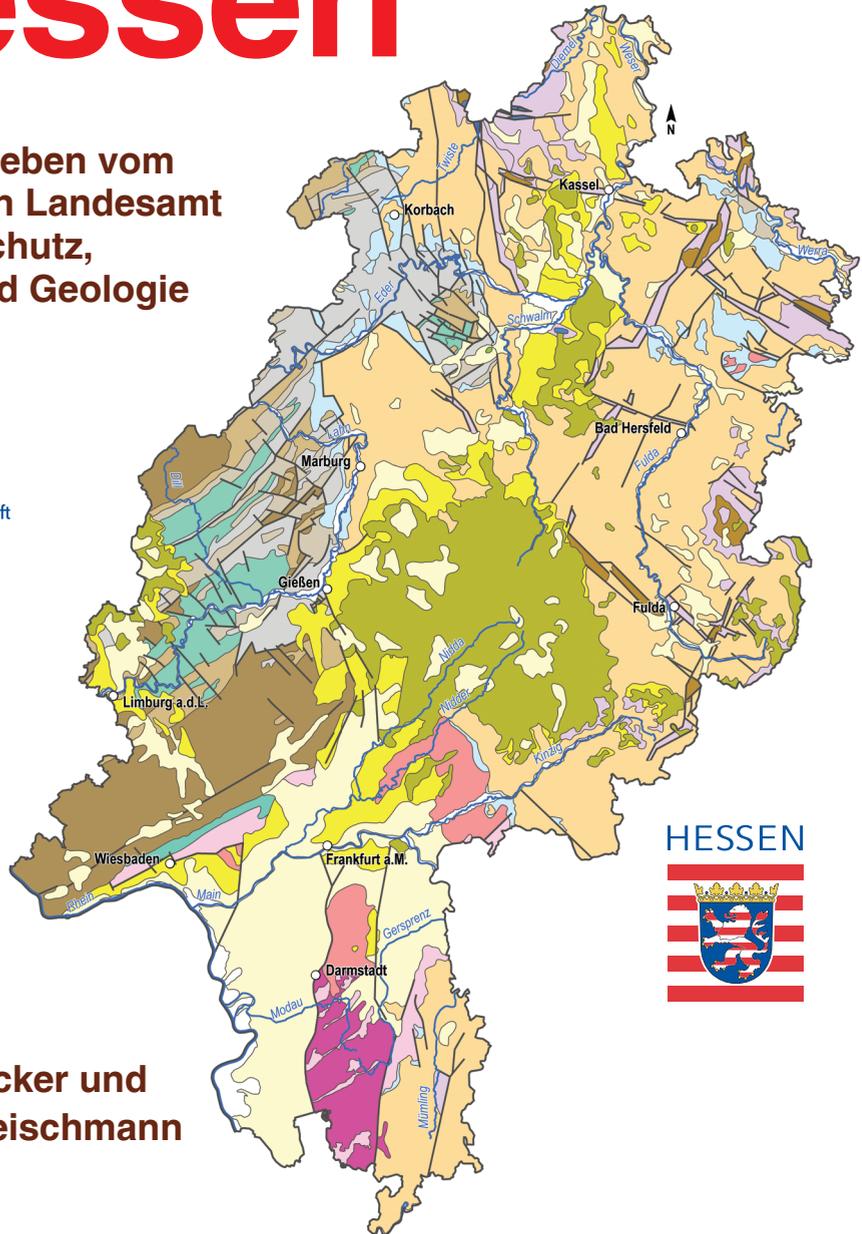


Geologie von Hessen

Herausgegeben vom
Hessischen Landesamt
für Naturschutz,
Umwelt und Geologie



Redaktion:
Roland Becker und
Thomas Reischmann



Schweizerbart

Geologie von Hessen

Herausgegeben vom Hessischen Landesamt für
Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)

Redaktion: Roland Becker und Thomas Reischmann

Mit 300 Abbildungen, 2 Tafeln und 42 Tabellen



Schweizerbart · Stuttgart 2021

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Hrsg.): **Geologie von Hessen**

Adresse des Herausgebers: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG),
Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden

Einbandgestaltung: Hintergrund © GeoBasis-DE / BKG 2013, Darstellung durch HLNUG

ISBN 978-3-510-65442-0

ISBN ebook (pdf) 978-3-51 0-65443-7

Information on this title: www.schweizerbart.de/9783510654420

© 2021 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: Newgen Publishing Europe

Printed in Germany by Druckerei zu Altenburg GmbH

Grußwort

Die Erforschung der Geologie im heutigen hessischen Staatsgebiet sowie der verwandten Fachrichtungen wie beispielsweise der Paläontologie, Mineralogie, Boden- und Rohstoffkunde erfolgte schon lange vor der Gründung des ersten Hessischen Geologischen Dienstes im Jahre 1853. Denn bereits in früheren Jahrhunderten wurden Gold, Silber und andere wertvolle Bodenschätze gesucht und gefördert. Ackerbau wurde dort betrieben, wo die Bodenverhältnisse als besonders geeignet befunden worden waren. Die Kenntnisse der geologischen Prozesse sowie der Gründe für die Ortsgebundenheit von Rohstoffen oder landwirtschaftlich nutzbarer Flächen entwickelten sich jedoch nur langsam. Mit Gründung der geologischen Landesdienste erweiterten und vertieften sich die geologischen Erkenntnisse sprunghaft, auch durch den wissenschaftlichen Austausch, und sie kamen mit der digitalen Welt in einen erneuten Umbruch insbesondere im Hinblick auf Darstellungs- und Interpretationsmöglichkeiten mit Raum- und Zeitbezug.

Die Aufgaben der Staatlichen Geologischen Dienste haben sich seit ihrer Gründung erweitert, die Anforderungen an die Erfassung, Dokumentation und Aufbereitung der Ergebnisse für eine zielgerichtete Anwendung sind erheblich gestiegen. Die Erkundung des Landes durch die Geologischen Dienste war nie reine Grundlagenforschung, sondern hatte schon seit den allerersten Ansätzen einen praktischen Bezug, sie ist eine staatliche Dienstleistung zum Wohl der Allgemeinheit.

Daher waren neben der Erforschung des Landes auch die Information der Öffentlichkeit und die Bereitstellung der Ergebnisse Schwerpunkt der Arbeit. Die zahlreichen analog gefertigten geowissenschaftlichen Karten verschiedenster Maßstäbe stehen mittlerweile digital zur Verfügung. Auch viele der in den Archiven abgelegten analogen Datenbestände wurden gescannt oder digitalisiert und werden fortlaufend durch eigene Geländeerkundungen und Einarbeitung interner und externer Untersuchungsergebnisse aktualisiert. Dies gestattet die kontinuierliche Weiterentwicklung des Wissensstandes und damit auch die rasche Beantwortung aktueller Fragestellungen.

In mehreren periodischen Schriftenreihen informiert das Amt über die Geologie des Landes, das „Geologische Jahrbuch Hessen“ lässt sich dabei, mit wenigen kriegsbedingten Lücken, bis zum Gründungsjahr 1853 zurückverfolgen.

