Pflanzen oder Tieren als Fossilien konserviert sein, die naturgemäß besonders weit reichende Aussagen zur Umweltgeschichte erlauben. Je näher man der Gegenwart kommt, desto zahlreicher und vielfältiger werden die Archive. Auch die Möglichkeiten einer genaueren Datierung verbessern sich mit abnehmendem Alter der organischen und anorganischen Bestandteile in Böden und Sedimenten.

Von großer Bedeutung für die Rekonstruktion der Landschaftsgeschichte ist die Tatsache, dass in Teilen Süddeutschlands viele Spuren unterschiedlicher For-

mungsphasen als **Reliefgenerationen** (Exkurs 1) erhalten geblieben sind. Dazu zählen alte Abtragungsfelder (Rumpfflächen), Karstlandschaften sowie die von Gletschereis (glazial), Schmelzwasser (glazifluvial) und unter eisfreien kaltklimatischen Bedingungen (periglazial) geformten Regionen wie auch Flusslandschaften mit oft treppenartigen Terrassen (alte Talböden). In der jüngsten und gegenwärtig noch anhaltenden Formungsphase darf der Mensch mit seinen oft folgenschweren Eingriffen in die Landschaft nicht vergessen werden. Die Erhaltung von Geoarchiven ist inzwischen auch vom Gesetzgeber als Notwendigkeit erkannt worden. Dem trägt beispielsweise der Paragraph 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes aus dem Jahr 1999 Rechnung (Abschn. „Böden als Archive der Natur- und Kulturgeschichte“).

2 Land und Meer im Wandel – die Grundlagen der süddeutschen Landschaft

Im Jahr 1911 formulierte der Meteorologe und Polarforscher Alfred Wegener (1880–1930) erstmals seine Theorie der Kontinentalverschiebung. Seitdem haben sich zahlreiche Geowissenschaftler intensiv darum bemüht, die Bewegung der Kontinente zu rekonstruieren und Modelle zu entwickeln, die die Dynamik der Erdkruste beschreiben und erklären helfen. Dies führte in den 1960er-Jahren zu dem Konzept der Plattentektonik, das die Forscher bis heute ständig weiterentwickeln und verfeinern. So hat man inzwischen eine recht präzise Vorstellung von den Ereignissen gegen Ende des Erdaltertums (Paläozoikum, 550–250 Mio. J.v. h.). Vor allem während seiner beiden letzten Perioden, dem Karbon (360–300 Mio. J.v. h.) und dem Perm (300–250 Mio. J.v. h.) hatten die Pflanzen die Erde „erobert“. Zur gleichen Zeit wurde im Wortsinn die Grundlage für Süddeutschland geschaffen.

Bis in das mittlere Paläozoikum hatten sich durch globale plattentektonische Prozesse zwei große Landmassen gebildet: ein Südkontinent, (Prä-)Gondwana, und ein Nordkontinent, Laurussia, den man wegen seiner weit verbreiteten rötlichen Sedimentgesteine auch als Old-Red-Kontinent bezeichnet. Der variszische Ozean (Paläotethys) trennte die beiden Großkontinente, die sich seit etwa 400 Millionen Jahren auf Kollisionskurs befanden (Abb. 2.1). Der Zusammenstoß der Landmassen begann am Ende des Devons vor etwa 380 Millionen Jahren. In der „Knautschzone“, die sich über viele tausend Kilometer erstreckte, wurden alte Gesteine in die Tiefe gedrückt und unter Hitze und Druck umgewandelt oder geschmolzen. Gleichzeitig stieg an anderen Stellen neues Magma auf, erkaltete und bildete neue Erdkruste. Etwa 90 Millionen Jahre dauerte die Kollision, bis die Bewegung zum Stillstand kam. Jungpaläozoische Vulkangesteine wie an der Nahe, im Odenwald nördlich von Heidelberg oder an verschiedenen Stellen im mittleren und nördlichen Schwarzwald belegen die starke tektonische Aktivität jener Phase. Wie an einer Schweißnaht haben sich in der Kollisionszone die beiden Großkontinente miteinander verbunden. Neue Gesteine waren in die Erdkruste integriert worden, in bergmännischem Sinn war neues „Gebirge“ entstanden.

