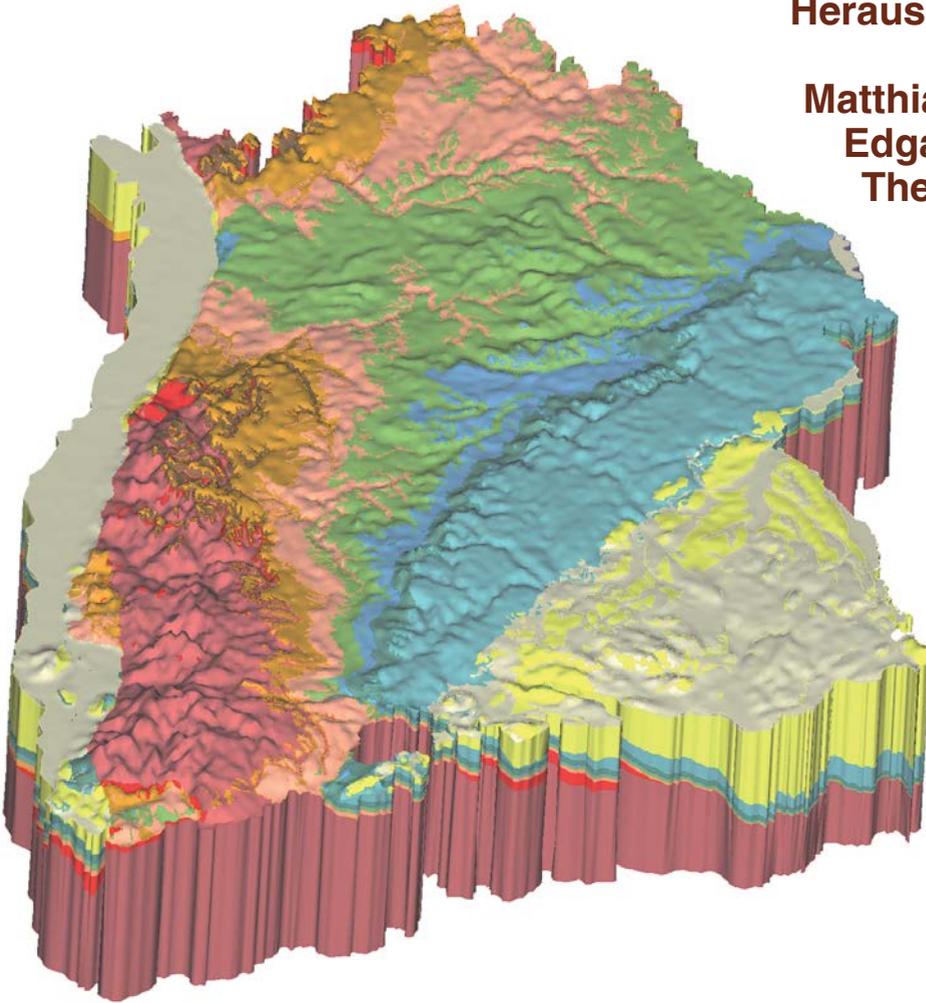


Geyer/Gwinner

Geologie von Baden-Württemberg

5., völlig neu bearbeitete Auflage

Herausgegeben
von
Matthias Geyer
Edgar Nitsch
Theo Simon



Schweizerbart Science Publishers

Geologie von Baden-Württemberg

Otto F. Geyer und Manfred P. Gwinner

Geologie von Baden- Württemberg

5., völlig neu bearbeitete Auflage, herausgegeben von

Matthias Geyer, Edgar Nitsch und Theo Simon

unter Mitarbeit von

Dietrich Ellwanger (LGRB Freiburg i. Br.), Matthias Franz (LGRB Freiburg i. Br.),
Ute Gebhardt (SMN Karlsruhe), Hans Hagdorn (Muschelkalkmuseum Ingelfingen),
Ulrich Kull (Stuttgart), Manfred Martin (LGRB Freiburg i. Br.), Winfried Reiff (Lein-
felden-Echterdingen), Isabel Rupf (LGRB Freiburg i. Br.), Günter Schweigert (SMN
Stuttgart), Eckhard Villingner (Freiburg i. Br.), Ulrike Wielandt-Schuster (LGRB Frei-
burg i. Br.), Hubert Zedler (LGRB Stuttgart)

mit 185, teils farbigen Abbildungen und 4 Tabellen



Schweizerbart · Stuttgart 2011

O. F. Geyer, M. P. Gwinner: Geologie von Baden-Württemberg, herausgegeben von M. Geyer, E. Nitsch, T. Simon

Adressen der Herausgeber:

Dr. Matthias Geyer, Hansjakobstraße 112b, 79117 Freiburg i. Br. (geotourist@aol.com)

Dr. Edgar Nitsch, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, 79095 Freiburg i. Br. (Edgar.Nitsch@rpf.bwl.de)

Prof. Dr. Theo Simon, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau und Universität Stuttgart (i. R.), Gehrendshalde 42, 74427 Fichtenberg (simon-fichtenberg@gmx.de)

Abkürzungen der Titelseite:

LGRB: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

SMN: Staatliches Museum für Naturkunde

Umschlag: Geologisches Blockbild von Baden-Württemberg, erzeugt aus dem Geologischen Landesmodell Baden-Württemberg, mit freundlicher Genehmigung des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (nach RUPF & NITSCH 2008).

4. Auflage 1991 (Geyer/Gwinner)

3. Auflage 1986 (Geyer/Gwinner)

2. Auflage 1968 (Geyer/Gwinner)

1. Auflage 1964 (Geyer/Gwinner)

ISBN ebook (pdf) 978-3510-65469-7

ISBN 978-3-510-65267-9

Information on this title: www.schweizerbart.de/9783510652679

© 2011 E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, Germany

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt besonders für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Verlag: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller)
Johannesstr. 3A, 70176 Stuttgart, Germany
mail@schweizerbart.de
www.schweizerbart.de

© Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier nach ISO 9706-1994

Satz: Satzpunkt Ursula Ewert GmbH

Printed in Germany by Druckerei zu Altenburg

Vorwort

„Wer sich mit der Geologie Baden-Württembergs beschäftigen will, wird sich des Mangels einer zusammenfassenden Übersicht bewusst, der gegenwärtig im Schrifttum besteht“ – als OTTO F. GEYER und MANFRED P. GWINNER dies 1964 im Vorwort der ersten Auflage des vorliegenden Buches feststellten, waren bereits mehr als vier Jahrzehnte vergangen, seit WILHELM DEECKE und EDWIN HENNIG Übersichtsdarstellungen der Geologie von Baden und von Württemberg und Hohenzollern vorgelegt hatten – mehr als acht Jahrzehnte sogar seit Erscheinen des ersten Buches dieser Art von OSKAR FRAAS. In der Folge erlebte die „Geologie von Baden-Württemberg“ von O. F. GEYER und M. P. GWINNER bis 1991 drei weitere Auflagen, in denen die Autoren Text und Abbildungen immer wieder dem fortschreitenden Kenntnisstand anpassten und den Inhalt um neue Forschungsergebnisse ergänzten. Auch die vierte Auflage des inzwischen zum Standardwerk gewordenen Buches ist seit etlichen Jahren vergriffen. Die Fertigstellung der bereits geplanten fünften Auflage war den Autoren nicht mehr vergönnt.

Die nun vorliegende Neuausgabe des Buches knüpft zum Einen bewusst in Aufbau und inhaltlicher Ausrichtung an Bewährtes aus den früheren Auflagen an, geht aber zum Anderen weit über eine Überarbeitung hinaus. In fast fünfjähriger Arbeit haben wir den Text vollständig neu verfasst, fast sämtliche Abbildungen neu ausgewählt oder neu gezeichnet. In den zwanzig Jahren seit Erscheinen der vierten Auflage hat sich der Kenntnisstand zur Geologie des Landes in rasantem Tempo fortentwickelt – von den im Literaturverzeichnis angeführten Schriften sind über 40 % nach 1990 erschienen, mehr als die Hälfte seit Erscheinen der stark erweiterten 3. Auflage des Jahres 1986.

Das Buch gliedert sich in fünf Teile. Nach einer einleitenden Darstellung der mehr als zwei Jahrhunderte überspannenden Erforschungsgeschichte gibt Kapitel 2 eine kurz gefasste Übersicht über die Naturräume, den allgemeinen geologischen Bau und die erdgeschichtliche Entwicklung in Baden-Württemberg. Den Hauptteil des Buches bildet, wie schon in den früheren Auflagen, die Darstellung der Gesteinsfolge und ihrer regionalen Sonderentwicklungen. Insbesondere das Grundgebirge und nichtmetamorphe Paläozoikum sowie das Tertiär und die landschaftsgeschichtliche Entwicklung nehmen einen etwas größeren Raum als in früheren Auflagen ein. Dabei können und müssen die tektonische Entwicklung des Landesgebiets, die Klimageschichte und die Entstehungsweise der Gesteine heute eine breitere Würdigung erfahren, als dies noch vor einigen Jahrzehnten der Fall war. Dabei sollte auch kurz auf die zahlreichen Zusammenhänge zwischen der Geologie des Landesgebiets mit derjenigen benachbarter Regionen eingegangen werden. Die überregionale Vereinheitlichung der geologischen Nomenklatur, insbesondere in der Stratigraphie, hat in dieser Zeit auch für Baden-Württemberg zahlreiche neue Namen gebracht, die in einer Übersichtsdarstellung erläutert werden müssen. Kapitel 4 beschäftigt sich mit dem tektonischen Bau des Landes, wobei der Schwerpunkt auf den Strukturen der alpidischen und neotektonischen Epochen liegt. Das abschließende Kapitel beschäftigt sich mit den engen Wechselbeziehungen zwischen menschlicher Tätigkeit und Geologie – besonders die vielfältigen und zunehmenden Eingriffe des Menschen in die feste Erde führen zwingend dazu, auch den Menschen als geologischen Faktor zu sehen. Als Ausdruck der geologischen Voraussetzungen für menschliche Existenz und Kultur kommen in eigenen Kapiteln die angewandten Geowissenschaften zur Sprache, wenngleich hier nur kurze

Übersichten zu den Besonderheiten im Landesgebiet und Hinweise auf weiterführende Literatur gegeben werden können.

Der Umfang des Themas macht es heute einem kleinen Autorenteam unmöglich, die gesamte Geologie von Baden-Württemberg sicher und auf aktuellem Stand zu beherrschen. Deshalb danken wir den im Titel als Mitarbeiter genannten Kolleginnen und Kollegen für die Durchsicht der Texte einzelner oder mehrerer Kapitel und für zahlreiche Hinweise, Anregungen und Vorschläge. Wir möchten auch den zahlreichen Personen danken, die uns in unterschiedlichster Weise beim Zustandekommen des Buches unterstützt haben. Herr Prof. Dr. Ralph Watzel, Leiter des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau beim Regierungspräsidium Freiburg hat das Zustandekommen des Buches stets unterstützt und gab uns die Möglichkeit, Daten des Amtes zu verwenden. Dr. Johannes Baier (Tübingen), Dr. Ute Gebhardt und Dr. Wolfgang Munk (Staatliches Museen für Naturkunde Karlsruhe), Rolf Bernhard Hauff (Urweltmuseum Hauff), Dr. Barbara Karwatzki und Dr. Günter Wahlefeld (Naturkundemuseum Reutlingen), Dr. Franz-Xaver Schmidt, Dr. Rainer Schoch, Dr. Günter Schweigert und Dr. Reinhard Ziegler (Staatliches Museen für Naturkunde Stuttgart), Bettina Schmücking, Dr. Rainer Schweizer und Dr. Wolfgang Werner (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau) waren uns bei der Beschaffung von Abbildungen behilflich. Zahlreiche Grafiken wurden von Isabel Rupf (Freiburg i. Br.), teilweise auch von Maria Weikert (Stuttgart) angefertigt. Anregungen in Diskussionen gaben darüber hinaus Prof. Dr. Thomas Aigner (Tübingen), Dr. Johannes Baier (Tübingen), Prof. Dr. Thomas Kenkmann (Freiburg i. Br.), Prof. Dr. Randolph Rausch (Kornthal), Dr. Dieter Seegis (Schorn-dorf) und Prof. Dr. Hartmut Seyfried (Stuttgart). Wir danken auch unseren Verlegern, Dr. Erhard Nägele, Dr. Andreas Nägele und Dr. Walter Obermiller von der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, für das in uns gesetzte Vertrauen und die stete Unterstützung trotz mancher unvorhergesehener Verzögerung bei der Fertigstellung.