Es war in der Vergangenheit aber nicht gelungen, eine zusammenfassende Darstellung der Geologie von Hessen zu erstellen, wie sie der vorliegende Band nun erstmals realisiert. In den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurde der Versuch unternommen, im Rahmen der Geologischen Abhandlungen Hessen Band 96 (THEWS 1996) dieses Ziel zu erreichen. Es erschien aber nur der erste von zwei geplanten detailreichen Bänden, die in ihrer Konzeption und fachlichen Tiefe jedoch eher für das Fachpublikum gedacht waren.

Das hier vorliegende Werk hingegen will gerade die breite Öffentlichkeit erreichen und ihr in verständlichen Worten die Faszination der hessischen Geologie näherbringen. Der Band stellt in diesem Sinne eine Erläuterung zur Geologischen Karte von Hessen 1: 300 000 dar und liefert gemeinsam mit ihr die Grundlagen für die vielfältigen Nutzungen des Raumes und die Eingriffe in unsere Umwelt. Ebenso vermittelt er auch die Kenntnisse zum Schutz des Menschen vor Naturrisiken und für Maßnahmen zum Schutz der Umwelt selbst. Die detaillierte Gliederung mit in sich abgeschlossenen Kapiteln ermöglicht dem Leserkreis eine individuelle zweckgerichtete Benutzung des Buches. Die Beschreibungen fassen die zahlreichen hochauflösenden Fachveröffentlichungen zu den einzelnen Themenbereichen zusammen. Großer Wert wurde auf die Zitate gelegt, die den geeigneten Leserinnen und Lesern des Buches ein weiterführendes Studium der neuesten Literatur gestatten. Die Kapitel wurden

von verschiedenen Autorinnen und Autoren verfasst, denn die Redakteure konnten die besten Kenner der Geologie von Hessen gewinnen und so ein aktuelles Werk auf der Höhe der Zeit erstellen.

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie schließt mit diesem Band eine Lücke in der Reihe der Beschreibungen zur Geologie der deutschen Bundesländer. Das Werk soll allen Fachkollegen, Studierenden der Geologie, Bergleuten, Ingenieuren, Planern, Forstleuten und Landwirten sowie allen weiteren naturkundlich Interessierten eine Grundlage zum Verständnis der Geologie des Landes Hessen und Freude an seiner weiteren Erforschung bieten.

Allen Autorinnen und Autoren, den Redakteuren dieses Buches sowie all denjenigen, die im Hintergrund zum Gelingen beigetragen haben, gebühren höchster Dank und Anerkennung.



Prof. Dr. Thomas Schmid
Präsident
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Vorwort

Die zusammenfassende Darstellung der Geologie eines Bundeslandes erwies sich als komplexe und lang andauernde Aufgabe. Da sich die Ausarbeitung so lange hinzog, konnten die Kollegen Hans-Jürgen Anderle, Dr. Roland Becker, Dr. Martin Hottenrott und Prof. Dr. Klaus-Werner Tietze das Erscheinen des Buches leider nicht mehr erleben. Die Kolleginnen und Kollegen trauern um sie und haben es gleichzeitig als Vermächtnis angesehen, ihre Arbeiten an dem Buch fertigzustellen.

Dr. Roland Becker war Initiator der „Geologie von Hessen“ und hätte das Buch gerne noch in der Hand gehalten. Das blieb ihm leider versagt, denn vor der Fertigstellung hat er den Kampf gegen seine Krankheit verloren. Er hatte dieses Projekt auf den Weg gebracht, und wir haben das Werk in seinem Sinne vollendet. Bei den redaktionellen Arbeiten in der Schlussphase hat Dr. Heinz-Dieter Nesbor geholfen, die Lücke, die Dr. Becker hinterließ, zu schließen, wofür ich ihm herzlich danken möchte.

Der Spezialist für den Taunus, Hans-Jürgen Anderle, konnte seinen Beitrag zur „Geologie von Hessen“ leider nicht mehr fertigstellen. So fiel mir die Aufgabe zu, unterstützt von Dr. Nesbor, das Manuskript in seinem wohlverstandenen wissenschaftlichen Interesse zu vervollständigen.

Dr. Martin Hottenrott war Experte für die Geologie des Tertiärs und hatte mehrere Beiträge zu diesem Zeitabschnitt entworfen. Bei dem Unterfangen, seine Beiträge zu vollenden, halfen Prof. Dr. Erlend Martini und Dr. Siegfried Ritzkowski tatkräftig mit.

Für die gute Zusammenarbeit bin ich allen Autorinnen und Autoren verpflichtet. Die Aufgabe der Redakteure konzentrierte sich auf die Kompilation und Koordination der Beiträge und die redaktionelle Überarbeitung. Dementsprechend geben die Inhalte der Artikel die Ansichten der Autoren wieder.

Für die graphische Gestaltung der allermeisten Abbildungen und Tabellen hat sich ganz besonders Frau Martina Schaffner (HLNUG) verdient gemacht, wie auch Frau Jutta Kaepfel (HLNUG) für die redaktionelle Überarbeitung des Literaturverzeichnisses. Frau Susanne Küttner-Bahr (HLNUG), übernahm das amtsinterne Lektorat, und Prof. Dr. Heiner Flick das externe Lektorat sowie die Erstellung der Register. Ihnen, wie auch allen anderen Kolleginnen und Kollegen des HLNUG, die dieses Projekt unterstützt haben, gebührt mein besonderer Dank.

Zahlreiche Fachkolleginnen und Fachkollegen trugen durch kritische Hinweise, wertvolle Diskussionsbeiträge oder als externe Gutachter maßgeblich zum Gelingen dieses Projektes bei. Dies waren, ohne Anspruch auf Vollständigkeit: Dr. Peter Bender (ehemals Univ. Marburg), Dr. Jürgen Ehlers (ehemals Geologisches Landesamt Hamburg), Prof. Dr. Heiner Flick (Univ. Heidelberg), Dr. Matthias Grimm (Mainz), Prof. Dr. Thomas Kirnbauer (Tech. Hochschule Georg Agricola, Bochum), Dr. Peter Königshof (Senckenberg Frankfurt), Dr. Klaus Lehmann (Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Krefeld), Prof. Dr. Ulf Linnemann (Senckenberg Dresden), Prof. Dr. Josef Paul (ehemals Universität Göttingen), Dr. Matthias Piecha (Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Krefeld), Dr. Michael Rogall (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Mainz), Dr. Harald Vogel (Arcadis Deutschland, Darmstadt), Prof. Dr. Gerhard Wörner (Univ. Göttingen), Prof. Dr. Jürgen von Raumer (Univ. Fribourg/Schweiz), Prof. Dr. Klaus-Werner Tietze† (ehemals Univ. Marburg), Prof. Dr. Gernold Zulauf (Univ. Frankfurt).

Ihnen allen sei auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

Nicht zuletzt gilt mein Dank den Verlegern Dr. Andreas Nägele und Dr. Walter Obermiller für ihre Geduld und das Verständnis, das sie uns entgegenbrachten und damit die Vollendung des Werkes ermöglichten.