Diese Gesteine der so genannten Variszischen Gebirgsbildung (380–290 Mio. J.v. h.) durchziehen Mitteleuropa in einem Bogen vom Massif Central im Südwesten über den Harz im Nordosten bis in die Sudeten

im Südosten. Dort bilden sie das Grundgebirge, die kontinentalen Sockelgesteine. Man unterscheidet drei Faltungszonen, deren Lage und Ausdehnung Abb. 2.2 verdeutlicht: Im Norden erstreckt sich das **Rheno-Hercynikum**, das südlich des Rheinischen Schiefergebirges Südwestdeutschland berührt. An diesen ältesten Gebirgszug der mitteleuropäischen Varisziden schließt sich der **saxothuringische Falteingürtel** an, der etwa vom Pfälzer Wald über den Odenwald bis nach Halle an der Saale verläuft. Seine Südgrenze liegt im nördlichsten Schwarzwald und reicht nach Nordosten bis zum Egergraben. Die Eger grenzt den Oberpfälzer Wald nach Norden zum Fichtelgebirge ab. Die Basis des größten Teils von Süddeutschland bildet das **Moldanubikum**, dessen Gesteine heute im Schwarzwald sowie im Oberpfälzer und Bayerischen Wald zutage treten (Abb. 2.2). Dazwischen sind sie von mächtigen Sedimentgesteinen und lockerem Abtragungsmaterial bedeckt.

Ob durch die Kollision der Kontinentalplatten ein durchgängiges (Hoch-)Gebirge entstanden war, ist fraglich, denn sobald ein Gebiet tektonisch gehoben wird, setzen die Kräfte der Abtragung ein. Die Tatsache, dass vielerorts Gesteine an die Erdoberfläche gelangten, die mehrere Kilometer tief in der Erdkruste (Lithosphäre) gebildet wurden, belegt die intensive Hebung. Das abgetragene Gesteinsmaterial lagerte sich in ausgedehnten Becken an den Rändern der Kollisionszone ab, unter anderem in den Steinkohlebecken, die von Aachen über das Ruhrgebiet bis nach Oberschlesien dem Rheno-Hercynikum nördlich vorgelagert sind. Aber auch innerhalb des variszischen Gebirgszugs gab es Sedimentationsräume, die vor allem gegen Ende der variszischen Gebirgsbildung ganz oder teilweise verfüllt wurden. Außer dem im Karbon (360–300 Mio. J.v. h.) gebildeten Steinkohlebecken an der Saar sind vor allem die unterpermischen Rotliegend-Senken in Südwestdeutschland hierfür ein gutes Beispiel (Abb. 2.3). Auch westlich des Rheins verhüllen bis zu 2000 Meter mächtige Sedimente der Rotliegend-Zeit den Untergrund des Saar-Nahe-Berglands. Wie aus Bohrungen in Süddeutschland bekannt ist, bedecken sie beispielsweise bei Baden-Baden mit mehreren hundert Meter mächtigen Ablagerungen das moldanubische Grundgebirge und sind bis nach Weiden in der Oberpfalz nachgewiesen.

Abb. 2.1 Die Verteilung der Kontinente im Mittleren Devon (oben), Unterkarbon (Mitte) und Oberen Perm (unten). Gegen Ende des Paläozoikums (Karbon/Perm) entstand durch Zusammenschub großer Festlandsmassen ein Großkontinent (Pangaea) und ein riesiger Ozean (Panthalassa) mit einem Ur-Mittelmeer (Tethys) (verändert nach Faupl 2003)

