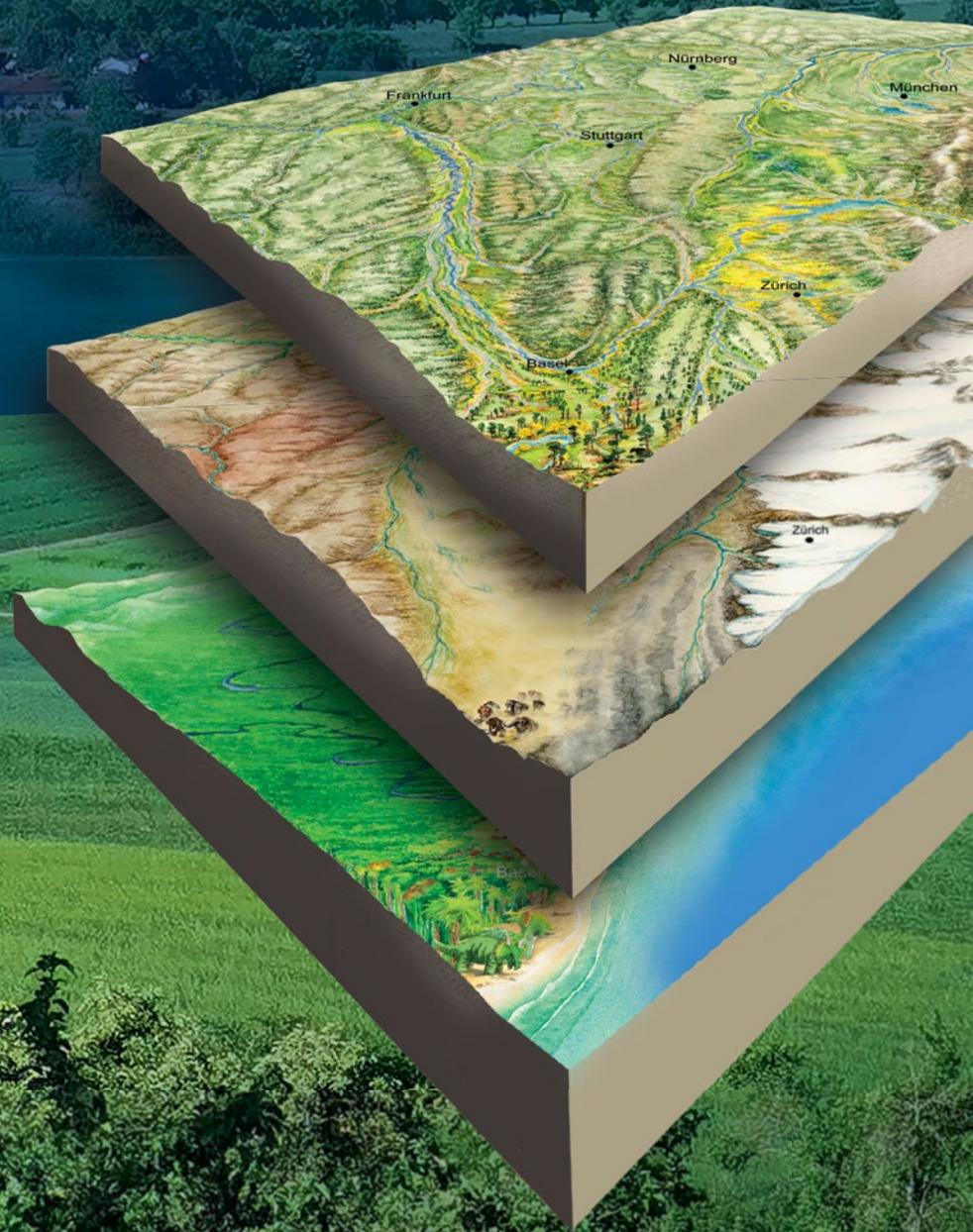


Joachim Eberle · Bernhard Eitel  
Wolf Dieter Blümel · Peter Wittmann

# Deutschlands Süden

vom Erdmittelalter  
zur Gegenwart



## Deutschlands Süden - vom Erdmittelalter zur Gegenwart

Joachim Eberle • Bernhard Eitel • Wolf Dieter Blümel  
Peter Wittmann

# Deutschlands Süden - vom Erdmittelalter zur Gegenwart

4. Auflage

Mit Blockbildern von Bettina Allgaier

 Springer

Joachim Eberle  
Geographisches Institut  
Universität Tübingen  
Tübingen, Deutschland