Prof. Dr. Thomas Reischmann
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Wiesbaden

Autoren

Aderhold, Gabriele, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, gabriele.aderhold@hlnug.hessen.de

Anderle, Hans-Jürgen (†), Dipl.-Geol., ehemals Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden.

Becker, Roland (†), Dr., ehemals Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden.

Breyer, Ralf, Dr., Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst, Rheinstraße 23-25, 65185 Wiesbaden, breyer@kom.fra-uas.de

Flick, Heiner, Prof. Dr., Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Institut für Geowissenschaften, Im Neuenheimer Feld 234, 69120 Heidelberg, heiner-flick@t-online.de

Friedrich, Klaus, Dr., Städtisches Umweltamt Wiesbaden, Gustav-Stresemann-Ring 15, 65189 Wiesbaden, klaus.friedrich@wiesbaden.de

Fritsche, Johann-Gerhard, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, johann-gerhard.fritsche@hlnug.hessen.de

Hagdorn, Hans, Dr., Muschelkalkmuseum Ingelfingen, Schloßstr. 11, 74653 Ingelfingen, encrinus@hagdorn-ingelfingen.de

Heggemann, Heiner, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, heiner.heggemann@hlnug.hessen.de

Hemfler, Marion, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, marion.hemfler@hlnug.hessen.de

Hergesell, Mario, Dipl.-Geol., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, mario.hergesell@hlnug.hessen.de

Hoselmann, Christian, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, christian.hoselmann@hlnug.hessen.de

Hottenrott, Martin (†), Dr., ehemals Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden.

Hug-Diegel, Nicola, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, nicola.hug-diegel@hlnug.hessen.de

Kämmerer, Dieter, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, dieter.kaemmerer@hlnug.hessen.de

Kludt, Christoph, Dipl.-Geol., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, 65203 Wiesbaden, christoph.kludt@hlnug.hessen.de

Kowalczyk, Gotthard, Prof. Dr., Johann Wolfgang Goethe-Universität, Institut für Geowissenschaften, Altenhöferallee 1, 60438 Frankfurt a. M., g.kowalczyk@em.uni-frankfurt.de

Kracht, Matthias, Dr., ehemals Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, 65203 Wiesbaden, m.kracht@gmx.net

Kramm, Elmar, OStR, 36041 Fulda, elmar.kramm@unitybox.de

Leßmann, Bernd, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, 65203 Wiesbaden, bernd.lessmann@hlnug.hessen.de

Liedmann, Wolfgang, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, 65203 Wiesbaden, wolfgang.liedmann@hlnug.hessen.de

Lügger, Katrin, Dipl.-Geogr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, 65203 Wiesbaden, katrin.luegger@hlnug.hessen.de

Martini, Erlend, Prof. Dr., ehemals Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, Geologisches Institut, Frankfurt a. M.

Mittelbach, Georg, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, 65203 Wiesbaden, georg.mittelbach@hlnug.hessen.de

Nesbor, Heinz-Dieter, Dr., ehemals Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, 65203 Wiesbaden, dieter-nesbor@t-online.de

Pape, Wolf-Peter von, Dipl.-Geol., ehemals Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, 65203 Wiesbaden

Paul, Josef, Prof. Dr., ehemals Geologisches Institut der Universität Göttingen, Goldschmidt-Str. 3, 37077 Göttingen, renaute.paul@web.de

Pöschl, Werner, Dr., ehemals Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, 65203 Wiesbaden

Radtke, Gudrun, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, 65203 Wiesbaden, gudrun.radtke@hlnug.hessen.de

Reischmann, Thomas, Prof. Dr., ehemals Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, 65203 Wiesbaden, thomas.reischmann@t-online.de

Ritzkowski, Siegfried, Dr., ehemals Geologisches Institut der Universität Göttingen, Goldschmidt-Str. 3, 37077 Göttingen, sritsko@roringen.de

Rückert, Harald, Dipl.-Geol., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, 65203 Wiesbaden, harald.rueckert@hlnug.hessen.de

Rumohr, Sven, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie,
Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, sven.rumohr@hlnug.hessen.de

Sabel, Karl-Josef, Prof. Dr., ehemals Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie,
Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, kj.sabel@onlinehome.de

Schlösser-Kluger, Inga, Dr., Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und
Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, inga.schloesser-kluger@hlnug.hessen.de

Schraft, Adalbert, Prof. Dr., ehemals Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und
Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, adalbert.schraft@hlnug.hessen.de

Steindlberger, Enno, Dr., Institut für Steinkonservierung e.V., Langgasse 29, 55116 Mainz,
steindlberger@ifs-mainz.de

Stock, Kornelia, Dipl.-Ing., ehemals Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und
Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden

Tietze, Klaus-Werner (†), Prof. Dr., ehemals Philipps-Universität Marburg, Geologisches
Institut, Marburg

Vath, Ulrich Albert, Dipl.-Geol., Amt für Straßen und Verkehrswege Eschwege, Kurt-
Holzapfel-Str. 37, 37269 Eschwege, rocogoe@t-online.de

Inhalt

Grußwort	III
Vorwort	V
Verzeichnis der Autoren	VII
1 Geschichte der geologischen Erforschung von Hessen (R. Becker)	1
2 Natur- und Strukturräume von Hessen	6
2.1 Geographie, Naturräume und Bodennutzung (K. Friedrich)	6
2.1.1 Geo- und Hydrographie	6
2.1.2 Naturräume und Geomorphologie Hessens	6
2.1.3 Bodennutzung	9
2.2 Geologische Strukturräume (H. Heggemann)	10
2.2.1 Paläozoikum	10
2.2.1.1 Kristalliner Odenwald	12
2.2.1.2 Kristalliner Spessart	12
2.2.1.3 Rheinisches Schiefergebirge	12
2.2.1.4 Büdinger- und Sprendlinger Permscholle	13
2.2.2 Mesozoikum	14
2.2.2.1 Hessische Buntsandstein-Scholle	14
2.2.2.2 Buntsandstein-Odenwald	14
2.2.3 Känozoikum	14
2.2.3.1 Vogelsberg	15
2.2.3.2 Rhön	15
2.2.3.3 Wetterau-Senke	15
2.2.3.4 Niederhessische Senke	16
2.2.3.5 Oberrheingraben	16
3 Paläozoikum (Erdaltertum)	17
3.1 Geotektonisch-paläogeographische Entwicklung Mitteleuropas im Paläozoikum (H.-D. Nesbor)	17
3.1.1 Jung-Präkambrium bis Ordovizium	20
3.1.2 Silurium	20
3.1.3 Devon	25
3.1.4 Karbon	30
3.2 Taunus (H.-J. Anderle)	34
3.2.1 Vordertaunus	34
3.2.2 Taunuskamm-Einheit	40
3.2.3 Hintertaunus	43
3.2.4 Paläogeographische Entwicklung	46
3.2.5 Tektonik	47
3.3 Lahn-Dill-Gebiet (H. Flick & H.-D. Nesbor)	49
3.3.1 Lithostratigraphie der ortsständigen geologischen Einheiten (Autochthon)	51
3.3.1.1 Sedimentation im Mitteldevon	51
3.3.1.2 Vulkanischer Zyklus im Devon	55