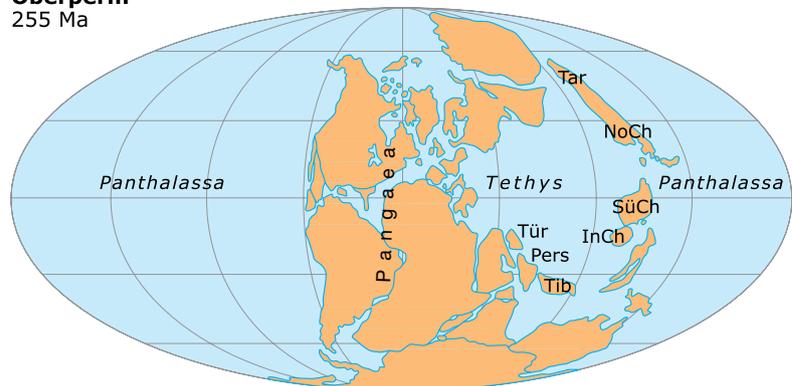
Mittleres Devon
380 Ma



Unterkarbon
330 Ma



Oberperm
255 Ma



Arab - Arabien / Flo - Florida / Ibe - Iberische Halbinsel /
InCh - Indochina / Ind - Indien / Kas - Kasachstan /
NoCh - Nordchina / Pers - Persien / SüCh - Südchina /
Tar - Tarimbecken / Tib - Tibet / Tür - Türkei

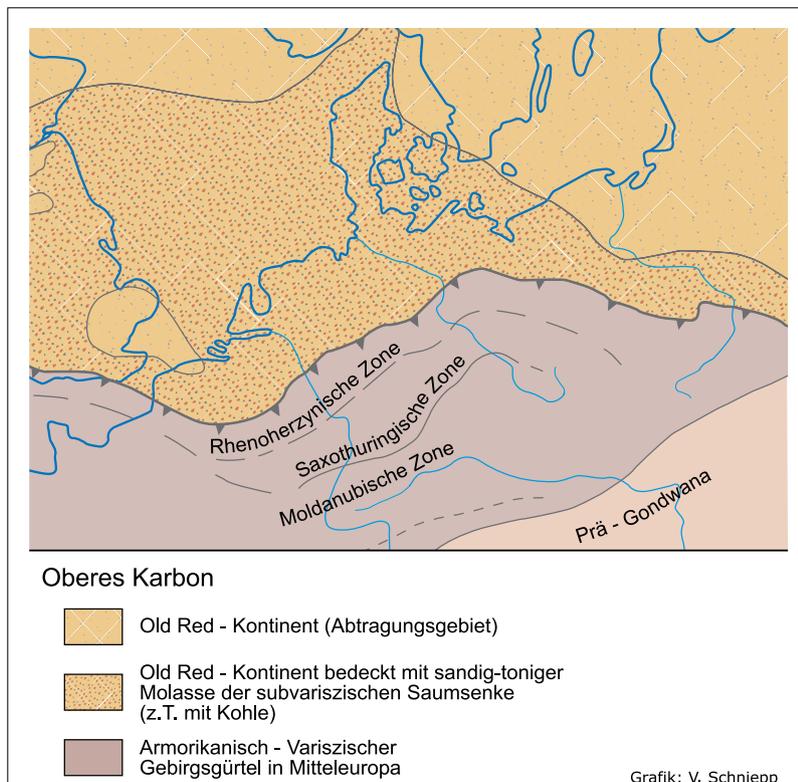


Abb. 2.2 Die drei Faltungszonen des Grundgebirges in Süddeutschland



Abb. 2.3 Die Gesteine des Rotliegenden, hier bei Schramberg im Mittleren Schwarzwald, stammen aus der Zeit des unteren Perm (etwa 280 Mio. J.v. h.) und belegen durch ihre Zusammensetzung und auffallende Rotfärbung eine Abtragung des variszischen Gebirges unter semiariden Klimabedingungen. Die schlecht gerundeten Gesteinsfragmente zeigen an, dass die Sedimente nicht sehr weit transportiert wurden (Foto: J. Eberle)