Freiburg i. Br.,
August 2010

*Matthias Geyer
Edgar Nitsch
Theo Simon*

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Inhaltsverzeichnis	VII
1 Geologische Erforschung Südwestdeutschlands	1
1.1 Frühe Zeugnisse	1
1.2 Merkantilismus und Aufklärung	2
1.3 Geologie im bürgerlichen Zeitalter	4
1.4 Vom Kaiserreich zum Ende des Zweiten Weltkriegs	7
1.5 Die Nachkriegszeit im Südwesten	10
1.6 Ausblick und neue Herausforderungen	12
2 Geologische Übersicht	14
2.1 Naturräume und Geologie	17
2.2 Allgemeiner Bau	20
2.3 Erdgeschichtliche Entwicklung	24
3 Gesteinsfolge und Erdgeschichte	30
3.1 Grundgebirge (Proterozoikum bis Unterkarbon)	30
3.1.1 Odenwald	47
3.1.1.1 Böllsteiner Odenwald und Otzberg-Zone	48
3.1.1.2 Bergsträsser Odenwald	49
3.1.2 Nordbadisch-Fränkisches Schiefergebirge	50
3.1.2.1 Schiefergebirge unter jüngerer Bedeckung	50
3.1.2.2 Phyllitizug von Baden-Baden	50
3.1.2.3 Glimmerschieferzug von Gaggenau	52
3.1.3 Nordschwarzwälder Granitgebiet	52
3.1.3.1 Gneisschollen im Nordschwarzwälder Granitgebiet	52
3.1.3.2 Plutonite und Ganggesteine	54
3.1.4 Zentralschwarzwälder Gneiskomplex	55
3.1.4.1 Kerngneis-Gruppe	57
3.1.4.2 Randgneis-Gruppe	59
3.1.4.3 Münstertal-Quarzporphyr	63
3.1.4.4 Plutonite und Ganggesteine	63
3.1.5 Badenweiler-Lenzkirch-Zone	64
3.1.5.1 Nordrandkomplex	66
3.1.5.2 Flyschserie und Andesitkomplex	66
3.1.5.3 Rhyodacitkomplex und Frühmolasse	68
3.1.5.4 Südrandkomplex	71
3.1.5.5 Plutonite und Ganggesteine	72
3.1.6 Südschwarzwälder Granit-Gneis-Gebiet	72
3.1.6.1 Gneiseinheiten im Südschwarzwälder Granit-Gneis-Gebiet	73

3.1.6.2	Schiefervorkommen im Südschwarzwälder Granit-Gneis-Gebiet . . .	75
3.1.6.3	Plutonite und Ganggesteine	75
3.2	Oberkarbon und Perm	77
3.2.1	Steinkohlen-Gruppe (Oberkarbon)	89
3.2.1.1	Oberrheinische Steinkohlen-Untergruppe	93
3.2.1.2	Kohlen-Arkosen-Untergruppe	94
3.2.2	Rotliegend-Gruppe	98
3.2.2.1	Rotliegend-Magmatite	103
3.2.2.2	Rotliegend-Sedimente	104
3.2.3	Zechstein-Gruppe	108
3.2.3.1	Beckenfazies (nichtsalinare randliche Beckenfazies)	111
3.2.3.2	Randfazies	113
3.2.3.3	Zechstein-Äquivalente am Hochrhein und Bodensee	114
3.3	Trias	115
3.3.1	Buntsandstein	129
3.3.1.1	Unterer bis Mittlerer Buntsandstein („Hauptbuntsandstein“) im Schwarzwald	135
3.3.1.2	Unterer bis Mittlerer Buntsandstein („Hauptbuntsandstein“) im Odenwald	139
3.3.1.3	Oberer Buntsandstein	142
3.3.2	Muschelkalk	143
3.3.2.1	Unterer Muschelkalk	152
3.3.2.2	Mittlerer Muschelkalk	156
3.3.2.3	Oberer Muschelkalk	161
3.3.2.4	Sandige Randfazies des Muschelkalks	170
3.3.3	Keuper	172
3.3.3.1	Unterer Keuper	183
3.3.3.2	Mittlerer Keuper	187
3.3.3.3	Oberer Keuper	206
3.4	Jura	209
3.4.1	Schwarzer Jura	217
3.4.1.1	Unterer Schwarzjura	225
3.4.1.2	Mittlerer Schwarzjura	236
3.4.1.3	Oberer Schwarzjura	239
3.4.2	Brauner Jura	245
3.4.2.1	Unterer Braunjura	253
3.4.2.2	Mittlerer Braunjura	261
3.4.2.3	Oberer Braunjura	267
3.4.3	Weißer Jura	270
3.4.3.1	Unterer Weißjura	278
3.4.3.2	Mittlerer Weißjura	282
3.4.3.3	Oberer Weißjura	287
3.4.3.4	Helvetische Fazies	291
3.5	Kreide bis Quartär	292
3.5.1	Landschaftsgeschichte	303
3.5.1.1	Kreide bis Paleozän	303
3.5.1.2	Eozän	305

3.5.1.3	Oligozän bis frühes Miozän	306
3.5.1.4	Mittleres Miozän	312
3.5.1.5	Spätes Miozän – Frühes Pliozän.	315
3.5.1.6	Pliozän	316
3.5.1.7	Pleistozän	318
3.5.1.8	Holozän	321
3.5.2	Jüngere Vulkanite (Kreide und Tertiär)	322
3.5.2.1	Südlicher Schwarzwald und Vorbergzone (Albium bis Miozän)	327
3.5.2.2	Unterer Neckar (Maastrichtium bis Paleozän)	329
3.5.2.3	Kaiserstuhl (Miozän)	331
3.5.2.4	Hegau (Miozän)	334
3.5.2.5	Uracher Vulkangebiet (Miozän)	338
3.5.3	Oberrrheingraben	340
3.5.3.1	Eozän bis Unteroligozän	350
3.5.3.2	Unteroligozän bis Miozän	356
3.5.3.3	Pliozän bis Quartär	361
3.5.4	Molassebecken (Tertiär) und Quartär des Alpenvorlandes	367
3.5.4.1	Ältere Sedimentreste (prä-Oligozän) und Karstsedimente	380
3.5.4.2	Untere Meeresmolasse (Oligozän)	381
3.5.4.3	Untere Brackwassermolasse (Oligozän)	381
3.5.4.4	Untere Süßwassermolasse (Oligozän bis Miozän)	382
3.5.4.5	Obere Meeresmolasse (Miozän)	384
3.5.4.6	Obere Brackwassermolasse (Miozän)	388
3.5.4.7	Obere Süßwassermolasse (Miozän)	390
3.5.4.8	Höhensande und Deckenschotter (Pliozän bis Pleistozän)	392
3.5.4.9	Glaziale Sedimente, Rinnen- und Terrassenschotter (Pleistozän)	393
3.5.4.10	Holozän	397
3.5.5	Steinheimer Becken und Nördlinger Ries	399
3.5.5.1	Steinheimer Becken	403
3.5.5.2	Nördlinger Ries	406
3.5.6	Schwarzwald und Schichtstufenland im Känozoikum	409
3.5.6.1	Glaziale Sedimente und Formen im Schwarzwald	411
3.5.6.2	Pleistozäne Windsedimente	413
3.5.6.3	Talfüllungen	414
3.5.6.4	Kalksinter und Travertin	421
3.5.6.5	Höhlen-, Spalten- und Dolinenfüllungen	424
3.5.6.6	Rutschmassen, Fließerden, Hang- und Blockschutt	426
3.5.6.7	Moore	427
3.5.6.8	Residuallehm und Bodenbildungen	428
4	Tektonischer Bau und Schichtlagerung	430
4.1	Allgemeiner Bau	431
4.2	Alter und Entwicklung des Strukturbildes	435
4.3	Schichtstufenland, Zentral- und Nordschwarzwald	440
4.4	Odenwald	448
4.5	Oberrrheingraben	449
4.6	Südschwarzwald, Hochrhein und Hegau	454

4.7	Molassebecken	455
4.8	Impakttektonik	456
5	Geologie und Mensch	458
5.1	Der Mensch als geologischer Faktor	458
5.1.1	Anthropogene Aufschüttungen, Abgrabungen und Kulturreste	458
5.1.2	Ackerbau und Auenlehm	459
5.1.3	Rodungen und Rutschungen	460
5.1.4	Flussbau und Hochwässer	461
5.1.5	Bergbau und Bergbauhalden	463
5.1.6	Landschaftsschutz und Geotopschutz	464
5.2	Rohstoffe	465
5.2.1	Erze	466
5.2.2	Steine und Erden	468
5.2.3	Industrieminerale	470
5.2.4	Steinsalz, Sole und Kalisalz	471
5.2.5	Fossile Brennstoffe	473
5.3	Grundwasser, Mineral- und Thermalwasser, Geothermie	475
5.3.1	Oberrhein graben mit Vorbergzone	475
5.3.2	Schichtstufenland mit Grundgebirge	480
5.3.3	Alpenvorland	494
5.3.4	Geothermie	498
5.4	Georisiken	501
5.4.1	Erdbeben	501
5.4.2	Hochwässer	504
5.4.3	Massenbewegungen	504
5.4.4	Setzungen	509
5.4.5	Bodenhebungen	511
5.4.6	Steinsalz- und Gipsauslaugung, Karbonatkarst	513
5.4.7	Erdbrände	515
5.4.8	Altbergbau	515
5.4.9	Geogene Gesteinsbelastungen	517
	Literatur	518
	Sachwortverzeichnis	595

1 Geologische Erforschung Südwestdeutschlands

„Erst wenn das in den Schichten vorhandene Material in reicher Fülle gesammelt vor Augen liegt, ist der Geist im Stande, die einzelnen Thatsachen zusammenzufassen und daraus Schlüsse zu ziehen. [...] Tausend fleißige Hände und Beine mussten sich regen und den Stoff zusammentragen, der Land auf Land ab sich vereinigte, am meisten aber da, wo hervorragende eifrige Sammler ihren Wohnsitz hatten.“

OSCAR FRAAS (1882: S. VIII), in der „Geognostischen Beschreibung von Württemberg, Baden und Hohenzollern“.

1.1 Frühe Zeugnisse

Seit mehr als 500 000 Jahren leben Menschen in Südwestdeutschland und verwenden zur Herstellung von Werkzeugen auch hiesige Gesteine (KEEFER 1998). Kenntnisse über die Vorkommen geeigneter Gesteine lassen sich bereits seit frühester Zeit aus dem Umstand ableiten, dass sich Steinobjekte in archäologischen Fundplätzen des Paläolithikums häufig weit entfernt vom natürlichen Vorkommen ihres Rohmaterials finden. Jungpaläolithische Jäger sammelten im eiszeitlichen Albvorland Braunjura-Ammoniten und fossiles Holz (Gagat) als Schmuckobjekte, wie Ausgrabungen in Höhlen der östlichen Schwäbischen Alb belegen konnten (HAHN 1992).