3.3.1.3	Roteisenerze	60
3.3.1.4	Mittel- bis oberdevonische Riffe	61
3.3.1.5	Sedimentation vom Oberdevon bis zum tiefsten Unterkarbon	62
3.3.1.6	Vulkanischer Zyklus im Unterkarbon	64
3.3.1.7	Sedimentation im Unterkarbon	65
3.3.2	Lithostratigraphie der Deckeneinheiten (Allochthon)	68
3.3.2.1	Renoherzynische Decken	71
3.3.2.2	Armorikanische Decken	73
3.4	Kellerwald (H. Flick & H.-D. Nesbor)	77
3.4.1	Lithostratigraphie der ortsständigen geologischen Einheiten (Autochthon)	80
3.4.1.1	Dill-Eder-Mulde	80
3.4.1.2	Lahn-Mulde	84
3.4.2	Lithostratigraphie der Deckeneinheiten (Allochthon)	84
3.4.2.1	Renoherzynische Decken	85
3.4.2.2	Armorikanische Decken	86
3.5	Nordöstliches Rheinisches Schiefergebirge (H. Heggemann)	88
3.5.1	Lithostratigraphie der geologischen Einheiten	92
3.5.1.1	Devon	92
3.5.1.2	Karbon	102
3.6	Paläozoische Aufbrüche (H. Heggemann)	111
3.6.1	Werragrauwacken-Aufbruch	111
3.6.2	Richelsdorfer Aufbruch	113
3.6.3	Baumbacher Aufbruch	114
3.6.4	Mühlbacher Aufbruch	114
3.6.5	Ruhlkirchener Aufbruch	114
3.7	Odenwald-Kristallinkomplex (H.-D. Nesbor)	114
3.7.1	Bergsträßer Odenwald	115
3.7.1.1	Metamorpher Rahmen (Schieferzüge)	118
3.7.1.2	Plutonische Gesteine	119
3.7.2	Böllsteiner Odenwald	126
3.7.2.1	Schieferhülle (Wiebelsbach-Formation)	126
3.7.2.2	Orthogneis-Kern	126
3.7.3	Otzberg-Zone	128
3.7.4	Radiometrische Alter des Magmatismus, der Abkühlungsgeschichte und der Metamorphose	128
3.7.5	Entwicklungsgeschichte des Odenwald-Kristallinkomplexes	131
3.8	Kristalliner Spessart (T. Reischmann)	133
3.8.1	Geographische Lage	133
3.8.2	Geschichtlicher Überblick	133
3.8.3	Lithostratigraphische Einheiten	134
3.8.3.1	Mömbris-Formation	137
3.8.3.2	Geiselbach-Formation	137
3.8.3.3	Alzenau-Formation	138
3.8.4	Zusammenfassung	139
3.9	Rotliegend (G. Kowalczyk)	139
3.9.1	Tektonische und magmatische Entwicklung	141
3.9.2	Paläogeographische Entwicklung	142
3.9.3	Klima und Lebewelt	145
3.9.4	Stratigraphie und Paläogeographie der Einzelbecken	146

	3.9.4.1 Wetterau-Becken.	146
	3.9.4.2 Vogelsberg-, Fulda-, Haune- und Werra-Becken.	161
	3.9.4.3 Richelsdorfer Gebirge.	163
	3.9.4.4 Gesteinseinheiten im Grenzbereich vom Rotliegend zum Zechstein ..	164
	3.9.4.5 Vorkommen am Schiefergebirgsrand und auf den Schwellen	168
	3.9.4.6 Nördliches Oberrheingrabengebiet	169
	3.9.4.7 Verknüpfung mit den Nachbargebieten.	175
3.10	Zechstein (H. Heggemann & N. Hug-Diegel).	177
	3.10.1 Geologischer Rahmen (Paläogeographie).	177
	3.10.2 Stratigraphie und Nomenklatur	181
	3.10.3 Lithostratigraphie der hessischen Beckenfazies	185
	3.10.3.1 Werra-Formation der z1-Folge.	185
	3.10.3.2 Staßfurt-Formation der z2-Folge	193
	3.10.3.3 Leine-Formation der z3-Folge	195
	3.10.3.4 Aller-Formation der z4-Folge	198
	3.10.3.5 Ohre-Formation der z5-Folge.	200
	3.10.3.6 Friesland-Formation der z6-Folge	202
	3.10.3.7 Fulda-Formation der z7-Folge	202
	3.10.4 Lithostratigraphie an den Rändern der Hessischen Zechstein-Becken	203
	3.10.4.1 Zechstein-Randfazies am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges ..	203
	3.10.4.2 Zechstein-Randfazies in Wetterau, Spessart und Odenwald	215
4	Mesozoikum (Erdmittelalter)	218
4.1	Trias (R. Becker)	218
	4.1.1 Buntsandstein (K.-W. Tietze)	220
	4.1.1.1 Unterer Buntsandstein (T. Reischmann).	225
	4.1.1.2 Mittlerer Buntsandstein (K.-W. Tietze)	239
	4.1.1.3 Oberer Buntsandstein (J. Paul)	267
	4.1.2 Muschelkalk (E. Kramm & H. Hagdorn)	280
	4.1.2.1 Unterer Muschelkalk (m1–m3)	284
	4.1.2.2 Mittlerer Muschelkalk (m4–m6)	290
	4.1.2.3 Oberer Muschelkalk (m7–m9)	291
	4.1.3 Keuper (U.A. Vath)	304
	4.1.3.1 Unterer Keuper	308
	4.1.3.2 Mittlerer Keuper	310
	4.1.3.3 Oberer Keuper.	314
4.2	Jura (R. Breyer & M. Hottenrott)	315
	4.2.1 Verbreitung	315
	4.2.2 Paläogeographie	316
	4.2.3 Jura-Vorkommen in Hessen	318
	4.2.3.1 Lauterbacher Graben	318
	4.2.3.2 Homberg-Lendorfer Graben.	319
	4.2.3.3 Kasseler Graben	319
	4.2.3.4 Volkmarsener Graben	320
	4.2.3.5 Warburger Störungszone	321
4.3	Kreide	322
	4.3.1 Sedimentgesteine (R. Breyer)	322
	4.3.2 Vulkanische Gesteine (T. Reischmann & H.-D. Nesbor)	323