2.1 Die Situation an der Wende zum Mesozoikum (etwa 250 Mio. J.v. h.)

Vor rund 290 Millionen Jahren war die Kollisionsbewegung zur Ruhe gekommen und ein Großkontinent entstanden, der nahezu die gesamte Festlandsmasse der Erde umfasste (Abb. 2.1). Diese Pangaea (von gr.: *pan gaia* für „ganze Erde“) wurde von einem erdumspannenden Ozean, Panthalassa (von gr.: *pan thalassa*, „ganzer Ozean“) umgeben. Der heute mitteleuropäische Bereich der Nahtstelle, wo der alte Nordkontinent Old Red mit dem Südkontinent (Prä-)Gondwana zusammengefügt worden war, lag damals nur wenig nördlich des Äquators. Während noch im Karbon ein warm-feuchtes Klima vorherrschte und aus den tropischen Sumpfwäldern in den Senken des variszischen Gebirgsgürtels mächtige Steinkohlelagerstätten entstanden, dokumentiert die rote Farbe der permischen Sedimente bereits Trockenheit, denn nur unter solchen Bedingungen bildet sich bei der Verwitterung das rot färbende Eisenoxid Hämatit (Fe_2O_3). Die Aridität war im Wesentlichen eine Folge der kontinentalen Klimabedingungen, die Pangaea mit sich brachte: Nach Norden, Süden und Westen erstreckten sich über viele tausend Kilometer große Landmassen. Lediglich im Südosten bestand durch ein schmales, keilförmiges Randmeer, die Tethys, noch ein Zugang zum Panthalassa-Ozean. Mit dem Ende der variszischen Gebirgsbildung einerseits und intensiven Abtragungsprozessen andererseits hatte sich im Oberen Perm in Mitteleuropa allmählich ein Flachrelief ausgebildet.

2.2 Die Entstehung der Tethys und der Aufbau des Deckgebirges in Süddeutschland

Mit den Rotliegend-Ablagerungen im Perm begann eine erdgeschichtliche Entwicklung, an deren Ende, an der Wende zur Kreidezeit (142 Mio. J.v. h.), große Teile Süddeutschlands von mächtigen Sedimentgesteinen bedeckt gewesen waren. Meeresspiegelschwankungen (Exkurs 2) und tektonische Aufwölbungen bzw. Absenkungen von Teilen der Erdkruste führten in der ehemaligen Kollisionszone der Varisziden immer wieder zu Meerestrans- und -regressionen. Meeres- und Küstensedimente wechseln sich daher vor allem in Südwestdeutschland mit festländischen Ablagerungen ab. Lediglich Randgebiete Süddeutschlands an der Grenze zum Rheinischen Schiefergebirge (Teile des Rheinischen Massivs) und große Teile des Oberpfälzer und Bayerischen Waldes (westliches Böhmisches Massiv) blieben stets topographisch hoch liegende Gebiete, die der fortgesetzten Abtragung unterlagen und nie von Sedimentgesteinen bedeckt waren.

Bereits während der **Zechstein-Zeit** (Oberperm, 260–250 Mio. J.v. h.) hatte sich in Anlehnung an verschiedene Rotliegendmulden ein keilförmiges Senkungsgebiet gebildet. In diesem flachen Trog hatte das Zechsteinmeer vom nördlichen Kontinentalrand Pangaeas aus noch die Vorlandsenke der Varisziden in Norddeutschland erreicht und war durch das heutige Hessen bis nach Südwestdeutschland vorgestoßen. Mit Beginn der Trias (Buntsandsteinzeit, 250–244 Mio. J.v. h.) setzte dann eine leichte Hebung Mitteleuropas und die Regression des Zechsteinmeeres nach Norden ein. Unter semiariden Bedingungen transportierten Flüsse große Sedimentmengen in die vormals vom Zechsteinmeer erfüllte Senke (Abb. 2.5). Die Schüttung erfolgte meist aus Südwesten und wurde durch Material aus dem Böhmisches Massiv ergänzt (Abb. 2.4). Die

Exkurs 2

Meeresspiegelschwankungen

An vielen Küsten finden sich Hinweise auf Schwankungen des Meeresspiegels in der Vergangenheit. Ein ursprünglich höherer Meeresspiegel wird beispielsweise durch alte Strandlinien oder Meeresablagerungen fern der heutigen Küste dokumentiert. Einstmals tiefere Meeresspiegel lassen sich durch heute überflutete Festlandsbereiche oder Flussmündungen belegen. Die Hauptursache von **eustatischen** (von gr.: *eu* für „gut“ und *stasis* für „Stand“) Meeresspiegelschwankungen ist eine vorwiegend klimatisch bedingte Änderung des Wasservolumens in den Ozeanen

(Temperaturänderungen, Inlandvereisungen, Gebirgsvergletscherung). Krustenbewegungen im Zuge plattentektonischer Bewegung, z. B. das Öffnen oder Schließen von Meeresbecken, sowie vertikale Bewegungen (Hebung) ozeanischer Kruste führen dagegen zu **isostatischen** Veränderungen. Dabei ändert sich das Wasservolumen der Ozeane nicht, sondern nur die regionale Verteilung. Seit etwa 30 Millionen Jahren ist der Meeresspiegel, vor allem durch die Antarktisvereisung, tendenziell immer weiter gesunken. Der Festlandsanteil hat sich dadurch vergrößert.