Wolf Dieter Blümel  
Asperg, Deutschland

Bernhard Eitel  
Rektorat  
Universität Heidelberg  
Heidelberg, Deutschland

Peter Wittmann  
Leipzig, Deutschland

ISBN 978-3-662-66232-8      ISBN 978-3-662-66233-5 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-66233-5>

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, ein Teil von Springer Nature 2007, 2010, 2017, 2023

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 allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

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. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Illustrationen von Bettina Allgaier

Umschlaggestaltung deblik Berlin unter Verwendung eines Motivs von Bettina Allgaier

Planung/Lektorat: Simon Shah-Rohlfis

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

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

*Es gibt keine Gegenwart oder Zukunft, nur die Vergangenheit,  
die wieder und wieder geschieht – jetzt.*

*(Eugene O'Neill)*

## Vorwort

---

Vor fünfzehn Jahren erschien die erste Auflage von „Deutschlands Süden“. Dass wir nun bereits die vierte 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 um 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 Jahren natürlich 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 2017 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 vierte Auflage von „Deutschlands Süden“ bei möglichst vielen Leserinnen und Lesern Interesse und Begeisterung für die abwechslungsreichen Landschaften Süddeutschlands wecken wird.

Ein großes Dankeschön an alle, die uns auf vorhandene Fehler der 3. Auflage aufmerksam gemacht haben. Für die aktuelle Auflage haben junge und engagierte Fachkolleg(inn)en aktuelle Beiträge geliefert. Unser besonderer Dank gilt Herrn Felix Martin Hofmann, der neben zahlreichen neuen Fotos und Grafiken das Kapitel zum Spätglazial überarbeitet und mit neuen Forschungsergebnissen aus dem Südschwarzwald aktualisiert hat. Manuel Hommel danken wir für den engagierten Blick in die Zukunft im letzten Kapitel. Frau Prof. Dr. Madelaine Böhme verdanken wir die schöne Drohnenaufnahme der Tongrube Pforzen und Textpassagen zu aktuellen Forschungen im Miozän. Dr. Stefan Hecht hat uns aktuelle methodische Ergänzungen geliefert. Theresia Frimberger, Dr. Birgit Tuchen, Tobias Kappel, Maximilian Wunderle und Armin Schäfer lieferten aktuelle Fotos und Ideen zur besseren Zugänglichkeit der Exkurse. Für die Hilfe bei der Endkorrektur danken wir ganz herzlich Bettina Allgaier.

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

Tübingen/Heidelberg/Ludwigsburg/Leipzig

Frühjahr 2023

## 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 $^{14}\text{C}$ -Daten (z. B. 1278 $\pm$ 68 BP)
cal (= kal)	kalibriert, mit Hilfe von Eichkurven in Kalenderjahre umgerechnete $^{14}\text{C}$ -Daten (z. B. 756 cal AD, s. Exkurs 7.4)
$\text{C}_{\text{org}}$	Gehalt an organischem Kohlenstoff
$^{14}\text{C}$	Radioaktives Kohlenstoff-Isotop (s. Exkurs 7.4)
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)
m ü. NHN	Meter über Normalhöhennull
Mio. J. v. h.	Millionen Jahre vor heute
MIS	Marines Isotopenstadium (s. Exkurs 4.1)
TL-Alter	Thermolumineszenz-Alter (s. Exkurs 9.4)
Tsd. J. v. h.	Tausend Jahre vor heute

### ■ Verzeichnis der fachlichen Exkurse

Exkurs 1.1	Reliefgenerationen als Geoarchive	5
Exkurs 2.1	Meeresspiegelschwankungen	11
Exkurs 3.1	Rumpfflächen	20
Exkurs 3.2	Saprolit	22
Exkurs 3.3	Der Beuroner Sandstein – erster Beleg für Kreidesedimentation in Südwestdeutschland?	28
Exkurs 4.1	Das „Geheimnis“ der Sauerstoff-Isotope in Ozeanen	33
Exkurs 4.2	Die Grube Messel – ein tropischer Sumpf als erstes bedeutendes Archiv der Landschaftsgeschichte Süddeutschlands	36
Exkurs 4.3	Bohnerze – alte Zeugen einer intensiven chemischen Verwitterung	40
Exkurs 4.4	Das Molassebecken – Abgrenzung und Gliederung	42
Exkurs 4.5	Was verbirgt sich hinter der Älteren Juranagelfluh	49