5	Känozoikum (Erdneuzeit)	324
5.1	Tertiär	324
5.1.1	Geologischer Überblick (T. Reischmann)	324
5.1.2	Sedimentgesteine	330
5.1.2.1	Hanauer Becken (G. Radtke)	330
5.1.2.2	Mainzer Becken (G. Radtke)	348
5.1.2.3	Nördlicher Oberrheingraben (G. Radtke)	358
5.1.2.4	Wetterau (E. Martini)	366
5.1.2.5	Vogelsberg (M. Hottenrott)	372
5.1.2.6	Niederhessische Senke (S. Ritzkowski)	378
5.1.2.7	Westerwald (M. Hottenrott)	390
5.1.2.8	Taunus (M. Hottenrott)	394
5.1.2.9	Rhön (E. Martini)	397
5.1.3	Vulkanische Gesteine (T. Reischmann & H.-D. Nesbor)	401
5.1.3.1	Niederhessische Senke	403
5.1.3.2	Nördlicher Oberrheingraben	403
5.1.3.3	Vogelsberg	405
5.1.3.4	Rhön	411
5.1.3.5	Westerwald	413
5.1.3.6	Entwicklung des tertiären Vulkanismus in Hessen	414
5.2	Quartär (C. Hoselmann)	416
5.2.1	Fluviatile Ablagerungen	424
5.2.1.1	Rhein	425
5.2.1.2	Main	436
5.2.1.3	Lahn	445
5.2.1.4	Fulda	446
5.2.1.5	Eder	447
5.2.1.6	Werra	449
5.2.1.7	Weser	449
5.2.1.8	Diemel	450
5.2.2	Äolische Ablagerungen	450
5.2.2.1	Löss	451
5.2.2.2	Flugsand	451
5.2.3	Limnische Ablagerungen	452
5.2.4	Sedentäre Ablagerungen	453
5.2.5	Frostbodenbildungen und Hangablagerungen	454
5.2.6	Vulkanische Ablagerungen	456
5.2.7	Fossile Bodenbildungen	458
6	Böden	462
6.1	Grundzüge der Bodenbildung in Hessen (K.-J. Sabel)	462
6.1.1	Faktoren und Prozesse	462
6.1.2	Bedeutung des Ausgangssubstrates	463
6.1.3	Böden im Spiegel der Landschaftsgeschichte	465
6.2	Bodenlandschaften in Hessen (K.-J. Sabel)	468
6.2.1	Bodengesellschaften der Auensedimente und Moore (Bodeneinheiten 1 + 2)	468
6.2.2	Bodengesellschaften aus pleistozänen Lockersedimenten (Bodeneinheiten 3–9)	468
6.2.3	Bodengesellschaften aus solifluidalen Sedimenten des Berg- und Hügellandes (Bodeneinheiten 10–19)	472

6.3	Hintergrundwerte von Spurenstoffen in hessischen Böden (K. Lügger & K. Friedrich)	475
6.3.1	Anorganische Spurenstoffe	476
6.3.2	Organische Spurenstoffe	479
7	Archäologie (R. Breyer)	481
7.1	Paläolithikum	481
7.2	Neolithikum	483
7.3	Bronzezeit	486
7.4	Eisenzeit	487
8	Rohstoffe	490
8.1	Rohstoffvorkommen in Hessen (W. Liedmann)	490
8.1.1	Rohstoffsicherung	492
8.1.2	Rohstoffgruppen	493
8.1.2.1	Sande und Kiese	493
8.1.2.2	Natur- und Naturwerkstein	495
8.1.2.3	Kalk- und Zementrohstoffe	500
8.1.2.4	Tonrohstoffe	501
8.1.2.5	Gipsrohstoffe	504
8.1.2.6	Kalisalz	505
8.1.2.7	Energierohstoffe	506
8.1.2.8	Erze und Industrieminerale	510
8.2	Naturwerksteine (E. Steindlberger)	512
8.2.1	Herkunft von Natursteinen	513
8.2.2	Natursteinkataster	514
8.2.3	Erhalt und Reaktivierung von Steinbrüchen: Fallbeispiele	514
8.2.4	Fazit	518
9	Geothermie	519
9.1	Oberflächennahe Geothermie (S. Rumohr)	519
9.1.1	Wärmeleitfähigkeiten hessischer Gesteine	520
9.1.2	Untergrundtemperatur	521
9.1.3	Stand der Nutzung	522
9.2	Tiefe Geothermie (J.-G. Fritsche)	522
10	Hydrogeologie (J.-G. Fritsche, M. Hemfler, M. Hergesell, D. Kämmerer, C. Kludt, B. Leßmann, G. Mittelbach, W.-P. von Pape, W. Pöschl, H. Rückert, S. Rumohr, I. Schlösser-Kluger)	526
10.1	Grundwasserneubildung	526
10.2	Regionale Hydrogeologie	529
10.3	Mineral-, Heil- und Thermalwässer	549
11	Geophysik (M. Kracht)	555
11.1	Magnetik	555
11.2	Gravimetrie	557
11.2.1	Charakteristika der Schwereverteilung in Hessen	559

11.3	Landeserdbebendienst	559
11.3.1	Erdbeben in Hessen	559
11.3.2	Historische Erdbeben	561
11.3.3	Erdbebenaufzeichnung 1911 bis heute	561
11.3.4	Erdbebeninformationen und Karten zur Seismizität und Erdbebengefährdung	562
11.3.5	Planungskarte zur DIN 4149 (Bauten in deutschen Erdbebengebieten)	564
11.4	Tiefer Untergrund in Hessen	565
11.5	Bohrlochgeophysik und Einsatz von geophysikalischen Methoden beim Geologischen Dienst Hessen	567
12	Ingenieurgeologie (G. Aderhold)	570
12.1	Hochwassergefährdung in Hessen	570
12.2	Technischer Hochwasserschutz, Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren ..	571
12.3	Hochwasserschutz an Rhein und Main (Deiche an Rhein und Main)	575
12.4	Auftreten von Erdfällen und Senkungsmulden durch Verkarstung	577
12.5	Rutschungsgefährdung in Hessen	583
13	Altlasten (K. Stock)	588
13.1	Entstehung von Altlasten	588
13.2	Gefährdungspotential von Altlasten	588
13.3	Stufenweise Altlastenbearbeitung	589
13.4	Altflächendatei	590
13.5	Stand der Altlastensanierung in Hessen	591
14	Geotope in Hessen (R. Becker & A. Schraft)	593
	Literaturverzeichnis	599
	Ortsregister	685
	Sachwortverzeichnis	693

1 Geschichte der geologischen Erforschung von Hessen

Roland Becker

Die Geschichte der geologischen Erforschung ist untrennbar mit der Menschheitsgeschichte verknüpft. Die Begriffe Steinzeit, Bronzezeit und Eisenzeit dokumentieren die Nutzung von Rohstoffen ebenso wie die Waffenherstellung, die kultisch-künstlerische Bearbeitung von Gesteinen oder die Fertigung von Schmuck aus Edelmetallen in früheren Epochen. Darüber hinaus gibt es in Hessen auch zahlreiche Belege der Rohstoffverwendung durch die Kelten, die Römer und die mittelalterliche Gesellschaft bis zur heutigen Zeit. Die Vorkommen von Rohstoffen wurden lange nicht mit dem geologischen Aufbau und der Entstehung der Gesteinsschichten in Verbindung gebracht, sondern mehr aus dem Blickwinkel der Mineralogie betrachtet.