Ablagerungen der Buntsandsteinzeit, vorwiegend Sande und Kiese, zeichnen das damalige Becken nach, dessen Ostrand etwa von Konstanz nördlich der heutigen Donau entlang bis Regensburg und dann nach Norden verläuft.

Tektonische Bewegungen kündigten bereits während der **Buntsandsteinzeit** ein erneutes Aufbrechen Pangaeas südlich der variszischen Kollisionszone an. In der Folge

entwickelte sich das Tethys-Randmeer allmählich zu einem Ozean. Dies belegt die Tatsache, dass sich schon während der Ablagerung des Buntsandsteins der so genannte Polnische Trog vertieft hatte, über den eine Verbindung zum Tethys-Randmeer im Südosten entstand. Am Ende der Buntsandsteinzeit weitete das Röt-Meer sich bis in das Nordseebecken aus. In Südwestdeutsch-

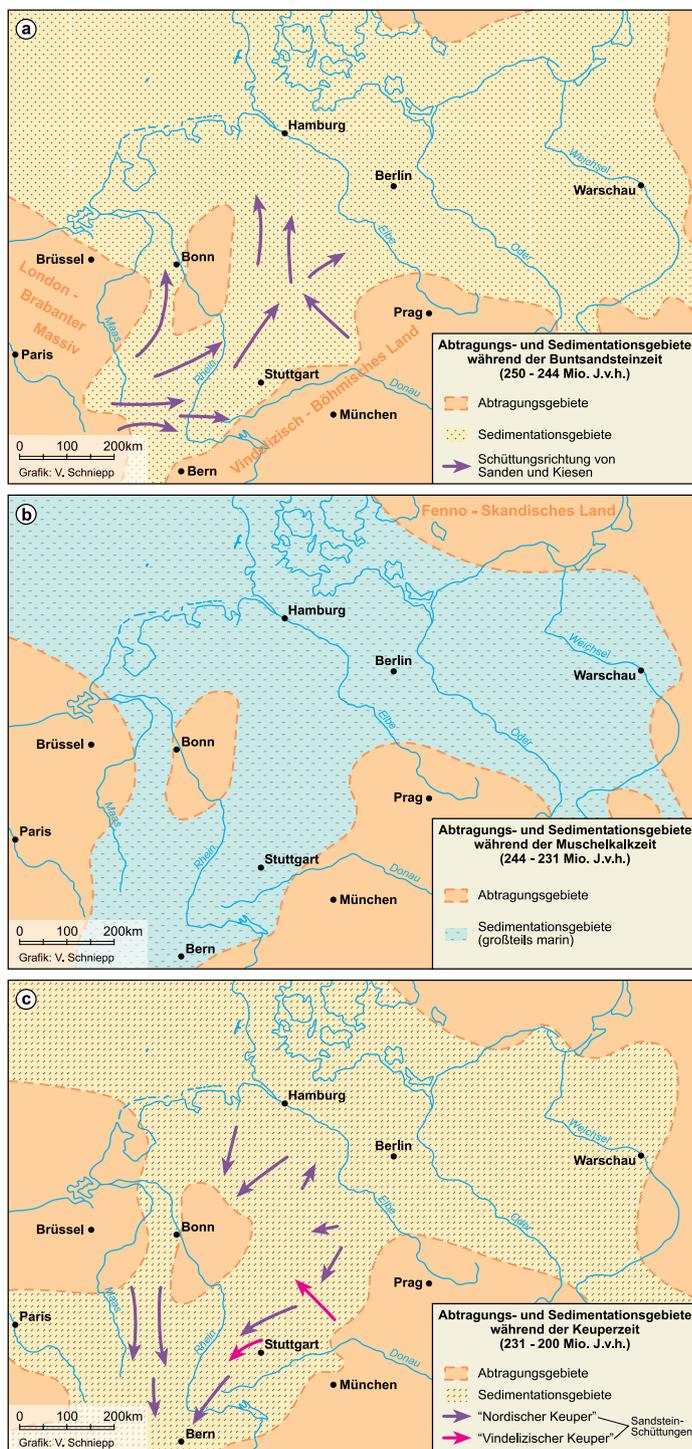


Abb. 2.4 Abtragungs- und Sedimentationsräume in Mitteleuropa während der Trias. Damals entstanden in Süddeutschland Deckgebirgsschichten von mehreren hundert Metern Mächtigkeit, die je nach paläogeographischer Lage aus unterschiedlichen Ablagerungen bestehen (verändert nach Geyer und Gwinner 2011; Faupl 2003)

Abb. 2.5 Oben: Im ehemaligen Steinbruch am Schrofel bei Baiersbronn im Schwarzwald ist die Grenze der gebankten Gesteine des Deckgebirges (Unterer Buntsandstein) zum Granit des Grundgebirges eindrucksvoll zu erkennen. Im linken Bildteil ist dazwischen sogar noch ein Rest der Gesteine des Rotliegenden (Perm) sichtbar. Die Ablagerung der mesozoischen Sedimentgesteine erfolgte offensichtlich in einer Flachlandschaft.

Unten: Auch in der Landschaft wird die Grenze zwischen Grundgebirge und Deckgebirge sichtbar. Bei Schramberg erheben sich die steilen, von Nadelwald bedeckten Hänge des Buntsandsteins wie „Sargdeckel“ über dem Tal der Schiltach, die sich in den Granit des Grundgebirges eingeschnitten hat (beide Fotos: J. Eberle)