Das älteste bekannte Bergwerk im Landesgebiet ist eine neolithische Rötelgrube in einem Hämatitgang bei Sulzburg im Südschwarzwald, deren Anlage auf ein Alter von etwa 7000 Jahren datiert ist. Bei Kleinkems am Isteiner Klotz wurden vor etwa 6000 bis 5000 Jahren bis zu 300 m lange Abbaustufen zur Gewinnung von Jaspis für Werkzeugklingen in den Berg getrieben (GOTTSCHALK 1999, MARKL & LORENZ 2004, WERNER & DENNERT 2004). Im Albvorland und in der Vorbergzone des Oberrheingraben gewannen Kelten und Römer die örtlichen Eisenerze des Braunen Jura, möglicherweise auch schon Bohnerze der Albhochfläche (KEMPA 1991). Seit dem frühen Mittelalter ging im Schwarzwald Bergbau auf Silber-, Blei- und Kupfererze um. Einzelne Bergwerke sind seit dem Jahr 1028 urkundlich belegt (MARKL & LORENZ 2004, WERNER & DENNERT 2004). Viele Erfahrungen aus dem Schwarzwälder Bergbau legte um 1500 ULRICH RÜLEIN VON CALW (um 1465–1525) im „nützlich Bergbüchlein“ nieder, dem ersten Buch über den Bergbau in Deutschland. Im Jahr 1544 erschien auch in der „Cosmographia“ von SEBASTIAN MÜNSTER (1488–1552) ein Bericht über den oberrheinischen Bergbau.

Seit dem Spätmittelalter gab es immer wieder Flugblätter, gedruckte Schriften und Dissertationen, die sich mit Heilerden, Heilquellen und Merkwürdigkeiten der Natur beschäftigen. Die versteinerten Reste wirbelloser Meerestiere waren aber noch im 16. Jahrhundert selbst den Gelehrten zu fremd, um in ihnen etwas anderes als Naturspiele zu sehen. Den ältesten Bericht über Fossilfunde aus dem heutigen Baden-Württemberg überliefert

der Tübinger Historiker MARTIN CRUSIUS (1526–1607) in seinen „Annales suevici“ (1595), wonach im Jahre 1250 in einer Baugrube bei Offenhausen seltsame „Figurensteine“ gefunden wurden (QUENSTEDT 1858). GEORGIUS AGRICOLA (1494–1555) beschreibt in „De natura fossilium“ (1546) Belemniten erstmals unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten (allerdings als Mineral) und nennt unter den Fundorten auch solche „in Schwaben bei Hechingen“. Abgebildet wurden Fossilien aus dem Vorland der Schwäbischen Alb 1565 bei CONRAD GESNER (1516–1565) in einer lateinischen Schrift über Mineralien und Figurensteine (QUENSTEDT 1858, HÖLDER 1960, 1998).

Im Jahre 1596 untersuchte JOHANNES BAUHIN (1541–1613) im Auftrag des Herzogs von Württemberg die Heilquelle von Boll (heute Bad Boll), eine „dem Volke längst bekannte Schwefelquelle“ (QUENSTEDT 1858). Dabei kamen zahlreiche Fossilien aus dem Amaltheenton und Posidonienschiefer zutage, die er 1598 in seiner lateinischen Beschreibung des „Wunderbrunnens“ auf mehreren Kupferstichen abbildete. Sein „New Badbuch“ fand weite Verbreitung und wurde 1602 ins Deutsche übersetzt (HÖLDER 1960, 1998).

Knochen und Zähne wurden schon früh auf einstige Lebewesen zurückgeführt. So deutete GEORG RUDOLF WIDMAN (1550–1594) die Skelettreste eines Mammuts, die 1585 bei Hertmannsweiler unweit Winnenden gefunden worden waren, als Überreste eines menschlichen Riesen (ADAM & SIMON 2002). JOHANN MARTIN REBSTOCK (1648–1729), Pfarrer von Aichelberg und Zell, berichtete 1720 vom Transport eines „Todten-Gerüppe[s] mit Rippen, Ruckenrath und Würbeln“ nach Tübingen, wobei es sich wahrscheinlich um das von QUENSTEDT (1858: 210ff) beschriebene jurassische Meereskrokodil „mit fehlendem Rüssel und Schwanze“ handelt.

Überregionale, inzwischen weltweite Bekanntheit erlangte ein Flugblatt des Züricher Stadtarztes JOHANN JAKOB SCHEUCHZER (1672–1733), in dem er 1726 den Fund eines – wie er glaubte – in der Sintflut ertrunkenen Menschen bekannt gab. Er hatte schon zuvor Ichthyosaurierwirbel als menschliche Skelettreste und Beweis für die biblische Sintflut gedeutet, fossile Fische galten ihm 1708 als „unschuldige Opfer der Sintflut“ (BLEI 1981). Der fast vollständige Skelettfund von 1726 stammte aus den Öhninger Steinbrüchen unweit von Stein am Rhein. Das Fossil aus den miozänen Süßwasserkalken wurde ein Jahrhundert später – im Jahr 1832 – von GEORGES CUVIER (1769–1832) nach ihm als *Andrias scheuchzeri* benannt, paläontologisch beschrieben und als naher Verwandter der heute noch lebenden ostasiatischen Riesensalamander erkannt.

1.2 Merkantilismus und Aufklärung

SCHEUCHZERS Deutung der Fossilien als Zeugen für die biblische Sintflut teilten viele seiner Zeitgenossen. Sie rückten damit ab von der zuvor üblichen Vorstellung, die „Figurensteine“ seien als „Naturspiele“ gänzlich anorganischer Entstehung. Die Beschäftigung mit Fossilien, ihrer Vielfalt und Verbreitung wurde als frommer Beitrag zur Vorgeschichte einer Region verstanden. In Württemberg veröffentlichte BALTHASAR EHRHART (1700–1756) im Jahre 1727 die erste Arbeit über Belemniten als Überreste früherer Lebewesen und erkannte an deren Siphon die Verwandtschaft mit den Tintenfischen (F.A. QUENSTEDT 1858, W. QUENSTEDT 1964, WITTMANN 1979). Er beschrieb zudem 1748 die geographische Verbreitung der Gesteinsformationen Württembergs mit ihren auffälligsten Fos-

silien als Ausdruck einer vorgeschichtlichen Geographie – ein Konzept, das WITTMANN & RYCHLY (1979) mit dem einer paläogeographisch-faziellen Karte vergleichen.

Eine systematische Beschäftigung mit dem Gebirgsbau erfolgte im 18. Jahrhundert jedoch nicht nur aus religiösem und historischem Interesse, sondern zunehmend auch auf Anforderungen der aufblühenden Privatwirtschaft unter merkantilistischen Rahmenbedingungen hin. Der Bedarf an Silber zum Ankauf ausländischer Rohstoffe, an Eisen für die Waffen- und Werkzeugproduktion und an Kohle zu dessen Verhüttung sowie an möglichst billigen, d. h. standortnahen Baustoffen weckten auch in den Kleinstaaten des Südwestens verstärktes Interesse an den Gegebenheiten des eigenen Untergrundes.

Die im oder nach dem Dreißigjährigen Krieg meistenteils aufgelassenen Silberbergwerke des Schwarzwaldes wurden seit etwa 1700 wieder aufgefahren. Aus den nun erstmals genau vermessenen Grubenplänen gingen auch Lage und Verlauf der Erzgänge hervor. Um 1750 wurden die Steinkohlen bei Baden-Baden, an der Hohengeroldseck und zwischen Berghaupten und Diersburg aufgefunden und in Bergwerken erschlossen. Die Landesfürsten ernannten Berggräte, die den Bergbau beaufsichtigen und fördern sollten, in deren Bergämtern aber auch geologische Informationen gesammelt wurden. Eine erste Rohstoffkarte von Württemberg, dem damals größten Flächenstaat der Region, erstellte 1753 Berggrat JOHANN FRIEDRICH STAHL (1718–1790), in die er wirtschaftlich interessante Lagerstätten und Heilquellen mit verschiedenen Signaturen eintrug (FRANK 1940, HÖLDER 1960).

Auch das zunehmend selbstbewusstere Bürgertum interessierte sich in diesem Zeitalter der Aufklärung für die geologischen Verhältnisse als Ausdruck früherer Erdzeitalter – und trat dabei oftmals in heftigen Streit mit den Anhängern der „Sintflutbeweise“ und anderer älterer Deutungen. Nur wenige Jahre, nachdem GUETTARD in Frankreich die vulkanische Natur des Basalts erkannt hatte, übertrug PHILIPP VON DIETRICH (1748–1793) diese Einsicht auf den Kaiserstuhl und gab 1783 die „Entdeckung eines alten erloschenen Vulkans in der Nähe von Breisach“ bekannt, mit dem die wissenschaftliche Erforschung dieses Vulkans eröffnet wurde.

ALEXANDER VON HUMBOLDT (1765–1859) erkannte 1795 den Zusammenhang zwischen den Kalksteinen der Fränkischen und der Schwäbischen Alb mit denen des Schweizer Juragebirges und ihre Stellung als eigene „Jura-Formation“ über der des Muschelkalks, mit der sie bis dahin – und auch danach noch – verwechselt wurde. Auch die Reisebeschreibungen zu den Bädern und Bergwerken des Schwarzwaldes enthielten zunehmend geologische Beobachtungen (z. B. BEYER 1794, SELB 1805, STRUVE 1807).

Die Curiositäten-Cabinette der Fürstenhäuser wandelten sich im 18. Jahrhundert zunehmend in Naturalienkabinette. Dabei fanden bereits zahlreiche Fossilien und Minerale Eingang in die Sammlungen, zumal in Württemberg, „wo figurierte Steine ein gewöhnlicher Hausrath“ waren (CAMERARIUS, zitiert nach QUENSTEDT 1858: 4). Den ältesten noch heute im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart erhaltenen Fund eines Ichthyosaurierskeletts machte 1749 der Göppinger Arzt CHRISTIAN ALBERT MOHR (1709–1789) bei Bad Boll. Im Jahr 1805 verfasste der damalige Kustos des herzoglichen Naturalienkabinetts in Stuttgart CARL CHRISTOPH FRIEDRICH JÄGER (1783–1828), die erste Beschreibung von Steinsalz-Kristallmarken im dortigen Kieselsandstein und unternahm chemische Versuche zu ihrer Entstehung. In Karlsruhe war der Botaniker KARL CHRISTIAN GMELIN (1762–1837) als Direktor des Markgräflichen Naturalienkabinetts maßgeblich am Aufbau der Sammlungen beteiligt, die den Grundstock des dortigen Staatlichen Naturkundemuseums bilden.

1.3 Geologie im bürgerlichen Zeitalter

Die politische Zersplitterung Südwestdeutschlands hat im 18. Jahrhundert eine überregionale Betrachtung geologischer Zusammenhänge erschwert. Mit dem Beitritt der südwestdeutschen Kleinstaaten zum Rheinbund (1804), der Gebietsreform im Reichdeputationshauptschluss (1806) und der Festschreibung der beiden Flächenstaaten Baden und Württemberg auf dem Wiener Kongress (1815) wurden erstmals die Voraussetzungen geschaffen, die Geologie Südwestdeutschlands in größeren Zusammenhängen zu sehen und zu erforschen.

In Württemberg begann Bergrat JOHANN CARL LUDWIG HEHL (1773–1853) mit einer geologischen Übersichtskartierung und erstellte eine frühe geologische Manuskriptkarte von Württemberg. CHRISTIAN KEFERSTEIN (1784–1866) hatte eine frühe Fassung dieser Karte gesehen und verwendet (KEFERSTEIN 1840), als er im Jahr 1821 die erste geologische Übersichtskarte von Deutschland veröffentlichte (Maßstab etwa 1 : 2 300 000). Eine eigene geologische Übersichtskarte von Baden und Württemberg brachte er im folgenden Jahr und einige Jahre später noch einmal in korrigierter Fassung heraus (KEFERSTEIN 1822, 1828). In größerem Maßstab (etwa 1 : 1 100 000) erschien 1826 in 42 Blättern eine geologische Karte von Deutschland, die LEOPOLD VON BUCH (1774–1853) betreut hatte und die in Süddeutschland bereits eine größere Zahl von Schichten unterschied. HEHL selbst veröffentlichte seine – inzwischen aktualisierte – Karte von Württemberg erst 1851.