Georg Bauer, latinisiert Agricola (1494–1555), schuf mit seinem 12-bändigen Werk zum Berg- und Hüttenwesen erstmals eine breite Grundlage zur Gewinnung nutzbarer Gesteine, stellte aber noch keinen geologischen Bezug zwischen den Mineral- oder Erzvorkommen her. Im 17. Jahrhundert brachte der Dreißigjährige Krieg den Bergbau des Mittelalters und der frühen Neuzeit und die wissenschaftliche Weiterentwicklung der Naturwissenschaften zum Erliegen. Erst die beginnende Aufklärung mit ihrem Wunsch nach neuen Erkenntnissen, nach Antworten auf alle Fragen politischer, gesellschaftlicher oder naturwissenschaftlicher Art beendete die Stagnation und führte zu einer lebhaften Beschäftigung und Diskussion auf allen Ebenen der Gesellschaft und des Wissens jener Zeit. Als erster erkannte der Däne Niels Stensen, genannt Nicolaus Steno (1638–1687), den zeitlichen Ablauf zwischen übereinanderliegenden Schichten und legte mit seinem geologischen Hauptwerk (STENONIS 1669) den Grundstein der Stratigraphie.

Die erste „Geognostische General-Charte von Teutschland“ im Maßstab 1: 2 300 000 erschien zwischen 1821 und 1831 durch den Juristen Christian Keferstein (1784–1866), der damit als „Wegbereiter der regionalen Geologie Deutschlands“ gelten kann (KIRCHHEIMER 1974). Im Jahr 1826 veröffentlichte Leopold von Buch (1774–1853) im Maßstab 1: 1 100 000 die „Geognostische Karte von Deutschland und den umliegenden Staaten in 42 Blättern“.

Die Anfänge der geologischen Landesaufnahme in Hessen sind eng mit August von Klipstein (1801–1894) aus Hohensolms in Hessen, dem Entdecker des *Dinotherium giganteum* von Eppelsheim in Rheinhessen verknüpft. Er hatte bereits 1826 eine systematische geologische Untersuchung gefordert, doch damals noch ohne Erfolg. In seiner Denkschrift von 1841 „Die geognostische Landes-Untersuchung im Preußischen Staate betreffend“ begründete Ernst Heinrich Carl von Dechen (1800–1889) die Notwendigkeit der geologischen Landesaufnahme von Staats wegen und zeigte die Aufgaben eines staatlichen geologischen Dienstes auf. In zahlreichen Regionen des deutschen Raumes wurden Kartierungen zur geologischen Erkundung der Staatsgebiete in Auftrag gegeben, so im heutigen Hessen an C.E. Stiff durch die damalige Herzoglich Nassauische Landesregierung zur „umfassenden geognostischen Untersuchung des Herzogthums“, die ab 1831 als Bericht mit einer „Gebirgskarte“ vorgelegt wurde (STIFFT 1831).

Triebfeder für die Intensivierung geologisch-mineralogischer Erforschung war die zunehmende Industrialisierung ab der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts, die einen verstärkten Bedarf an Rohstoffen mit sich brachte. Um diesen Bedarf für Energiegewinnung, Erzverhüttung oder Ausbau der Infrastruktur zu befriedigen, waren spezielle Kenntnisse zu

Rohstofflagerstätten unterschiedlichster Art erforderlich, die nur durch eine flächendeckende Kartierung und Erforschung der geologischen Verhältnisse erreichbar waren. Durch Kenntnis der Entstehungsgeschichte konnten gezielt neue Lagerstätten aufgefunden und nutzbar gemacht werden. In seiner an das Kurfürstliche Ministerium des Innern gerichteten Schrift „Pro memoria über die Errichtung einer geologisch-chemischen Landes-Untersuchung“ vom 28.07.1852 schrieb Carl Adolf Heinrich Girard, Professor der Mineralogie und Geognosie an der Universität Marburg (NÖRING 1953), nach einer ausführlichen Erörterung:

„Es scheint demnach die Notwendigkeit geologischer Untersuchungen allgemein anerkannt, und der Unterzeichnete glaubt daher nicht in den Verdacht besonderer Liebhaberei für den Gegenstand oder eigennütziger Absichten zu verfallen, wenn er sich erlaubt, in dem Nachfolgenden die Grundzüge eines Planes für die Untersuchung Kurfürstlicher Ländereien im Allgemeinen zu entwickeln.

Als demnach zu stellende Aufgabe erscheint:

1. Eine geologische, möglichst genaue Untersuchung der gesamten Lande;
2. die Auftragung der gewonnenen Resultate auf topographische Karten, welche, wenn nötig, zu revidieren und mit geologischen Profilen zu versehen sind;
3. die Ordnung, Bestimmung und Aufstellung der gesammelten Mineralien und Erdarten;
4. die chemische Untersuchung der wichtigsten unter denselben, teils in Bezug auf die Bestimmung ihrer Zusammensetzung, teils in Bezug auf ihre Anwendung zu technischen Zwecken;
5. die Herausgabe und Veröffentlichung aller gesammelten Wahrnehmungen und wissenschaftlichen Forschungen in ausführlichen Abhandlungen, mit den nötigen Karten, Tabellen etc.“

Kurfürst Friedrich Wilhelm ordnete daraufhin am 13.01.1853 die Gründung der „Landesanstalt für die geologische Untersuchung des Kurstaates“ als ersten selbständigen Geologischen Dienst im deutschen Staatsgebiet an.

Ausführliche Beschreibungen zur Geschichte der Staatlichen Geologischen Dienste und insbesondere zur wechselvollen Zugehörigkeit des Hessischen Geologischen Dienstes sowie ihrer Bediensteten und Zuarbeiter finden sich bei NÖRING (1953), UDLUFT (1968), BARGON (1987), THEWS (1996b, 2006) oder NEUMANN-MAHLKAU (1998a, b).

Die Erforschung der Geologie von Hessen – damit sind auch alle früheren Staatsgebiete einbezogen – ist mit den Namen bedeutender hessischer Geologen verknüpft, allein etwa 150 standen bisher in staatlichen Diensten. Erst im letzten Jahrhundert erscheinen auch Frauen in den Annalen dieses Fachgebietes. Es ist hier nur möglich, exemplarisch einige der Wissenschaftler zu erwähnen, die sich um die Erforschung der Geologie des hessischen Staatsgebietes bis etwa zur Mitte des 20. Jahrhunderts verdient gemacht haben.

Als einen der letzten Naturgelehrten der Aufklärung und frühen Erforscher Hessens ist Rudolf Erich Raspe (1736–1794) zu nennen, der u.a. einige Veröffentlichungen über den Habichtswald und den Raum Kassel erstellte (s.a. WAITZ VON ESCHEN 2007). Er beschäftigte sich dort mit der Entstehung der Basalte, ein damals wissenschaftliches Streitthema zwischen Neptunisten, die die Entstehung der Basalte als Ablagerungen des Meeres verstanden, und Plutonisten, die die Basalte als erkaltetes Magma aus Vulkanen deuteten. Auch Johann Wolfgang von Goethe schaltete sich – eher zögerlich und wohl seinem Freund Abraham Gottlieb Werner (1749–1817) zuliebe, einem der damals führenden Professoren – auf Seiten der Neptunisten in die Diskussion ein.