Exkurs 4.6	Die Ochsenschotter – Zeugnisse der paläogenen Ur-Brenz	50
Exkurs 5.1	Das Messinian Event	58
Exkurs 5.2	Komplexe Meeresmolasse am Nordrand des Beckens – das Profil Tengen	61
Exkurs 5.3	Datierung von Gesteinen mit Hilfe der Kalium-Argon-Methode	66
Exkurs 5.4	Das Riesereignis – zwei Asteroideneinschläge vor 15 Mio. Jahren	69
Exkurs 5.5	Paläoböden des Neogens	72
Exkurs 5.6	Was sind Schichtfluten?	75
Exkurs 5.7	Die Jüngere Juranagelfluh	76
Exkurs 5.8	Fußflächen	78
Exkurs 5.9	Das Märchen von den „wandernden“ Schichtstufen	81
Exkurs 5.10	Breiterrassen – Zeugnisse einer Talanlage im Obermiozän und Unterpliozän	85
Exkurs 5.11	Wie kommt es zur Anzapfung eines Flusses?	89
Exkurs 5.12	Verkarstung	89
Exkurs 6.1	Wie kommt es zu Kaltzeiten?	97
Exkurs 6.2	Pollenanalyse	100
Exkurs 6.3	Deckenschotter und Paläoböden der Iller-Mindel-Lechplatte	106
Exkurs 6.4	Die Goldshöfer Sande – Zeugen für die Umlenkung der Ur-Brenz	110
Exkurs 7.1	Der Rheingletscher im Mittelpleistozän	117
Exkurs 7.2	Was „erzählen“ die Schotter und Sande am Neckar?	125
Exkurs 7.3	Der Travertin von Bad Cannstatt	129
Exkurs 7.4	Radiokohlenstoff- Altersbestimmung oder C <sup>14</sup> Datierung	130
Exkurs 7.5	Die Glaziale Serie im Schussenbecken	132
Exkurs 7.6	Gliederung periglazialer Deckschichten in Mittelgebirgen	140
Exkurs 7.7	Löss – vom Wind verweht	142
Exkurs 7.8	Die Ablenkung der Feldberg-Donau durch die Wutach	146
Exkurs 8.1	Dendrochronologie	154
Exkurs 8.2	Oberflächenexpositionsdatierungen mit terrestrischen kosmogenen Nukliden	159
Exkurs 8.3	Schwemmkegel- und Talsohlenentwicklung am Alpen-nordrand im Spätglazial und Holozän	161
Exkurs 8.4	Die Flussterrassen am unteren Inn	163
Exkurs 8.5	Zwei Flüsse im Oberrheingraben?	166
Exkurs 8.6	Wie kam es zur Abkühlung während der Jüngeren Tundrenzeit?	168
Exkurs 8.7	Torfbildung und Moorentwicklung	170
Exkurs 9.1	Das Anthropozän	177
Exkurs 9.2	Makrorestanalyse	180
Exkurs 9.3	Bodenerosion und Kolluvien	182

Exkurs 9.4	Lumineszenz-Datierung	184
Exkurs 9.5	Anthropogene Geomorphodynamik im Mittleren Schwarzwald am Beispiel eines rheintributären Kerbtals	192
Exkurs 9.6	Der Oberrhein – Umbau einer Flusslandschaft	196
Exkurs 9.7	Kulturlandschaftswandel auf der Schwäbischen Alb	202
Exkurs 9.8	Massenbewegungen am Trauf der Mittleren Schwäbischen Alb	207
Exkurs 9.9	Kalktuff, Travertin, Kalksinter	211
Exkurs 10.1	„Unter die Haut“: Sedimenttomographie zur Erkundung von Böden und Sedimenten	216