HEHL war zusammen mit Bergrat GUSTAV SCHÜBLER (1787–1834) auch beteiligt am geognostischen Kapitel der statistisch-geographischen Landesbeschreibung von Württemberg, die JOHANN DANIEL GEORG MEMMINGER (1773–1849) als Leiter des Statistisch-Topographischen Bureaus des Königsreichs im Jahr 1820 herausgab und das als Beginn der staatlichen geologischen Landesaufnahme betrachtet werden kann. MEMMINGER hatte bereits 1812 eine Beschreibung der Mineralwasservorkommen von Cannstatt publiziert. Von 1821 an veröffentlichte HEHL in mehreren Beiträgen die erste umfassende geognostische Beschreibung von Württemberg. Seit 1824 (bis 1886) erschienen zudem einleitende geognostische Kapitel in den Beschreibungen der württembergischen Oberämter. Viele dieser Kapitel stammen von MEMMINGER, HEHL, SCHÜBLER oder JOHANN GOTTLÖB KURR (1798 – 1870), seit 1833 Professor für Mineralogie und Geologie am Polytechnikum Stuttgart.

Paläontologische Forschungen wurden zunächst meist auf Privatinitiative betrieben. CARL HARTWIG VON ZIETEN (1785–1846) brachte von 1830 bis 1833 unter dem Titel „Die Versteinerungen Württembergs“ einen ersten umfassenden Fossilienkatalog mit zahlreichen handkolorierten Lithographien heraus. Die fossilen Reptilien wurden von HERMANN VON MEYER (1815–1892) wissenschaftlich bearbeitet, darunter 1835 der erste Fund eines triassischen Schildkrötenpanzers. Er veröffentlichte 1847–55 eine Monographie über die Wirbeltiere der Trias, in der auch die bis dahin bekannten Saurier aus Südwestdeutschland beschrieben sind. THEODOR PLIENINGER (1795–1879) widmete sich ebenfalls den fossilen Reptilien in zahlreichen Aufsätzen. Ihm gelang 1847 der weltweit erste Nachweis triassischer Säugetiere im Rhätolias-Grenzbonebed von Stuttgart.

Am Königlichen Naturalienkabinett in Stuttgart hatte 1817 GEORG FRIEDRICH JÄGER (1785–1866) das Amt des „Aufsehers“ übernommen. Er beschrieb 1824 den Ichthyosaurierfund von 1749 wissenschaftlich und veröffentlichte in den folgenden Jahren Untersuchungen über Wirbeltiere aus der Trias, dem Jura und 1835 erstmals auch aus dem Tertiär des Steinhelmer Beckens. Mit einer Schrift über die Pflanzenfunde im Stuttgarter Bausandstein führte er für diesen 1827 den Namen „Schilfsandstein“ ein (NITSCH 2008).

Neben die Feldaufnahmen traten im frühen 19. Jahrhundert zunehmend geologische Erkenntnisse aus Tiefbohrungen. Nachdem im Jahre 1816 in Jagstfeld erstmals erfolgreich Steinsalz erbohrt worden war, fanden zahlreiche Tiefbohrungen zur Erschließung von Steinsalz für den Salinenbetrieb statt. Hier entwickelte insbesondere Salineninspektor CARL CHRISTIAN GLENCK (1779–1845) ein sicheres Verständnis der Schichtenfolge unter und über dem Steinsalz und entdeckte 1835 das bis dahin unbekannte Steinsalzvorkommen am Hochrhein (SIMON 1995).

Als 1831 am Tübinger Österberg eine 77 m tiefe Brunnenbohrung abgeteuft wurde, vergab Bergrat SCHÜBLER, zugleich Professor für Naturgeschichte an der Universität Tübingen, eine Dissertation zur wissenschaftlichen Aufnahme der darin angetroffenen Schichtenfolge (VOGEL 1832). Zwischen 1832 und 1839 wurde bei Neuffen unter Aufsicht von Bergrat FRIEDRICH VON MANDELSLOH (1795–1870) ein 345 m tiefes Bohrloch zur Auffindung von Steinkohle abgeteuft, das zwar erfolglos im Unterjura eingestellt, aber erstmals zur direkten Messung der Erdwärme genutzt wurde. Die Verknüpfung von Geländeaufnahmen und Bohrergebnissen förderte das Verständnis für den dreidimensionalen Gebirgsbau des Schichtstufenlandes, der nun auch in geologischen Profilschnitten dargestellt wurde (SCHWARZ 1832, MANDELSLOH 1834). Bei der Suche nach Steinkohle wurden dabei immer tiefere Bohrungen ausgeführt. Die Tiefbohrung Ingelfingen, gebohrt von 1857 bis 1864, war mit 815 m Endteufe für einige Jahre das tiefste Bohrloch Deutschlands.

Der Salineninspektor und spätere Bergrat FRIEDRICH AUGUST VON ALBERTI (1795–1878) gab 1826, mit Unterstützung von SCHÜBLER, eine Beschreibung der „Gebirge des Königreichs Württemberg“ heraus. Darin setzte er sich insbesondere mit der neuen Deutung des bis dahin als Zechstein geltenden württembergischen Steinsalzes auseinander, das PETER MERIAN (1795–1883) erstmals dem Muschelkalk zugeordnet hatte. MERIAN war Professor an der Universität Basel und beschrieb 1821 das Deckgebirge im Tafeljura mit Anmerkungen zum Schwarzwald und zum Neckargebiet, sowie 1831 die Geologie des Südschwarzwaldes (mit Karte). Die genaue Überprüfung der stratigraphischen Verhältnisse brachte ALBERTI (1826) schließlich zur Anerkennung der neuen Zuordnung, mit der erstmals der bis dahin als Buntsandstein verkannte Keuper als eigene Einheit in Erscheinung trat (NITSCH 2005a). Acht Jahre später vereinte ALBERTI schließlich Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper als Trias in einer gemeinsamen „Formation“ – womit seine Arbeit (ALBERTI 1834) die Grundlage für das erdgeschichtliche System Trias wurde und bis heute geblieben ist (CARLÉ 1982a, HANSCH 1998).

Zur selben Zeit stellte MANDELSLOH 1834 eine genauere Beschreibung der Schichtenfolge im Jura vor. BUCH versuchte 1839 die Korrelation des süddeutschen mit dem norddeutschen Jura. Doch erst FRIEDRICH AUGUST QUENSTEDT (1809–1889), Professor für Geologie und Mineralogie an der Universität Tübingen, gelang 1843 eine detaillierte und in ihren Grundzügen bis heute gültige Gliederung. Er hatte bereits 1842 eine eingehende Beschreibung des „Stufenlandes“ und seiner Schichtenfolge gegeben und veröffentlichte im Jahr 1858 eine monographische Darstellung über den Jura und seine Fossilien, auf die von 1885 bis 1888 die „Ammoniten des Schwäbischen Jura“ in ebenfalls monographischem Umfang folgten.

Seinem Schüler ALBERT OPPEL (1831–1865) gelang mithilfe der Ammoniten erstmals eine zuverlässige Korrelation der einzelnen Juraschichten mit anderen europäischen Regionen (OPPEL 1856–58). Er führte dabei den Begriff „Zone“ in die Biostratigraphie ein und benannte die Pliensbachium-Stufe des Frühen Jura nach dem Pliensbach bei Bad Boll

(GEYER 1973). Die zweite nach einer südwestdeutschen Lokalität benannte Stufe des Jura, das Aalenium, erhielt ihren Namen sechs Jahre später (MEYER-EYMAR 1864). OPPEL gelang gemeinsam mit dem Österreicher EDUARD SUESS (1831–1914) auch für den Oberen Keuper erstmals eine biostratigraphische Korrelation mit der Rhätischen Stufe der Alpen (OPPEL & SUESS 1856).

Das Tertiär fand aufgrund seiner geringeren Fossilführung weniger Beachtung als Trias und Jura, wenngleich BRONN, JÄGER, QUENSTEDT und andere bereits viele Fossilien aus den Vorkommen an der Donau, im Randecker Maar, Ries und Steinheimer Becken beschrieben hatten. Die im Steinheimer Becken massenweise auftretenden Süßwasserschnecken wurden von FRANZ HILGENDORF (1839–1904) ab 1866 feinstratigraphisch bearbeitet, wobei er erstmals die schrittweise Veränderung einer Art über die Schichtenfolge nachweisen konnte und in heftigen Streit mit Gegnern der noch neuen Evolutionstheorie geriet (ADAM 1980). CHARLES DARWIN (1809–1882) fügte daraufhin in den späteren Auflagen seines Buches über die Entstehung der Arten einen Hinweis auf HILGENDORF und die „zehn ineinander übergehenden Formen von *Planorbis multiformis*“ ein (DARWIN 1899: 371).

In Baden konzentrierte sich die geologische Forschung an den Hochschulen. KARL CÄSAR VON LEONHARD (1779–1862), Professor für Mineralogie und Geologie in Heidelberg, beschrieb 1823 eine feinkörnige Ablagerung der Oberrheinebene und führte dafür den Namen „Löß“ in die Literatur ein. Er hatte bereits 1807 unter dem Titel „Taschenbuch für die gesammte Mineralogie“ eine geowissenschaftliche Fachzeitschrift gegründet, die heute nach verschiedenen Namensänderungen als „Neues Jahrbuch“ eine der ältesten geologischen Publikationsreihen der Welt ist.

Ab 1830 beteiligte sich an der Herausgabe HEINRICH GEORG BRONN (1800–1862), der als Professor für Zoologie an derselben Universität wirkte. Er publizierte 1830 eine geognostische Beschreibung und Karte von Heidelbergs Umgebung, in der er auch auf den Odenwald einging. Von 1835 bis 1838 gab BRONN unter dem Titel „Lethaea Geognostica“ die erste umfassende Gesamtschau der bis dahin angesammelten paläontologischen und erdgeschichtlichen Kenntnisse heraus.

FRIEDRICH AUGUST WALCHNER (1799–1865), Professor für Mineralogie, Geologie und Chemie in Karlsruhe, schuf 1832 eine geognostische Übersichtskarte von Baden, die jedoch unveröffentlicht blieb. KARL FROMHERZ (1797–1854), Professor für Chemie und Mineralogie in Freiburg, veröffentlichte 1838 die erste Abhandlung über den Jura der benachbarten Vorberge.

In diesen Zeitraum entstanden die ältesten naturkundlichen Vereinigungen in Südwestdeutschland, in denen neben biologischen auch geologische, paläontologische und mineralogische Themen diskutiert und in Jahreshften veröffentlicht wurden: 1821 erfolgte die Gründung der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau und 1844 die des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg in Stuttgart (seit 1969 Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg).

Die staatliche geologische Landesaufnahme begann in Baden mit einem Beschluss des Karlsruher Innenministeriums im Jahr 1856, das Großherzogtum im Maßstab 1:50 000 geologisch aufnehmen zu lassen. Der damalige Professor für Geologie in Karlsruhe, FRIEDOLIN VON SANDBERGER (1826–1898), wurde mit der Durchführung beauftragt. Er und sein Nachfolger (ab 1863) KARL ALFRED VON ZITTEL (1839–1904) kartierten gemeinsam mit PHILIPP PLATZ (1827–1900), JULIUS SCHILL (1821–1880) und MORITZ VOGELGESANG (1826–1888) 15 der geplanten 55 Blätter. Die Karten erschienen zusammen mit kurzen Erläuterungen in den Jahren 1858 bis 1873, ergänzt durch separat erschienene Aufsätze,

z. B. von PLATZ über den unteren Breisgau, von SCHILL über den Hegau oder von SANDBERGER über die Karbonflora des Schwarzwaldes.

In Württemberg berief 1858 das Finanzministerium auf Betreiben des Vereins für vaterländische Naturkunde eine „Kommission zur Herstellung einer geognostischen Spezialkarte“ ins Leben, deren Vorsitz OSCAR FRAAS (1824–1897) übernahm (REIFF 1992). Die Kartierungen wurden außer von FRAAS selbst von PHILLIP HEINRICH BACH (1812–1870), CARL LUDWIG DEFFNER (1817–1877), KARL EDUARD PAULUS (1803–1878) und, auf fast der Hälfte der Landesfläche, von JAKOB HILDENBRAND (1826–1904) durchgeführt (ZELLER 1899). BACH gab darüber hinaus 1870 eine geologische Übersichtskarte von Württemberg, Baden und Hohenzollern heraus. Die bis 1892 vollzählig erschienenen Karten erhielten Begleitworte, an deren Abfassung sich auch QUENSTEDT beteiligte, und gaben ebenfalls Anlass zu zahlreichen eigenständigen Abhandlungen zur regionalen Geologie. Beispiele sind die Beschreibungen des Stromberggebietes und der Langenbrückener Senke von DEFFNER und FRAAS, Arbeiten von HILDENBRAND und FRAAS zum Steinheimer Becken sowie von DEFFNER über das Nördlinger Ries.