Der bereits 1852 gegründete Mittelrheinische Geologische Verein zu Darmstadt brachte mit staatlicher Unterstützung von 1855 bis 1872 insgesamt 17 geologische Karten im Maßstab 1: 50 000 heraus, zehn davon allein durch den Geologen und kurfürstlich-hessischen Salinen-Inspektor zu Bad Nauheim, R. Ludwig (NÖRING 1953), eine besonders erwähnenswerte Leistung. Im Jahr 1873 war der Geologische Dienst Hessens in der Preußischen Geologischen Landesanstalt aufgegangen. Auf Anregung von Richard G. Lepsius (1851–1915) wurde in Hessen im Jahre 1882 wieder ein selbständiger Dienst als „Großherzogliche

geologische Anstalt zu Darmstadt“ gegründet, dessen erster Leiter er auch war. Damit begann in Hessen die systematische Kartierung der Geologischen Karte 1: 25 000 (GK 25) in heutiger Form.

Carl Ludwig Fridolin von Sandberger (1826–1898) hinterließ mehr als 300 Schriften über die geologischen und paläontologischen Verhältnisse Hessens und der angrenzenden Gebiete. Zusammen mit seinem Bruder Guido Sandberger und dem Nachlass des Vaters Johann Philipp Sandberger schuf er eine äußerst umfangreiche Typensammlung, insbesondere zum Devon, die noch heute im Museum Wiesbaden zur Verfügung steht. Richtungsweisend für die Gliederung des Rheinischen Schiefergebirges ist das Werk der Brüder Sandberger mit der Beschreibung und Abbildung der Versteinerungen des „rheinischen Schichtensystems in Nassau“ (SANDBERGER & SANDBERGER, 1850–1856).

Ein sehr vielfältig interessierter und arbeitender Naturforscher war Carl Koch (1827–1882), der sich hauptsächlich mit der Geologie des Rheinischen Schiefergebirges, aber auch mit dem Tertiär des Limburger und des Mainzer Beckens befasste. Er hinterließ eine umfangreiche Gesteins- und Fossilsammlung dieser Gebiete. Für die Beratung und erfolgreiche Versorgung der Stadt Wiesbaden mit Trinkwasser aus dem Taunus wurde ihm im Nerotal ein Denkmal errichtet (Abb. 1.1). Ausführliche Beschreibungen seines Lebens und Wirkens sind den Nachrufen bei KINKELIN (1882), VON GÜMBEL (1882) und VON DECHEN (1882) zu entnehmen, wo auch seine herausragende Mitarbeit in zahlreichen Vereinen und Gesellschaften und seine vielen Veröffentlichungen gewürdigt werden.

Friedrich Andreas Moesta (1836–1884) und Franz Beyschlag (1856–1935) kartierten eine Reihe von Blättern in Nordhessen. Beyschlag, später Direktor der Preußischen Geologischen Landesanstalt zu Berlin, war vielseitig aktiv. So arbeitete er auch am Projekt einer internationalen geologischen Karte von Europa. Adolf von Koenen (1837–1915) war mit Unterbrechungen 47 Jahre in Hessen als kartierender Geologe und Paläontologe mit Schwerpunkt im Tertiär tätig. Am längsten, insgesamt 54 Jahre, arbeitete in Hessen Hugo



Abb. 1.1: Denkmal zu Ehren des Geologen Dr. Carl Koch (1827–1882) im Nerotal bei Wiesbaden.

Bücking (1851–1932), der als Autor oder Co-Autor zahlreicher geologischer Kartenblätter zu nennen ist. Er schlug zwar nach einigen Jahren die Hochschullaufbahn ein, blieb aber dem Preußischen Geologischen Landesdienst, der auch hessische Blätter kartierte und herausbrachte, als Mitarbeiter weiterhin treu. Er erforschte als Geologe und Mineraloge insbesondere den Spessart, wo er auch herkam. Als Kenner des Odenwaldes und des Spessarts machte sich Gustav Klemm (1858–1938) im Dienste des Großherzoglichen Hessischen Geologischen Landesamtes in Darmstadt einen Namen. Von ihm stammen viele Publikationen, insbesondere eine geologische Karte des Odenwaldes und der Bergstraße.

August Leppa (1859–1924) war als bayrischer Landesbediensteter zunächst in seiner pfälzischen Heimat als Kartierer tätig, als preußischer Landesgeologe befasste er sich aber intensiv mit geologischen Kartierungen und Untersuchungen in Hessen, insbesondere in Nassau. Er ordnete die Mineraliensammlung des Naturhistorischen Museums in Wiesbaden neu und war ab 1920 Vorsitzender des Nassauischen Vereins für Naturkunde. Wilhelm Schottler (1869–1932) kartierte zahlreiche Kartenblätter, verstärkt im Bereich des Vogelsberges, wo er sich insbesondere mit der Entstehung und den Lagebeziehungen der Vulkanite beschäftigte.

Franz Michels (1891–1970) begann seine Kartierungen 1922 in Hessen, wo er etliche bis dato unvollständige Blätter fertigstellte und weitere allein oder mit Kollegen herausgab. Der Schwerpunkt lag im Taunus und dem Quartär der Wetterau. Seine erfolgreichen Beratungen zur Wasserversorgung wurden durch ein Porträtrelief am Eingang des Elisabethentollens der Stadt Bad Homburg v.d.H. gewürdigt. Er wurde im Jahr 1946 der erste Direktor des neu gegründeten Hessischen Landesamtes für Bodenforschung in Wiesbaden, heute die Abteilung Geologie und Boden – Geologischer Landesdienst – des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie. Eine Übersicht über die Entwicklung des Geologischen Dienstes in Hessen nach dem II. Weltkrieg findet sich bei THEWS (2006b). Es wäre sicher berechtigt, noch zahlreiche andere Erforscher der hessischen Staatsgebiete aufzuführen, doch würde dies den Rahmen dieses Bandes sprengen.

Die Kartierungen bildeten die Grundlage für die weitere Erforschung, denn sie wurden stets mit Erläuterungsbänden versehen, in denen nähere Aussagen zu den angetroffenen geologischen Verhältnissen und ihrer Deutungen enthalten sind. Dazu wurden Skizzen, Profile und Tabellen erstellt, die unter den Fachleuten für eine lebhaftige Diskussion mit breitem wissenschaftlichem Gedankenaustausch sorgten.

Als älteste geologische Zeitschrift Deutschlands gilt das ab 1807 von Karl Cäsar Ritter von Leonhard herausgegebene „Taschenbuch für die gesammte Mineralogie“, das noch heute als „Neues Jahrbuch für Mineralogie“ erscheint. Ein Jahr später war von Leonhard Mitbegründer des ältesten naturwissenschaftlichen Vereins in Hessen, der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde zu Hanau 1808 e.V. (NÖRING 1953). Der Verein ist noch heute aktiv.

In vielen Reihen und Monographien wurde zu geologischen Sachverhalten Hessens publiziert. Besonders erwähnenswert sind die Veröffentlichungen der Königlich Preußischen Landesanstalt zu Berlin, sowohl als Erläuterungen zu geologischen Karten (auch von Hessen) als auch zu speziellen Fragestellungen. Wie umfangreich solche Arbeiten teilweise waren, lässt sich gut am Beispiel des Bandes „Die Eisenerzvorräte des Deutschen Reiches“ (EINECKE & KÖHLER 1910) zeigen, der auf 766 Seiten mit 16 Tafeln und 112 Figuren eine hervorragende Zusammenstellung zum Thema bietet.