# Inhaltsverzeichnis

---

1	<b>Einleitung</b> .....	1
1.1	Wozu dieses Buch? .....	2
1.2	Räumliche Abgrenzung .....	4
1.3	Archive der Landschaftsgeschichte .....	4
2	<b>Land und Meer im Wandel – die Grundlagen der süddeutschen Landschaft</b> .....	7
2.1	Die Situation an der Wende zum Mesozoikum (etwa 250 Mio. J. v. h.) .....	11
2.2	Die Entstehung der Tethys und der Aufbau des Deckgebirges in Süddeutschland .....	11
	Literatur zu den Kapiteln 1 und 2 .....	16
3	<b>Die Kreidezeit – eine Spurensuche</b> .....	17
3.1	Globale Übersicht .....	19
3.2	Spuren der Landformung im Kristallin der Rheinisch-Böhmischen Masse .....	20
3.3	Thesen zur kreidezeitlichen Landformung im Deckgebirge Süddeutschlands .....	22
	Literatur .....	29
4	<b>Das Paläogen – Landformung unter tropischen Bedingungen</b> .....	31
4.1	Erdklima und globale Tektonik .....	34
4.2	Paleozän bis Unteroligozän (66–30 Mio. J. v. h.) – neue tektonische Strukturen und Landformung in Süddeutschland .....	35
4.3	Oligozän bis Untermiozän (30–16 Mio. J. v. h.) – erste Täler, Schichtstufen und neue Flächenstockwerke .....	46
	Literatur .....	53
5	<b>Die Formung der Landschaft im Neogen</b> .....	55
5.1	Paläogeographie und Klima im Neogen .....	57
5.2	Landschaftsentwicklung im Mittelmiozän .....	58
5.3	Obermiozän und Pliozän – die Grobformung Süddeutschlands .....	72
5.4	Obermiozän und Pliozän – Gewässernetz und Karstentwicklung .....	81
5.5	Fazit – Süddeutschland am Ende des Neogens .....	91
	Literatur .....	91
6	<b>Von der Waldsteppe zur ersten Kaltzeit – die Landformung im frühen Pleistozän</b> .....	93
6.1	Das Pleistozän – Überblick und Gliederung .....	96
6.2	Das Unterpleistozän – eine Hochphase der fluvialen Landformung .....	101
	Literatur .....	111
7	<b>Landformung während der großen Kaltzeiten – das Mittel- und Oberpleistozän</b> .....	113
7.1	Maximalvereisung und Talentwicklung während des Mittelpleistozäns .....	115
7.2	Das Eem – die Warmzeit zwischen Riß- und Würm-Komplex .....	124
7.3	Die Würm-Kaltzeit – der letzte Schliff für Süddeutschland .....	127
7.4	Erste Spuren des Menschen .....	145
	Literatur .....	148

8	<b>Vom Ende der letzten Kaltzeit bis zu den ersten Bauern</b> .....	151
8.1	Geoarchive des Spätglazials und frühen Holozäns .....	153
8.2	Von der Kräutersteppe zur Waldlandschaft – Landformung im Spätglazial zwischen 15.000 und 13.000 J. v. h. ....	153
8.3	Die Jüngere Tundrenzeit – ein Kälterückschlag vor dem Holozän .....	167
8.4	Das frühe Holozän (11.700–7500 J. v. h.) – die letzte Phase natürlicher Formung in Süddeutschland .....	169
	Literatur .....	173
9	<b>Die letzten 7500 Jahre – der Mensch formt die Landschaft</b> .....	175
9.1	Archive der mittel- und jungholozänen Landschaftsveränderung .....	178
9.2	Oberflächenveränderung durch landwirtschaftliche Nutzung.....	181
9.3	Eingriffe in Flusslandschaften.....	188
9.4	Eingriffe in Moor- und Seelandschaften.....	191
9.5	Oberflächenveränderungen durch Gewinnung mineralischer Rohstoffe.....	195
9.6	Landschaftsveränderungen der Moderne.....	201
9.7	Gibt es heute noch natürliche Formungsprozesse in Süddeutschland? .....	203
	Literatur .....	211
10	<b>Die Zukunft der süddeutschen Landschaft</b> .....	215
10.1	Kulturlandschaften im stetigen Wandel.....	218
10.2	Wird unsere Landschaft zunehmend technisiert? .....	221
	Weiterführende Literatur.....	224
	<b>Serviceteil</b>	
	Anhang .....	226
	Stichwortverzeichnis .....	229



# Einleitung

## Inhaltsverzeichnis

- 1.1 **Wozu dieses Buch? – 2**
- 1.2 **Räumliche Abgrenzung – 4**
- 1.3 **Archive der Landschaftsgeschichte – 4**

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. 1.1). Das geowissenschaftliche Lehrbuch mit starken regionalen Bezügen fand fächerübergreifend große Anerkennung und wurde, auch wegen seiner für damalige Verhältnisse aufwendigen 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)



■ Abb. 1.1 Georg Wagner (1885–1972). (Foto: unbekannt)