land ist diese Entwicklung in immer feineren Sedimenten bis hin zu Röt-Tonen der obersten Buntsandsteinzeit dokumentiert, während große Teile Bayerns Abtragungsgebiet blieben.

Die Transgression setzte sich in der **Mittleren Trias** (Muschelkalkzeit, 244–231 Mio. J.v. h.) fort. Zunächst als Verbindung über den Polnischen Trog und die Hessische Senke, später auch über den Burgundischen Trog bzw. die heutigen Westalpen entwickelte sich in Südwestdeutschland ein flaches Randmeer, das im Norden bis in die südliche Nordsee und im Osten bis nahe an das Böhmisches Massiv reichte. Dieser variszische Festlandskomplex formte zur Zeit des Oberen Muschelkalks zusammen mit der Vindelizischen Schwelle (Abb. 2.4) eine flache Insel, die das Schelfmeer am Rand der Tethys überragte. Je

nach Salzwasserzufuhr aus dem Ozean wurden in dem Flachmeer Dolomite, Sulfate (Gips und Anhydrit) oder Steinsalz ausgefällt oder eingedampft.

Gegen **Ende der Oberen Trias** (Keuperzeit, 231–200 Mio. J.v. h.) zerbrach der Großkontinent Pangaea endgültig in einen Nordkontinent Laurasia (laurentischer Schild: Nordamerika, Nordeuropa, Nordasien) und einen Südkontinent Gondwana (Afrika, Australien, Indien, Antarktika, Südamerika). Dazwischen bildete sich mit der Tethys ein Ozean, der die gesamte äquatoriale Zone umspannte (Abb. 3.1). Diese Entwicklung dokumentierte sich sowohl in sich vertiefenden Ozeanbecken, die einen sinkenden Meeresspiegel zur Folge hatten, als auch in tektonischen Bewegungen an den Kontinentalrändern. So wurde die Meeresverbindung vom Norddeutsch-Pol-