1.4 Vom Kaiserreich zum Ende des Zweiten Weltkriegs

Mit der Gründung des deutschen Kaiserreiches 1871 wurden die bis dahin selbständigen Staaten Baden, Württemberg und die seit 1849 zu Preußen gehörigen Hohenzollerischen Lande zu (teilweise autonomen) Landesteilen eines gemeinsamen Staatswesens. Gewissermaßen als Ausdruck dieser Entwicklung kann die „Geognostische Beschreibung von Württemberg, Baden und Hohenzollern“ von OSCAR FRAAS (1882) gelten, die erstmals das gesamte – erst 1952 zu einem Bundesland vereinigte – Gebiet zusammenfassend in einem Lehrbuch behandelt und damit den ersten Vorläufer des vorliegenden Buches darstellt.

Auch die Arbeiten von HEINRICH ADOLF ECK (1837–1925), 1870 als Professor nach Stuttgart berufen, griffen über die alte Landesgrenze hinaus und setzten sich vornehmlich mit Permokarbon und Buntsandstein des Schwarzwaldes auseinander – überwiegend auf badischer Seite. Zu einem geologischen Gutachten für die Stadt Lahr (1884) fertigte er die landesweit erste gedruckte geologische Karte im Maßstab 1 : 25 000 an, 1886–87 veröffentlichte er die erste detaillierte geologische Übersichtskarte des ganzen Schwarzwaldes. Seine 1892 publizierte Abhandlung über die Umgebung von Baden-Baden ist bis heute die Grundlage nicht nur für die dortige Geologie, sondern für die Buntsandsteingliederung im Schwarzwald insgesamt.

ADOLF KNOP (1828–1893) hatte 1866 die Professur für Geologie am Karlsruher Polytechnikum angetreten und mit ihr die Aufsicht über die Geologische Landesaufnahme in Baden. Auf seine Anregung wurde zur Erforschung der geologischen Verhältnisse der „oberrheinischen Gebiete Deutschlands“ im Jahre 1871 der Oberrheinische Geologische Verein gegründet (WITTMANN 1958). Gemeinsam mit anderen Mitgliedern des Vereins drängte er die Landesregierung, eine eigenständige geologische Landesbehörde zu gründen und die Kartierung auf den Maßstab 1 : 25 000 umzustellen. KNOP erstellte selbst eine erste geologische Karte des Kaiserstuhls in diesem Maßstab, die 1892 erschien.

Ab 1889 nahm in Heidelberg die „Großherzoglich Badische Geologische Landesanstalt“ unter HARRY ROSENBUSCH (1836–1914), Professor für Mineralogie und Petrographie in Heidelberg, ihre Tätigkeit auf. Die ersten badischen Landesgeologen waren ADOLF SAUER (1852–1932) und FERDINAND SCHALCH (1848–1918), zu denen später unter anderem HANS THÜRACH (1859–1927), KARL REGELMANN (1873–1954) und CARL SCHNARRENBERGER (1875–1964) als Kartierer kamen. Der Amtssitz wechselte 1907 nach Karlsruhe, wo WILHELM DEECKE (1862–1934), Professor für Geologie und Paläontologie in Freiburg, die Leitung übernahm. 1910 zog die Behörde nach Freiburg um. DEECKE veröffentlichte zwischen 1916 und 1918 ein dreibändiges Lehrbuch zur Geologie von Baden. Nach dem ersten Weltkrieg setzten RICHARD BRILL (1898–1964), LUDWIG ERB (1893–1978), WALTER HASEMANN (1890–1961), WILHELM SPITZ (1882–1944) und andere die Kartierungen fort. Bis zum Ende des 2. Weltkriegs erschienen 79 Blätter der geologischen Karte 1 : 25 000. Darüber hinaus gab die Landesanstalt mit den „Mitteilungen“ und den „Abhandlungen“ zwei eigene Publikationsreihen heraus. 1952 ging die Badische Geologische Landesanstalt im Geologischen Landesamt Baden-Württemberg auf.

In Württemberg hatte die geologische Kommission 1892 den „Geognostischen Atlas“ 1 : 50 000 vollständig publiziert und begann mit verbesserten Neuauflagen. 1898 erschien eine „Geologische Übersichtskarte von Württemberg und Baden, dem Elsass, der Pfalz und den weiterhin angrenzenden Gebieten 1 : 600 000“, zusammengestellt von KARL CHRISTIAN FRIEDRICH REGELMANN (1842–1920), der sie 1906 mit Erläuterungen ergänzte. Erst 1903 erfolgte die Gründung einer eigenen Institution zur geologischen Landesaufnahme, als Geologische Abteilung des Württembergischen Statistischen Landesamtes, und die Umstellung auf den Maßstab 1 : 25 000. Die Leitung der Abteilung wurde ADOLF SAUER übertragen, der 1901 die Nachfolge des erblindeten ECK am Lehrstuhl der Technischen Hochschule Stuttgart übernommen hatte. Bis zur Eingliederung in das Geologische Landesamt Baden-Württemberg 1952 gab der württembergische geologische Dienst 52 Blätter im Maßstab 1 : 25 000 und etliche Neuauflagen zum „Geognostischen Atlas“ in 1 : 50 000 heraus.

Die Karten und ihre Erläuterungen wurden unter anderem von den Landesgeologen AXEL SCHMIDT (1877–1935), WALTER KRANZ (1873–1953) und KARL BERZ (1890–1936) erstellt. Daneben waren auch weiterhin Stuttgarter Professoren für die Geologische Abteilung als Kartierer tätig, so MARTIN SCHMIDT (1863–1947), MANFRED BRÄUHÄUSER (1881–1967), MANFRED FRANK (1905–1976) und FRITZ BERCKHEMER (1890–1954). SCHMIDT erstellte 1928 eine umfassende Synopsis der „Lebewelt unserer Trias“, mit einem Nachtrag 1938. FRANK setzte sich ab 1928 in verschiedenen Schriften mit Stratigraphie und Fazies des Rotliegenden, der Trias und des Juras auseinander und betreute mehrere Dissertationen zu diesen Themen.

Auch EBERHARD FRAAS (1862–1915), seit 1894 Professor für Geologie und Paläontologie in Stuttgart und Leiter des Stuttgarter Naturalienkabinetts, kartierte und beschrieb einige Blätter des „Geognostischen Atlas“. Er arbeitete ebenfalls über Faziesverzahnungen und Fazieswechsel im Mesozoikum Südwestdeutschlands. Seine paläontologischen Forschungen galten vorwiegend den Wirbeltieren. Er veröffentlichte 1910 mit dem „Petrefaktenensammler“ ein – in Nachdrucken bis heute – vielbenutztes Bestimmungsbuch für Fossilienensammler.

An der Universität Tübingen beschäftigte sich QUENSTEDTS Nachfolger WILHELM BRANCO, seit 1907 WILHELM VON BRANCA (1844–1928), mit den vulkanischen Bildungen der Schwäbischen Alb (1894/95) und mit Prozessen der Geomorphologie. Aus seiner Feder

stammt auch eine der ersten Schriften über die Schutzwürdigkeit geologischer Naturdenkmäler (1915). International bekannt blieb die Universität jedoch insbesondere durch paläontologische Forschungen unter anderem durch EDWIN HENNIG (1882–1977), FRIEDRICH VON HUENE (1875–1969) und OTTO SCHINDEWOLF (1896–1971). HENNIG verfasste 1923 eine „Geologie von Württemberg nebst Hohenzollern“, die das inzwischen teilweise veraltete Werk von FRAAS (1882) als Lehrbuch ablösen sollte.

Ab 1908 leitete WILHELM SALOMON-CALVI (1868–1941) das Geologische Institut in Heidelberg und erweiterte die Sammlungen (W. SIMON 1961). Er publizierte über zahlreiche Themen der Landesgeologie, unter anderem zum Manganbergbau im südlichen Odenwald. In Freiburg wirkten die Mineralogen HANS SCHNEIDERHÖHN (1887–1962) und FRIEDRICH RINNE (1863–1933) sowie der zuvor in Stuttgart tätige Paläontologe WOLFGANG SOERTEL (1887–1946).

Auch einige der zahlreichen Fossiliensammler des Landes trugen wichtige wissenschaftliche Arbeiten bei. BERNHARD HAUFF (1866–1950), Inhaber eines Steinbruchbetriebes, präparierte und beschrieb die ersten Funde von Ichthyosauriern mit Hauterhaltung (1921) und machte damit die Fossilfundstätte Holzmaden weltbekannt. Pfarrer THEODOR ENGEL (1842–1933) galt seinen Zeitgenossen als einer der besten Kenner der Schwäbischen Alb und ihrer Fossilien. Sein 1883 erschienener „Geognostischer Wegweiser durch Württemberg“ wie auch sein 1911 publiziertes Folgewerk gehören zu den ersten geologischen Exkursionsführern über die Schwäbische Alb.

Nachdem schon 1826 AMI BOUÉ (1794–1881) den Suevit als „Basaltisches Gebilde“ gedeutet hatte, vermutete O. FRAAS (1868) für das Nördlinger Ries insgesamt einen vulkanischen Ursprung. 1881 übertrug ENGEL diese Deutung auch auf das Steinheimer Becken. Den Entstehungsprozess durch eine Explosion verstand erstmals der Wehrgeologe WALTER KRANZ (1873–1953) nach Versuchen mit starken Sprengladungen und veröffentlichte seine Ergebnisse 1914 als „Sprengtheorie“. Einen großen Meteoriteneinschlag als Ursache des Kraters vermuteten bereits 1904 ERICH HERMANN WERNER (1887–1944) und 1936 OTTO STUTZER (1881–1936). Dennoch blieb die vulkanische Deutung beider Strukturen bis zum Nachweis schockmetamorpher Veränderungen in den Riesgesteinen durch SHOE-MAKER & CHAO (1961) vorherrschend.

Die Zeit der nationalsozialistischen Diktatur und der Zweite Weltkrieg brachten einen Niedergang auch der geologischen Forschung, der sich im Jahrzehnt von 1935 bis 1945 deutlich in einer geringeren Anzahl der veröffentlichten Beiträge abzeichnet. Zahlreiche Wissenschaftler an den Universitäten erhielten Berufsverbot, emigrierten oder flohen. Neubesetzungen waren oft politisch gesteuert. Die Geologischen Landesdienste wurden gleichgeschaltet und mussten als Abteilungen der Berliner Reichsstelle für Bodenforschung vornehmlich der Reichsbodenschätzung zuarbeiten und Daten zur Bodenkunde sowie zu kriegswichtigen Bodenschätzen erheben. Leiter der württembergischen Abteilung wurde 1939 MANFRED FRANK. Nach Ende des Weltkrieges kehrte er an das Geologische Landesamt zurück. Auch Paläontologen wie KARL STAESCHE (1902–1981) wurden in der Reichsstelle für Bodenforschung eingesetzt. STAESCHE wirkte nach dem Krieg am Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart.

1.5 Die Nachkriegszeit im Südwesten

Nach Ende des Zweiten Weltkrieges verzögerte der Wiederaufbau der Hochschulstrukturen und der Geologischen Dienste des nunmehr in Baden, Württemberg-Baden und Württemberg-Hohenzollern aufgeteilten Landes für einige Jahre die Wiederaufnahme normaler Forschungstätigkeit. Die staatlichen Naturkundemuseen und einige Universitäts-sammlungen hatten schwere Kriegsverluste erlitten. Viele Dissertationen der ersten Nachkriegsjahre blieben unveröffentlicht als Manuskripte in den Universitätsbibliotheken, und noch ein Jahrzehnt später wurde oft nur ein kurzer Auszug oder eine Zusammenfassung gedruckt bzw. vervielfältigt. Die naturkundlichen bzw. geologischen Vereine setzten erst ab 1948 ihre Publikationsreihen fort.