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 (■ Abb. 1.2). Die modellhafte Ausprägung von Grundgebirgslandschaften, Schichtstufenlandschaften, einer großen Grabenbruchlandschaft sowie einem alpinen Hochgebirge als Südgrenze wird ergänzt durch Becken- und Vulkanlandschaften, Glaziallandschaften sowie zwei markante Asteroidenkrater. 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 145 Mio. 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 Mio. 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 Gliederung (Zeittabelle im [Anhang](#)). 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 (145–66 Mio. J. v. h.) nur sehr wenige Spuren erhalten sind,

■ **Abb. 1.2** 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)



bleibt das Bild der damaligen Ur-Landschaft unscharf. Ausgehend von dieser noch wenig differenzierten Rohform erhielt die Oberflächengestalt im Lauf der Jahr-millionen 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 Gesamt-raumes 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 Landschafts-geschichte 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 Wirtschafts-raumes beitragen, denn die ökologischen und ökonomischen Potenziale Süddeutschlands sind ohne eine Berücksichtigung der Landschaftsgeschichte nicht zu erklären. Auch die aktuell zu beobachtende Zunahme von Naturgefahren lässt sich in ihren lokalen Auswirkungen nicht allein durch den Klimawandel erklären, sondern erfordert ein grundlegendes Verständnis der Landschaftsgenese.

### Landschaft

Unter Landschaft wird hier die Gesamtheit aller bio-geoklimatischen 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 [Anhang](#)). Im Westen ist dies der Oberrheingraben mit der Landesgrenze zu Frankreich bzw. der westliche Rahmen des Oberrheingrabens mit Pfälzer Wald, Rheinhessischem Hügelland und Saar-Nahe-Gebiet. 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 (145–66 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 im [Anhang](#) 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- oder Kältesteppevegetation. Günstige Erhaltungsbedingungen für Relikte der vorzeitlichen Formung bieten sogenannte **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 (▣ Abb. 1.4). 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 Formungsphasen als **Reliefgenerationen** (► Exkurs 1.1) 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“).

## Exkurs 1.1

**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 ermög-

lichen dadurch eine Rekonstruktion der Entstehung dieser Landschaft. Zu den wichtigsten Reliefgenerationen Süddeutschlands gehören mesozoisch-paläogene Rumpfflächenlandschaften, neogene 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 im oberen Foto enthält holozäne Torfe und Seeablagerungen auf denen die Stadt Stuttgart einst gegründet wurde. In den Ablagerungen darüber sind verschiedene Phasen der Siedlungsentwicklung dokumentiert, wie etwa römerzeitliche Brennöfen (Foto unten). (Beide Fotos: J. Eberle)





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

## Inhaltsverzeichnis

- 2.1 Die Situation an der Wende zum Mesozoikum (etwa 250 Mio. J. v. h.) – 11
  - 2.2 Die Entstehung der Tethys und der Aufbau des Deckgebirges in Süddeutschland – 11
- Literatur zu den Kapiteln 1 und 2 – 16

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 Mio. Jahren auf Kollisionskurs befanden (■ Abb. 2.1). Der Zusammenstoß der Landmassen begann am Ende des Devons vor etwa 380 Mio. 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 Mio. 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 sogenannten 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 **Reno-Hercynikum**, das südlich des Rheinischen Schiefergebirges Südwestdeutschland berührt. An diesen ältesten Gebirgszug der mitteleuropäischen Varisziden schließt sich der **saxothuringische Faltengürtel** 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 Reno-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 m mächtige Sedimente der Rotliegendzeit 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.