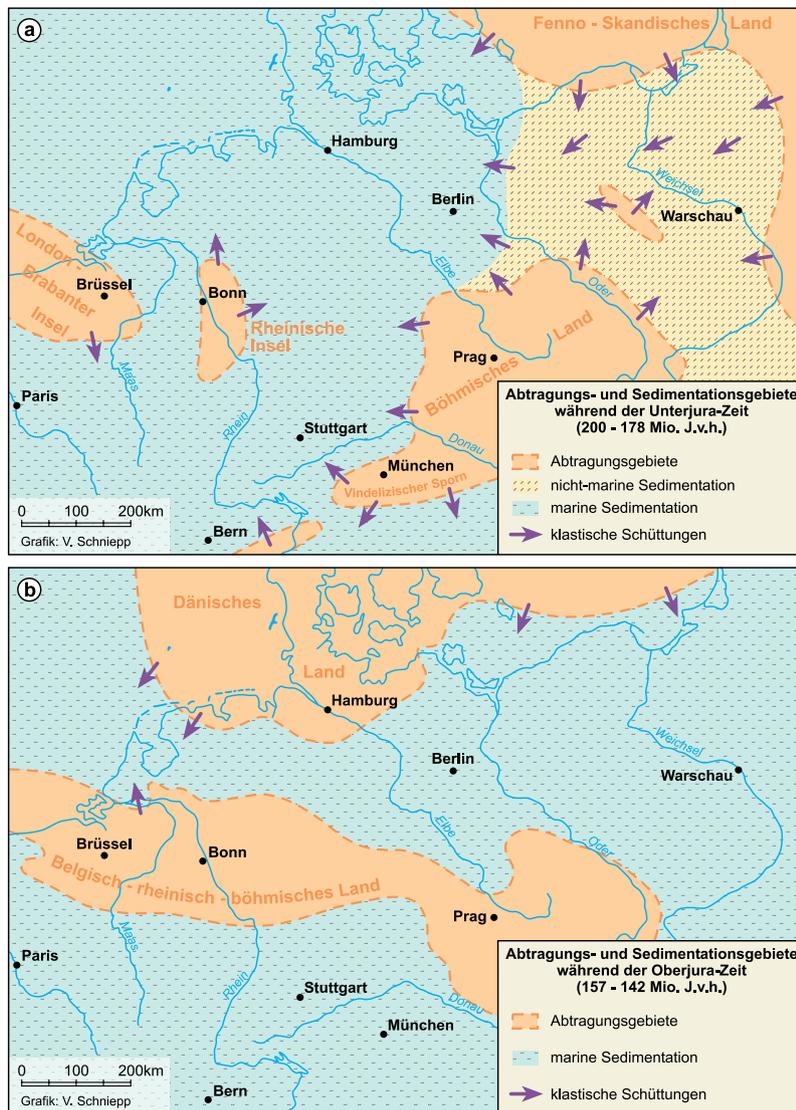


Abb. 2.6 Abtragungs- und Sedimentationsräume in Mitteleuropa während des Jura. Der größte Teil Süddeutschlands wird von einem flachen Schelfmeer bedeckt, in dem die Kalksteine und Dolomite entstehen, die später die Schwäbisch-Fränkische Alb prägen (verändert nach Geyer und Gwinner 2011; Faupl 2003)

nischen Trog zur Tethys unterbrochen. Dadurch konnten festländische Sedimente von Norden (Ostseeraum, Skandinavien) in den südwestdeutschen Raum transportiert werden. Ablagerungen durch Sandschüttungen aus östlicher Richtung belegen gleichzeitig ablaufende Erosionsprozesse im Böhmisches-Vindelizisches Abtragungsgebiet, dessen Westrand etwa von Kempten über Ingolstadt nach Weiden quer durch Süddeutschland verlief. Die Entwässerung richtete sich dabei generell nach Südwesten über den Burgundischen Trog (Ostfrankreich, Westschweiz) zur Tethys hin aus.

Meeresspiegelanstieg und regionale tektonische Senkungsbewegungen (Subsidenzen) führten an der **Wende von der Trias- zur Jurazeit** (200 Mio. J.v. h.) zu einer Überflutung großer Teile Mittel- und Nordwesteuropas. Die flachen Schelfmeerbereiche verbanden die Tethys im Süden mit dem Nordpolarmeer. Im Nordosten Europas lag mit dem Fennoskandischen Land ein großer

Festlandskomplex, dessen Abtragungsmaterial in den Polnischen Trog geschüttet wurde. Diese Sedimente bildeten mit dem Vindelizisch-Böhmisches Land einen Nordost-Südwest verlaufenden Festlandssporn, der noch immer große Teile des heutigen Bayerns umfasste. Südwestdeutschland dagegen war vom Jurameer überflutet, Teile des Rheinischen Schiefergebirges mit dem Hunsrück bildeten die Rheinische Insel.