An der Universität Heidelberg erfolgte der Wiederaufbau der Geowissenschaften durch LUDWIG RÜGER (1896–1955) und erfuhr unter WILHELM SIMON (1915–1993) eine Erweiterung seiner Forschungsaktivitäten. Untersuchungen zur Petrographie und Altersbestimmung an Vulkaniten und Gesteinen des Grundgebirges sowie sedimentologische und stratigraphische Untersuchungen insbesondere im Kraichgau und Odenwald stellten seither wichtige Beiträge zur regionalen Geologie. GERMAN MÜLLER (1930–2007) begründete das Heidelberger Institut für Sedimentforschung, untersuchte die Sedimente des Bodensees und gilt als Begründer der Umweltgeologie in Deutschland.

In Karlsruhe und Freiburg konzentrierten sich regionalgeologische Untersuchungen auf Stratigraphie und Tektonik des Schwarzwaldes und der Vogesen, den Oberrheingraben und seine Vorbergzonen. In Freiburg war MAX PFANNENSTIEL (1902–1976) erster Ordinarius nach dem zweiten Weltkrieg und Wiederbegründer des Deutschen Geologenarchivs (PFANNENSTIEL 1974). OTTO MÄUSSNEST (1931–1983) wandte sich der geophysikalischen Untersuchung der südwestdeutschen Vulkane zu, während RUDOLF METZ (1923–1991) neben eigenen petrographischen Kartierungen die Natur- und Kulturgeschichte des Schwarzwaldes in mehreren inzwischen klassischen Wanderführern zu verbinden verstand. Die Universität Karlsruhe übernahm unter HENNING ILLIES (1924–1982) eine Führungsrolle in der Strukturgeologie des Südwestens. Seine Untersuchungen zur Tektonik des Oberrheingrabens und das von ihm geleitete internationale und interdisziplinäre „Upper Mantle Project“ machten diesen zu einem der bestuntersuchten tektonischen Grabenbrüche.

An der Technischen Hochschule und späteren Universität Stuttgart behielten geologische Kartierung und geologische Landesaufnahme nach dem Zweiten Weltkrieg einen hohen Stellenwert, wobei die enge Verbindung mit dem Geologischen Landesamt erhalten blieb. Die „Stuttgarter Schule“ mit HERMANN ALDINGER (1902–1993), MANFRED PAUL GWINNER (1926–1991) und OTTO FRANZ GEYER (1924–2002) sowie der weiterhin auch als Landesgeologen tätigen BRÄUHÄUSER und BERCKHEMER brachte der geologischen Erforschung vor allem in Nordwürttemberg und auf der Schwäbischen Alb durch stratigraphische, tektonische, paläogeographische und paläontologische Arbeiten neue Impulse.

Tübingen blieb ein weiteres Zentrum der regionalgeologischen Forschung, wenngleich der Schwerpunkt hier stärker auf der Paläontologie lag mit phylogenetischen, paläoökologischen und biostratigraphischen Arbeiten, in denen südwestdeutsche Fossilien und Fossil-lagerstätten stets eine wichtige Rolle spielten. Hinzu kamen und kommen mineralogische, petrologische, tektonische, sedimentologische und paläogeographische Untersuchungen im Schwarzwald, im Albvorland, im Molassebecken und an den südwestdeutschen Vulkanen. Als Mineraloge und Petrologe untersuchte WOLF VON ENGELHARDT (1910–2008) die

Gesteine der süddeutschen Impaktkrater. Im Auftrag der NASA trainierte er im Ries auch Apollo-Astronauten für ihre geologischen Probennahmen auf dem Mond.

GEORG WAGNER (1885–1972), langjähriger Hochschullehrer an der Universität Tübingen, schuf mit der „Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte“ bereits 1931 das erste Lehrbuch der Geologie, in dem die Verbindung von Landschaftsgeschichte und geologischer Entwicklung im Mittelpunkt standen – wobei ein Großteil der Fallbeispiele Südwestdeutschland betreffen. Durch weitere Auflagen 1950, 1961 und 1973 behielt es über Jahrzehnte eine zentrale Stellung in der regionalgeologischen Lehre. Seine „Geologischen Raumbilder“ (WAGNER & KOCH 1961) sind ein Meilenstein der wissenschaftlichen Illustration.

Nach wie vor behielten Fossilien und Erdgeschichte in Südwestdeutschland auch in der Bevölkerung einen hohen Bekanntheitsgrad und Stellenwert. Viele wertvolle Beiträge zur Stratigraphie, Tektonik und insbesondere zur Paläontologie wurden von naturkundlich interessierten Privatgelehrten veröffentlicht, häufig von Lehrern, Forstleuten oder Fossilien-sammlern. Stellvertretend für viele andere seien an dieser Stelle nur fünf genannt: OTTO LINCK (1892–1985) aus Güglingen beteiligte sich mit zahlreichen Beiträgen an der Erforschung des Keupers und hinterließ dem Naturkundemuseum Heilbronn eine große Fossilien-sammlung. BERNHARD HAUFF jr. (1912–1990) führte die Tradition seines Vaters weiter und errichtete ein Museum in Holzmaden für die einmaligen Fossilienfunde aus der Posidonienschiefer-Formation. RUDOLF MUNDLOS (1918–1988) hinterließ nach jahrzehntelanger Sammeltätigkeit eine eindrucksvolle Fossilien-sammlung und veröffentlichte wichtige Beiträge zu Wirbellosen des Muschelkalks. WILLI PAUL (1907–1996) widmete sich Stratigraphie und Tektonik der Baar und der Ostabdachung des südlichen Schwarzwaldes, während der Arbeitsschwerpunkt von OTTO WITTMANN (1907–1986) der Bau des südöstlichen Oberrheingrabens war.

Die Staatlichen Museen für Naturkunde in Stuttgart und Karlsruhe, die auf die einstigen königlichen bzw. großherzoglichen Naturalienkabinette zurückgehen, gehören heute zu den ersten Adressen geologischer und paläontologischer Schausammlungen und Forschungen in Deutschland. In den „Stuttgarter Beiträgen zur Naturkunde“ (in mehreren Reihen) und den „Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland“ finden sich neben Forschungsergebnissen aus Sammlungsbestand und Grabungen der Museen auch zahlreiche Beiträge zur regionalen Geologie Südwestdeutschlands.

Mit der Bildung des Landes Baden-Württemberg 1952 wurden die Geologischen Dienste von Baden und Württemberg im Geologischen Landesamt Baden-Württemberg in Freiburg zusammengeführt, wobei Stuttgart als Standort einer Nebenstelle des Landesamts bestehen blieb. Die Kartierung wurde im Maßstab 1 : 25 000 fortgesetzt, inzwischen ist die gesamte Landesfläche aufgenommen. Mit den „Abhandlungen“ und den „Jahresheften“ erschienen weiterhin zwei Publikationsreihen, in denen regionalgeologische Ergebnisse veröffentlicht wurden. Stellvertretend sei hier an die Beiträge von HORST BRUNNER (1942–2000), WALTER CARLÉ (1912–1996), PAUL GROSCHOPF (1909–2000), HELMUT KIDERLEN (1905–1995), FRANZ KIRCHHEIMER (1911–1984), KURT SAUER (1927–1986), ALFRED VOLLRATH (1913–1978) und FRITZ WEIDENBACH (1901–2000) erinnert.

Eine umfassende Zusammenstellung der Geschichte des Landesamts einschließlich der bis dahin publizierten Karten und Erläuterungen gibt REIFF (1992). Am 1. Juli 1998 wurde das Geologische Landesamt mit dem Landesbergamt zum Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB) vereinigt und im Zuge der Verwaltungsreform 2005 als Abteilung 9 „Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau“ in

das Regierungspräsidium Freiburg eingegliedert. Dienstaufgaben und landesweite Zuständigkeit blieben jedoch dieselben und die Herstellung amtlicher Geologischer Karten und die Pflege eines landesweiten Datenbestandes über den tieferen Untergrund die wichtigsten Aufgaben der staatlichen geologischen Landesaufnahme. Für nahezu alle Bereiche der Geowissenschaften und als Planungsgrundlage für Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft sind Geologische Karten und ihre Verbindung mit den über fast zwei Jahrhunderte angesammelten Bohr- und Aufschlussinformationen auch in Zukunft unabdingbar (VILLINGER 2000).

1.6 Ausblick und neue Herausforderungen

Bedauerlicherweise hatte in den vergangenen Jahrzehnten die geologische Forschung in der Region des eigenen Standortes für die geowissenschaftlichen Hochschulinstitute (und in der Vergabepaxis der nationalen Forschungsförderung) in Baden-Württemberg – wie fast überall in Deutschland – einen deutlich geringeren Stellenwert als früher. Seit einigen Jahren ist jedoch eine erfreuliche Zunahme von Forschungsprojekten zu erkennen, in denen die zahlreichen Besonderheiten der hiesigen Geologie in den Mittelpunkt rücken.

Die im 20. Jahrhundert noch mühsam und schleppend angelaufenen Bemühungen zur deutschlandweiten (und wo sinnvoll auch internationalen) Vereinheitlichung der oft verwirrenden Vielfalt stratigraphischer Begriffe haben besonders seit der deutschen Wiedervereinigung 1990 eine neue Dynamik erhalten. Unter dem Dach der Deutschen Stratigraphischen Kommission erarbeiten acht Subkommissionen aus Vertretern der Geologischen Landesdienste, Hochschulangehörigen und weiteren Experten eine Reihe von Stratigraphischen Synopsen, die seit 1995 in unregelmäßiger Folge erscheinen und ein wachsendes Kompendium der stratigraphischen Einheiten in Deutschland darstellen (DSK 1995 ff.). Inzwischen werden die gedruckten Kompendien mit „Litholex“ durch eine stratigraphische Internet-Datenbank ergänzt, die seit einigen Jahren im Aufbau ist. Auch eine Stratigraphische Übersichtstabelle für Deutschland wurde entwickelt (STD 2002).

Im Rahmen der überregionalen Zusammenarbeit konnten dabei die früher regional unterschiedlichen Gliederungen vereinheitlicht werden – ein seit Jahrzehnten bestehendes Anliegen, dessen Dringlichkeit durch den wachsenden Bedarf an einheitlichen Standards in der digitalen Datenverarbeitung in Datenbanken, digitalen Kartenwerken und 3D-Modellen sowie im Austausch von Geobasisdaten noch verstärkt wurde. Auch in Baden-Württemberg wurden etliche stratigraphische Begriffe in Abstimmung mit den Nachbarländern verändert, so dass ihre Namen auch über die Landesgrenzen hinweg dieselbe Bedeutung und Abgrenzung behalten und einheitliche geologische Schichten überall denselben Namen tragen, was z. B. im Keuper noch vor wenigen Jahrzehnten eher die Ausnahme als die Regel war.

Der Einzug von Computer und Internet in die tägliche Arbeit erleichterte zudem den Austausch geologischer Informationen, die Kombination unterschiedlicher Datenquellen und die Verarbeitung großer Datenmengen in rasantem Tempo. Seit Anfang der 1990er Jahre werden geologische Karten am Landesamt zunehmend digital erstellt (SAWATZKI 1999). Mittlerweile sind geologische Karten von Baden-Württemberg im LGRB Mapserver auch online verfügbar und teilweise über ein 3D-Modell mit Informationen über den

lokalen Untergrund verknüpft. Seit 2002 wird an einer blattschnittfreien digitalen geologischen Karte für die gesamte Landesfläche gearbeitet.

Die Herausforderungen an die Geowissenschaften sind auch heutzutage vielfältig: Beratung bei Baumaßnahmen über und unter Tage, Rohstofferkundung und -sicherung oder Erarbeitung von Konzepten zum Grundwasserschutz sind nur einige Schlagworte, die erkennen lassen, dass eine beständige Fortführung geologischer Aufnahme im Gelände und konsequente Weiterführung der bestehenden Aufschluss- und Bohrarchive einen festen Platz in einer modernen Gesellschaft hat.