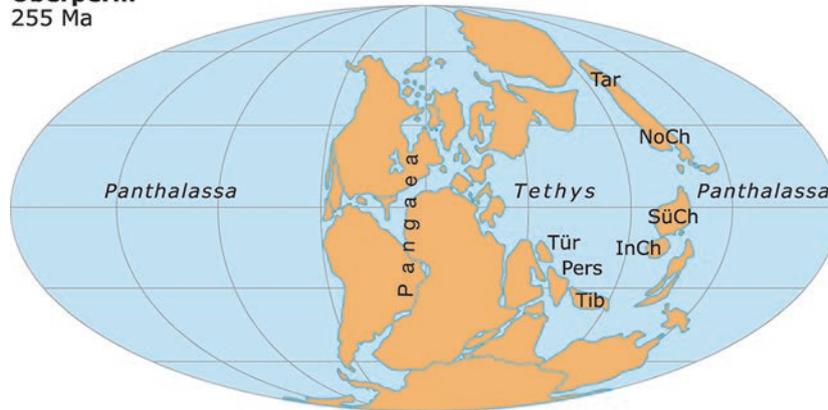
**Mittleres Devon**  
380 Ma



**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

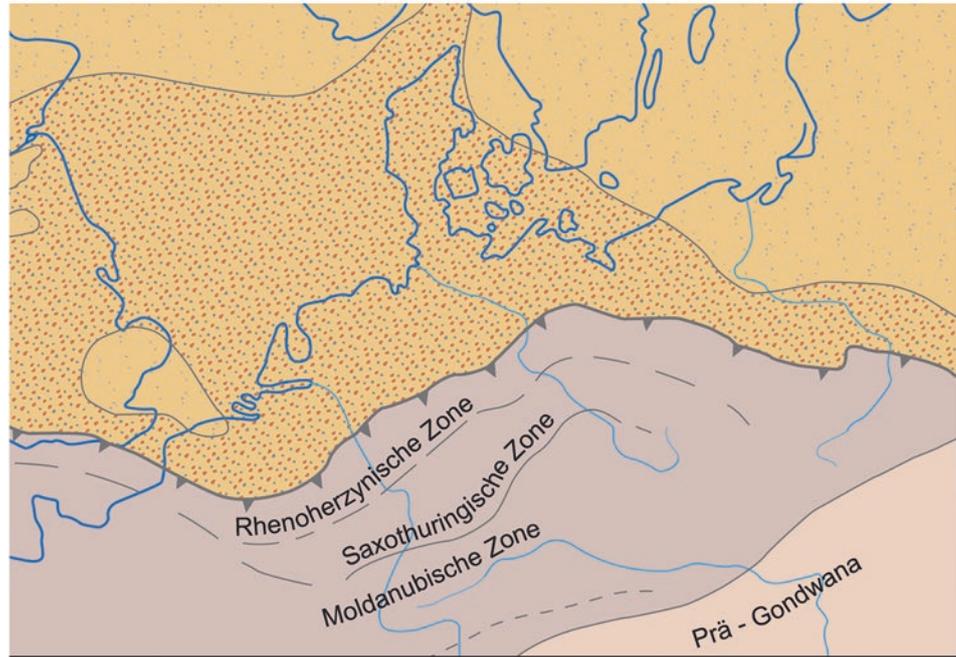
Grafik: V. Schniepp

**Abb. 2.1** Die Verteilung der Kontinente im Mittleren Devon (oben), Unterkarbon (Mitte) und Oberen Perm (unten). Gegen Ende des Paläozoikums (Karbon/Perm) entstanden durch Zusammen-

schub großer Festlandsmassen ein Großkontinent (Pangaea) und ein riesiger Ozean (Panthalassa) mit einem Ur-Mittelmeer (Tethys). (Verändert nach Faupl 2003)

■ **Abb. 2.2** Die drei Faltungszonen des Grundgebirges in Süddeutschland

2



**Oberes Karbon**

-  Old Red - Kontinent (Abtragungsgebiet)
-  Old Red - Kontinent bedeckt mit sandig-toniger Molasse der subvariszischen Saumsenke (z.T. mit Kohle)
-  Armorikanisch - Variszischer Gebirgsgürtel in Mitteleuropa

Grafik: V. Schniepp

■ **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 Mio. 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 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). 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.

### Exkurs 2.1

#### 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 (Temperatur-

änderungen, 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 Mio. Jahren ist der Meeresspiegel, vor allem durch die Antarktisvereisung, tendenziell immer weiter gesunken. Der Festlandsanteil hat sich dadurch vergrößert.

## 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 (145 Mio. J. v. h.), große Teile Süddeutschlands von mächtigen Sedimentgesteinen bedeckt gewesen waren. Meeresspiegelschwankungen (► Exkurs 2.1) 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 fort-

gesetzten Abtragung unterlagen und nie von Sedimentgesteinen bedeckt waren.

Bereits während der **Zechsteinzeit** (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. 2.4a). Die Schüttung erfolgte meist aus Südwesten und wurde durch Material aus dem Böhmisches Massiv ergänzt (■ Abb. 2.5). Die Ablagerungen der Buntsandsteinzeit, vorwiegend Sande und Kiese, zeichnen das damalige Becken nach, dessen Ostrand

**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)