Während sich die Tethys vor allem nach Westen weiter ausdehnte, begann sich im Verlauf des Mittleren Jura auch der zentralatlantische Ozean zu öffnen – Laurasia zerfiel weiter. Dennoch ging in Mitteleuropa die flache Verbindung von der Tethys zum Nordmeer verloren. Das London-Brabant Massiv, die Rheinische Insel und das Böhmisches Massiv wurden tektonisch durch Landbrücken über die Eifel und die Hessische Senke miteinander verbunden. Damit war ein Vorläufer der Mittelgebirgsschwelle entstanden, die Süd- und Norddeutschland

heute voneinander trennt. Das Vindelizische Land war tektonisch abgesunken, wodurch das Oberjura-Meer in Süddeutschland immer mehr den Charakter eines Randmeeres des Tethys-Ozeans annahm. Es erstreckte sich von Frankreich über Süddeutschland und durch Mähren bis nach Polen. In Süddeutschland waren damit nur der Bayerische Wald, der Oberpfälzer Wald und das Fichtelgebirge sowie randliche Bereiche zur Rheinischen Insel (v. a. Hunsrück) durchgängig festländisch geblieben. Fossilien belegen den randtropisch-subtropischen Charakter des Klimas in der Jura-Zeit. Schwamm- und Korallenriffe weisen auf die geringen Tiefen des warmen Schelfmeeres von meist weniger als 200 Meter hin. Weiter im Süden treten diese flachmarinen Riffe zurück, was auf zunehmende Wassertiefen mit Annäherung an den Tethys-Ozean (Helvetischer Jura) zurückzuführen ist.

Damit sind die geologischen Grundlagen Süddeutschlands gelegt: Den Sockel bilden die variszischen Gesteine aus der Kontinentkollision am Ende des Paläozoikums. Das weiträumig darüber liegende Deckgebirge besteht im Wesentlichen aus mesozoischen Sedimentgesteinen, die aus terrestrischen und marinen Ablagerungen entstanden. Dies ist die Rohform Süddeutschlands an der Wende zur Kreidezeit, mit der die eigentliche Phase der Reliefbildung und Landschaftsentwicklung beginnt.

Literatur zu den Kapiteln 1 und 2

- Ahnert, F. (2015): Einführung in die Geomorphologie. – 5. Aufl., Stuttgart (UTB), 458 S.
- Faupl, P. (2003): Historische Geologie. – 2. Aufl., Stuttgart (UTB), 271 S.
- Gebhardt, H., Glaser, R., Radtke, U. & Reuber, P. [Hrsg.] (2011): Geographie. Physische Geographie und Humangeographie. – 2. Aufl., Heidelberg, Berlin (Spektrum Akademischer Verlag), 1327 S.
- Geyer, O. F. & Gwinner, M. P. (2011): Geologie von Baden Württemberg. – 5. Aufl., Hrsg. Geyer, M., Nietsch, E. & T. Simon, Stuttgart (Schweizerbart), 627 S.
- Henningsen, D. & Katzung, G. (2006): Einführung in die Geologie Deutschlands. – 7. Aufl., Heidelberg, Berlin (Spektrum Akademischer Verlag), 234 S.
- Leibniz-Institut für Länderkunde [Hrsg.] (2003): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland, Bd. 2 Relief, Boden und Wasser. – Heidelberg, Berlin (Spektrum Akademischer Verlag), 170 S.
- Liedtke, H. & Marcinek, J. (2002): Physische Geographie Deutschlands. – 3. Aufl., Gotha [u.a.] (Klett-Perthes), 786 S.
- Meschede, M. (2015): Geologie Deutschlands. – Berlin, Heidelberg (Springer Spektrum), 249 S.
- Rothe, P. (2006): Die Geologie Deutschlands. 48 Landschaften im Porträt – Darmstadt (Primus), 240 S.
- Wagner, G. (1960): Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte mit besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands. – Öhringen (Rau), 694 S.
- Walter, R. (2007): Geologie von Mitteleuropa. – 7. Aufl., Stuttgart (Schweizerbart), 511 S.