2 Geologische Übersicht

Das Land Baden-Württemberg hat Anteil an mehreren geologischen Großräumen und Strukturen, die über die politischen Landesgrenzen hinausgreifen. Im tektonischen Bau Europas nimmt es die südwestliche Hälfte der Süddeutschen Scholle („Südwestdeutsche Großscholle“ bei CARLÉ 1950, 1955a) ein, deren etwa dreieckiger Umriss sich im Schollenbau Mitteleuropas wie ein vor den Alpen nordwärts vorgetriebener Keil abhebt (Abb. 1).

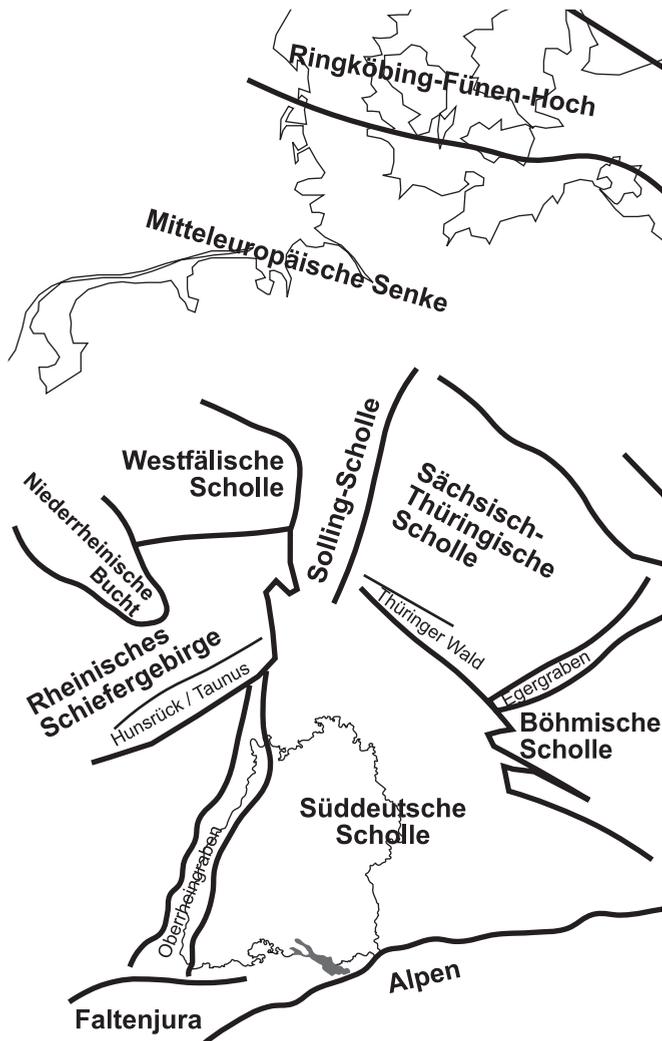


Abb. 1 Tektonische Großgliederung Mitteleuropas und Abgrenzung der Süddeutschen Großscholle (nach KATZUNG & EHMKE 1993, ergänzt).

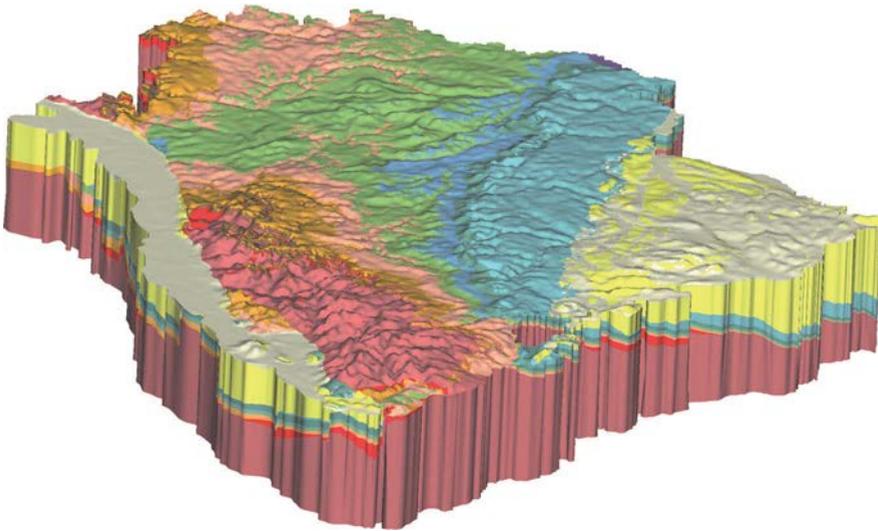


Abb. 2 Geologisches Blockbild von Südwestdeutschland, Blick von Südwesten (nach RUPF & NITSCH 2008). Im Vordergrund links der Oberrheingraben, dahinter Schwarzwald und Odenwald, rechts das Molassebecken. Der größte Teil der Landesfläche wird vom südwestdeutschen Schichtstufenland eingenommen.

Im Westen ist die Süddeutsche Scholle durch den Oberrheingraben begrenzt, der als gemeinsame Großstruktur Baden-Württemberg mit der Schweiz und Frankreich ebenso wie mit Rheinland-Pfalz und Hessen geologisch verbindet. Den größten Teil dieser Scholle nimmt das Süddeutsche Schichtstufenland ein, dessen Sockel sich am Rande des Oberrheingrabens im Schwarzwald und im Odenwald als Mittelgebirge heraushebt (Abb. 2, Vorsatzblatt vorne) und dessen östlicher Rand vom Grundgebirge der Böhmisches Scholle und des Franken- und Thüringer Waldes überschoben wurde. In der Mitte dieses Schichtstufenlandes, an der Grenze zwischen Schwäbischer und Fränkischer Alb und zugleich an der Landesgrenze zu Bayern, liegt mit dem Nördlinger Ries einer der bekanntesten Meteoritenkrater der Erde. Ganz auf Landesgebiet findet sich nur wenig südwestlich davon noch ein zweiter Krater, das Steinheimer Becken. Südlich der Donau tauchen die mesozoischen Ablagerungen des Schichtstufenlands allmählich unter die känozoischen Sedimente des nordalpinen Molassebeckens ab, das sich von Oberschwaben sowohl nach Osten gegen Oberbayern als auch nach Südwesten in die Nordschweiz fortsetzt.

Klimatisch gehört Baden-Württemberg heute zum warm gemäßigten Regenklima der mittleren Breiten mit ganzjährigen Niederschlägen. Je nach Höhenlage zeigen sich dabei regionale Unterschiede zwischen dem Oberrheinischen Tiefland (weniger als 200 m über NN), den Gäulandschaften und Waldgebieten im Norden des Landes (200 bis 500 m über NN) und den Mittelgebirgen von Schwarzwald, Schwäbischer Alb und Odenwald (über 500 m, teilweise über 1000 m über NN). Die Jahresmittel der Niederschläge reichen von etwa 600 mm/a im niederschlagsarmen Oberrheinischen Tiefland bis teilweise über 1500 mm/a, in den Höhenlagen des Schwarzwaldes, des Allgäus und Teilen der Schwäbischen Alb und ihres Vorlandes. Auch die Jahresmitteltemperaturen zeigen Unterschiede zwischen dem Oberrheinischen Tiefland (10 bis 11 °C) und den höheren Bergregionen (6 bis 7 °C).

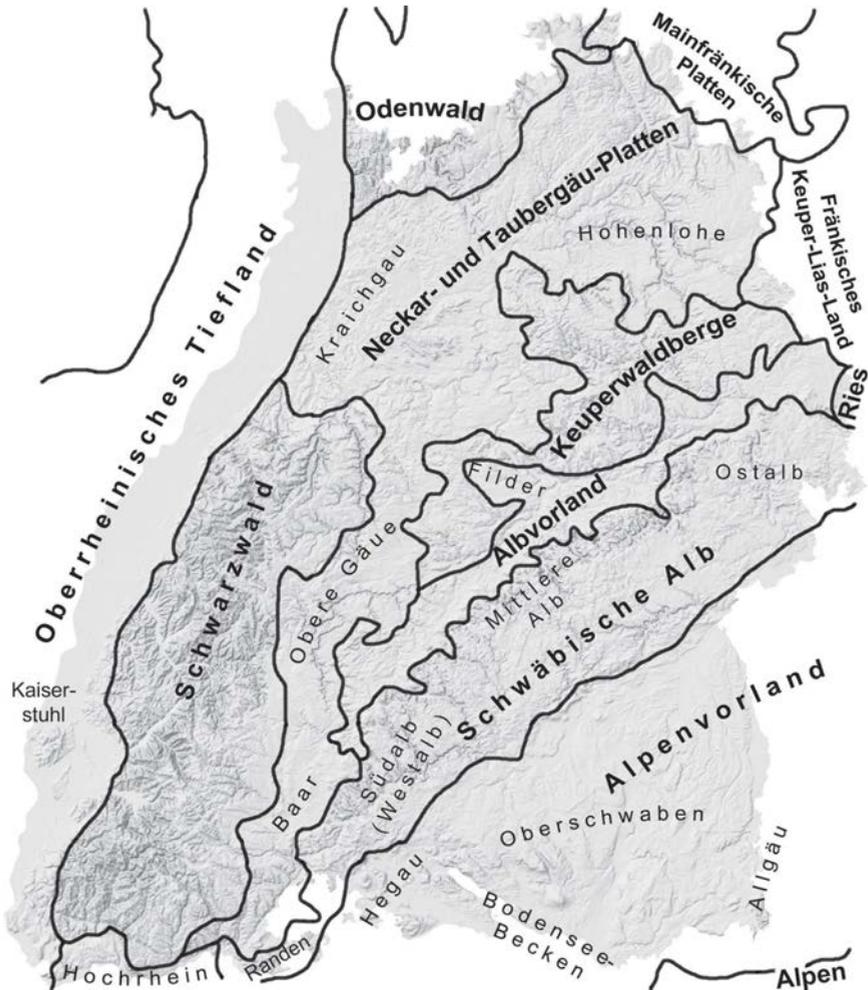


Abb. 3 Naturräumliche Großgliederung in Baden-Württemberg, ergänzt nach ROSNER (in GEBHARDT 2008). Die zwischen den Mittelgebirgsräumen von Schwarzwald, Schwäbischer Alb und Odenwald liegenden Großlandschaften der Neckar- und Taubergäu-Platten, Keuperwaldberge und das Albvorland werden teilweise auch als „Neckarland“ zusammengefasst.

Besonders in regenreichen Jahren bewirken Hochwässer, Felsstürze oder Rutschungen auch in der Gegenwart natürliche Veränderungen des Landschaftsbildes. Die Formung der heutigen Landschaft fand jedoch größtenteils schon in früheren Erdzeitaltern unter teils wärmeren, teils kälteren klimatischen Bedingungen statt. Deren Spuren lassen sich aus fossilen Bodenbildungen und aus der Zusammensetzung der Floren und Faunen in den Ablagerungen erschließen, die seit dem Rückzug des Jurameeres vor etwa 145 Millionen Jahren in Teilen des Landes gebildet wurden. Vielleicht schon seit der Kreidezeit, spätestens aber seit dem Alttertiär bildete sich unter zunächst subtropischem Klima ein Schichtstufenland heraus, dessen West- und Südrand durch die tektonischen Vorgänge am Oberrheinigraben und im Alpenvorland eine eigenständige Entwicklung nahmen. Besonders die

drastische klimatische Abkühlung am Ende des Tertiärs und der mehrfache Wechsel von Kalt- und Warmzeiten während des quartären „Eiszeitalters“ gab den Landschaften schließlich ihre heutige Gestalt. So war die Landschaft einem fortwährenden Wandel unterworfen, bei dem, aus Sicht eines kurzen Menschenlebens, nur ein scheinbarer Stillstand eingetreten ist. In der Vergangenheit war das Landschaftsbild stets ein anderes als heute. Auch in der Zukunft wird es ein anderes sein, weshalb das heutige einmalig ist (Abb. 3).

2.1 Naturräume und Geologie

Der Westen Baden-Württembergs wird vom **Oberrheinischen Tiefland** eingenommen, das im Nordwesten mit 90 m über NN den tiefsten Bereich von Baden-Württemberg bildet und im Süden an der deutsch-schweizerisch-französischen Grenze auf 200 m über NN ansteigt. Das Tiefland verdankt seine Entstehung einer seit dem frühen Tertiär anhaltenden Absenkung als bis zu 40 km breiter und fast 300 km langer tektonischer Graben und dessen Auffüllung mit känozoischen Ablagerungen. Die Absenkung des Grundgebirges beträgt im Oberrheingraben gegenüber den Grabenschultern ca. 5000 m, die Mächtigkeit der känozoischen Grabenfüllung stellenweise mehr als 3000 m. Im südlichen Teil erhebt sich das Vulkangebiet des Kaiserstuhls mehr als 350 m über die Oberrheinebene. Im Quartär wurden im Graben mächtige, meist aus alpinem Geröll bestehende Kieslager abgelagert. Sie stellen für die Trinkwassernutzung einen überregional wichtigen Grundwasserleiter dar und zugleich einen Rohstoff für die Bauindustrie, deren „Baggerseen“ den Rhein begleiten. Der Bergbau auf Kalisalz unter Buggingen und der Abbau von Eisenerzen in den Vorbergen des Südschwarzwald (Ringsheim, Schliengen) sind dagegen heute eingestellt. Das für Mitteleuropa vergleichsweise warme Klima und fruchtbare Löß- und Auenböden lassen intensive Landwirtschaft und in Hanglagen Weinbau zu.

Der **Schwarzwald** ist der tektonisch am stärksten gehobene Teil Baden-Württembergs. Im Süden erreicht der Feldberg eine Höhe von 1493 m über NN und ist damit der höchste Berg im Land. Im Westen fällt der Schwarzwald an der Randstörung des Oberrheingrabens schroff gegen das Tiefland ab. Das Grundgebirge, vorwiegend Granit und Gneis, ist weitflächig entblößt. Es wird im Norden, Osten und Süden von Sedimenten des Jungpaläozokums und Buntsandsteins überdeckt, die ostwärts unter die fruchtbareren Gäulandschaften des Schichtstufenlandes abtauchen. Im Nordschwarzwald bildete einst der Dreifürstenstein an der Hornisgrinde mit 1151 m über NN die höchste Erhebung des Königreichs Württemberg. Der Schwarzwald ist von tief eingeschnittenen Tälern zerfurcht, die zur Donau, zum Rhein und zum Neckar entwässern. Kare und von Gletschern geformte Täler bezeugen als fossile Landformen noch das eiszeitliche Klima. Die dem Rhein zugewandten Hänge und die lößbedeckte Vorbergzone werden vom milden Klima der Tiefebene beeinflusst, weshalb hier Wein- und Obstbau bis in die Schwarzwaldtäler hinein möglich sind. Im übrigen Schwarzwald lassen das raue Klima und die kargen, oft sauren Böden auf Kristallin und Buntsandstein nur Waldwirtschaft und Grünlandnutzung zu. Bergbau auf Erzgänge ist vereinzelt schon für die Jungsteinzeit (Rötelabbau) und die römische Eisenzeit nachgewiesen und erlebte seinen Höhepunkt vom Mittelalter bis in die frühe Neuzeit. Ein Fensterbild aus dem 14. Jahrhundert im Freiburger Münster stellt die älteste Bergbaudarstellung Mitteleuropas dar. Heute ist der Bergbau bis auf einige Hartsteinbrüche eingestellt, doch sind

viele der einstigen Erzbergwerke touristisch erschlossen und als Besucherbergwerk ausgebaut.

Das Gebiet des **Hochrheins** schließt sich dem Oberrheingraben und dem Schwarzwald im Süden an. Es ist durch Ablagerungen des Rheins geprägt, die eine Terrassenlandschaft bilden und Mächtigkeiten von mehreren zehn Metern haben. Muschelkalk bildet die sanften Höhen des Dinkelbergs. Rheinaufwärts ermöglichte auf Schweizer Seite Solegewinnung aus dem Salz des Mittleren Muschelkalks schon früh die Entstehung einer Chemieindustrie, die heute noch am Hochrhein heimisch ist.

Am **Odenwald** hat Baden-Württemberg nur einen kleinen Anteil. Nördlich des Neckars tritt Granit und permischer Quarzporphyr zu Tage. Nach Osten schließt sich die Schichtstufe der Buntsandsteintafel an. Sie wurde vom Vulkanschlott des Katzenbuckels durchschlagen, der mit 626 m über NN die höchste Erhebung des Odenwalds bildet. Der „Kleine Odenwald“ südlich des Neckars wird von Buntsandsteinhöhen gebildet. Wie im Schwarzwald sind auch hier die dem Rhein zugewandten lößbedeckten Hänge klimatisch begünstigt, während die alten Landoberflächen der Ostabdachung karge Böden und raues Klima aufweisen.

Die Gäulandschaften der **Neckar- und Taubergäuplatten**, mit dem Kraichgau, Hohenlohe, den Oberen Gäuen und der Baar, werden geprägt von den Schichtstufen des Muschelkalks und den oft von Löß und tieferem Keuper überdeckten, verkarsteten Hochflächen der Muschelkalktafel. Sie zieht sich vom Norden des Landes bis an den Hochrhein. Im Osten bildet der Anstieg der Keuper-Schichtstufe eine deutliche Grenze. Im Nordosten setzen sich die Gäulandschaften in den Mainfränkischen Platten fort. Die Flüsse und Bäche sind in den Gäulandschaften oft schluchtartig eingetieft, teilweise bis in Schichten des Buntsandsteins. Die hügeligen Hochflächen werden meist landwirtschaftlich genutzt. An günstigen Standorten im niedriger gelegenen Norden des Landes gedeiht Wein, insbesondere an den Süd- und Westhängen der Täler und an Keuper-Zeugenbergen in tektonischer Tieflage wie Strom- und Heuchelberg. Der wichtigste Rohstoff dieser Region ist das Steinsalz des Mittleren Muschelkalks, das früher in vielen Salinen gewonnen wurde und heute noch in zwei Bergwerken (Heilbronn und Stetten bei Haigerloch) gewonnen wird. An vielen Stellen werden auch die Kalksteine des Muschelkalks in Steinbrüchen abgebaut.

Die **Keuperwaldberge**, zwischen der ersten Keuper- und der Unterjura-Schichtstufe gelegen, sind durch Flüsse und Bäche engräumig in Bergriedel zerlegt. Der oftmalige Wechsel von Ton- und Sandsteinen begünstigt hier die Entstehung einer durch Geländestufen und gesteinsbedingte Flächenbildungen sehr abwechslungsreichen Landschaft. Die teilweise schweren Tonböden der Hänge und die leichten Sandböden der Höhen bieten keine günstigen Voraussetzungen für den Ackerbau und werden vorwiegend forstwirtschaftlich genutzt, weshalb besonders im Osten ausgedehnte Wälder zu finden sind. Nur an den westlichen Schichtstufenhängen und den Südhängen der Täler ist Weinbau auf gipsführendem tieferem Keuper verbreitet.

Das **Albvorland** beginnt im Nordwesten mit der Schwarzjura-Schichtstufe, die zu den im westlichen Bereich oft lößlehmbedeckten Filderflächen aufsteigt. Südlich von Stuttgart springen diese im Fildergraben nach Nordwesten vor. Mit Annäherung an den Albtrauf wird die Landschaft zunehmend von Gesteinen des Braunen Juras bestimmt, dessen Sandsteine und Oolithe mehrere Geländestufen hervorrufen. Durch Reliefumkehr in tektonischen Tieflagen erhaltene Zeugenberge und als Härtlinge von der Erosion herausmodellierete Vulkanschlote geben der Landschaft vor der Mittleren Alb einen ganz besonderen Charakter. Südexponierte Hänge dieser Vorberge erlauben gelegentlich die Anlage kleiner

Rebflächen. Die Höhenlage von meist über 300 bis 400 m über NN und häufigere Niederschläge im „Regenstau“ des Albanstiegs führen trotz der meist fruchtbaren Böden dazu, dass neben landwirtschaftlichen Flächen und Obstbau auch größere Waldgebiete einen breiteren Raum einnehmen als in den Gäulandschaften. Sedimentäre Eisenerze, Ölschiefer und Bausandsteine bildeten zeitweise örtlich wichtige Rohstoffe. Zusammen mit den Keuperwaldbergen geht das Albvorland nach Osten in das Fränkische Keuper-Lias-Land über.

Die **Schwäbische Alb**, mit ihrer um 300 bis 400 m das Vorland überragenden Schichtstufe aus Weißjura-Kalksteinen, kann als das Rückgrat der süddeutschen Schichtstufenlandschaft bezeichnet werden. Ihr steil abfallender Nordrand, der Albtrauf, ist durch Täler und Buchten reich gegliedert, während ihr Südrand über weite Strecken angenähert dem heutigen Donautal folgt. Die Hochfläche liegt meist 750 bis 900 m über NN und fällt leicht zur Donau hin ab. Die Europäische Wasserscheide (zwischen Nordsee und Schwarzem Meer) verläuft von der Baar bis zum Ries auf annähernd 100 km über die Albhochfläche, meist nicht weit vom Albtrauf entfernt. Die Alb gliedert sich in Südalb (auch Westalb genannt), Mittlere Alb und Ostalb. Erhebungen über 1000 m finden sich nur im Norden der Südalb (Lemberg 1015 m über NN). Südlich der Donau vermitteln die Landschaften von Klettgau und Randen zum Schweizer Tafeljura. Die Hochfläche der Alb ist durch die intensive Verkarstung der Weißjura-Kalksteine geprägt. Oberirdisch abflusslose Gebiete, Trockentäler, Dolinen und Höhlen sind häufige Erscheinungen. Einige ausgebaute Schauhöhlen sind seit mehr als einem Jahrhundert Ausflugsziele und Touristenattraktionen. Das tiefere Karstwasser ist bedeutend für die Wasserversorgung im Land. Im Gebiet der Mittleren Alb und ihres Vorlandes liegt das Uracher Vulkangebiet, dessen wasserstauende Tuffschlote und Maarsedimente Hülben (Quellorte) bilden und in der verkarsteten Landschaft seit jeher große Bedeutung hatten. Die Böden sind steinig und durch die Verkarstung trocken, durch Verwitterungslehm jedoch oft schwer. Trotz des rauen Klimas („Droben auf der rauen Alb“) war jedoch seit vorgeschichtlicher Zeit eine Besiedlung möglich. Kleine Vorkommen von Eisenerzen aus tertiärzeitlichen Bodenbildungen brachten der Landbevölkerung zeitweise einen wirtschaftlichen Zugewinn. Heute sind die Kalk- und Mergelsteine des Weißen Juras von wirtschaftlichem Interesse für die Baustoffindustrie, Steinbrüche der Zement- und Schotterwerke sind hier häufiger zu finden als in allen anderen Landesteilen.

Auf die Ostalb sind im Miozän zwei Meteorite niedergegangen und hinterließen mehrere Kilometer messende Einschlagskrater, das **Steinheimer Becken** und (nur teilweise im Landesgebiet) das **Nördlinger Ries**. Sie wurden später mit tertiären Sedimenten verfüllt. Die über 20 km weite Ebene des Rieses, in einer Höhenlage zwischen 400 und 450 m über NN klimatisch dem Albvorland entsprechend, stellt noch heute einen eigenständigen Naturraum dar, der die Schwäbische von der Fränkischen Alb trennt.

Das von tertiären und quartären Gesteinen geprägte **Alpenvorland** erstreckt sich vom Südrand der Schwäbischen Alb über den Südosten Baden-Württembergs. Es bildet ein gegen den Alpenrand nach Südosten allmählich ansteigendes Hügelland. Vom Hegau bis in das Allgäu folgt die Europäische Wasserscheide den höchsten Erhebungen zwischen Donautal und Bodensee. An den eigentlichen Alpen hat das Land keinen Anteil mehr, lediglich die aufgerichtete Vorlandmolasse ist im südlichen Allgäu noch vertreten und stellt mit dem Schwarzen Grat (1118 m über NN) die höchste Erhebung dieses Naturraums auf Landesgebiet. Molassegesteine des Tertiärs treten besonders in den Tälern unter überwiegend glazial geprägten Gesteinen des Quartärs an die Oberfläche. Die abwechslungsreiche