Das „Notizblatt des Vereins für Erdkunde und verwandte Wissenschaften zu Darmstadt“ (Nr. 1–46, Oktober 1854 bis Mai 1857, 328 S., 3 Tafeln) ist der erste Band des heutigen Geologischen Jahrbuchs Hessen (s.a. KUTSCHER 1953). Die Reihe des Hessischen Landesamtes

für Naturschutz, Umwelt und Geologie mit Beiträgen zur hessischen Geologie und verwandter Bereiche ist im Jahr 2018 mit Band 139 herausgekommen.

Auch heute, nach 160 Jahren staatlicher geologischer Dienste in Hessen, ist die Erforschung des Landes noch längst nicht abgeschlossen, da die sich ständig verändernden Forderungen und Anforderungen von Industrie, Mensch, Natur und Umwelt neue Fragestellungen aufwerfen und Lösungen fordern. Die vielfältigen Ergebnisse der Forschungen in kompakter Form einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen, ist eine grundlegende Aufgabe des Geologischen Landesdienstes von Hessen.

2 Natur- und Strukturräume von Hessen

2.1 Geographie, Naturräume und Bodennutzung

Klaus Friedrich

2.1.1 Geo- und Hydrographie

Hessen umfasst eine Fläche von 21 115 km², die sich mit ca. 260 km in S–N-Richtung von Neckarsteinach bei Heidelberg bis Bad Karlshafen und in W–E-Richtung ca. 170 km von Lorch am Mittelrhein bis Wanfried im Werra-Meißner-Gebiet erstreckt. Das Bundesland liegt in der Mitte Deutschlands und grenzt mit seiner Landesgrenze von ca. 1 410 km Länge an die Länder Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Thüringen.

Die höchste Erhebung von Hessen ist die Wasserkuppe in der Rhön mit 950 m NN. Weitere mächtigere Erhebungen in der hessischen Mittelgebirgslandschaft sind der Große Feldberg im Taunus (881 m NN), der Langenberg im Rothaargebirge (843 m NN), der Taufstein im Vogelsberg (773 m NN) und die Kasseler Kuppe im Hohen Meißner (753 m NN). Der tiefste Punkt Hessens liegt am Rhein mit ca. 74 m NN bei Lorchhausen.

Der nördliche und östliche Teil Hessens entwässert mit ca. 9 000 km² über die Weser und nimmt die Einzugsgebiete der Diemel und der Fulda mit Schwalm, Eder und Werra auf. Die Hauptwasserscheide zwischen Weser und Rhein verläuft vom Hochsauerland in ENE-Richtung zum Kellerwald, um dort nach Süden zum Hohen Vogelsberg zu schwenken. Den Hohen Vogelsberg in SE-Richtung durchschneidend, knickt die Hauptwasserscheide dann nach Osten ab und trennt mit der südlichen Rhönabdachung den Spessart von der Rhön.

Der Rhein entwässert mit ca. 12 100 km² die Einzugsgebiete der Lahn mit Dill und Ohm und des Mains mit Kinzig und Nidda sowie die Einzugsgebiete der oberrheinischen Nebengewässer mit beispielsweise Weschnitz und Schwarzbach.

2.1.2 Naturräume und Geomorphologie Hessens

Die Naturräume und Geomorphologie Hessens sind aufgrund der im geologischen Aufbau unterschiedlichen Mittelgebirge mit Höhen von ca. 400 m bis 950 m NN sowie der hügeligen und flachen Becken- und Tiefländer mit Höhenlagen von ca. 80 m bis 200 m NN stark differenziert.

Für Hessen liegt eine häufig verwendete Gliederung der Naturräume nach KLAUSING (1988) vor, die auf der Systematik der naturräumlichen Gliederung Deutschlands beruht (MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1953–62). Auf dieser Systematik aufbauend aber in Bezeichnungen und Detaillierung abweichend, präsentiert sich die Naturräumliche Gliederung von PLETSCH (1989: 8f). HARRACH (2005) baut auf der Gliederung von PLETSCH (1989) auf, gliedert allerdings die Naturräumlichen Haupteinheiten nach Naturraumtypen.

Unabhängig von den vorliegenden Gliederungen grenzen die Naturräumlichen Einheiten Gebiete nach geomorphologischen, geologischen, hydrologischen und bodenkundlichen Gesichtspunkten in unterschiedlichen Hierarchieebenen ab. In Abb. 2.1.1 sind die Naturräumlichen Haupteinheiten nach KLAUSING (1988) in Verbindung mit der Bodennutzung

Zum Hessischen Bruchschollentafelland gehören das West- und Osthessische Bergland sowie das Niedersächsische Bergland im Norden und das Thüringer Becken im Osten. Die Grabenlandschaft im Südwesten wird durch das Oberrheinische Tiefland repräsentiert. Der Südosten Hessens gehört zum Südwestdeutschen Schichtstufenland mit der Haupteinheitengruppe Hessisch-Fränkisches Bergland.

Zur übergeordneten Kennzeichnung der geomorphologischen Landschaftsausprägung und ihrer Bodennutzung eignet sich vor allem die Zusammenfassung nach Naturraumtypen in Anlehnung an HARRACH (2005). Der Naturraumtyp **Rhein-Main-Ebene** fasst dabei die Hessische Rheinebene und Oberrheinniederung, die Untermainebene und das Messeler Hügelland zusammen. Die weitgehend ebene Landschaft ist durch quartäre Deckschichten mit Auen- und Hochflutsedimenten, Sand und Kies, Flugsand und örtlich Löss geprägt. Das flache Relief sowie das Bodeninventar und die vielerorts mögliche Bewässerung fördern eine intensive landwirtschaftliche Nutzung mit einem erheblichen Anteil an Sonderkulturen, insbesondere auf den Sandböden.

Die **Beckenlandschaften und Gebirgsvorländer** fassen die Lösslandschaften Hessens zusammen. Hierzu gehören die Naturräumlichen Einheiten Bergstraße, Rheingau, Reinheimer Hügelland, Main-Taunus Vorland, Büdingen-Meerhölzer Hügelland (Ronneburger Hügelland in Übergang zur Vulkankuppenlandschaft), Wetterau, Limburger Becken mit Idsteiner Senke, Amöneburger Becken, Westhessische Senke, Warburger Börde und kleinräumige Becken und Senken in den Mittelgebirgsgebieten. Die Böden aus Lösssubstraten und die klimatische Gunst der Beckenlagen sind die Grundlage für landwirtschaftliche Hochleistungsstandorte. Daher überwiegt schon seit historischer Zeit die ackerbauliche Nutzung, und die Räume bilden die Siedlungsschwerpunkte Hessens.

Zu den **Mittelgebirgen** lassen sich das Rheinische Schiefergebirge, das gesamte ost- und südhessische mesozoische Bergland, die tertiären Vulkangebiete mit Westerwald, Vogelsberg und Hoher Rhön sowie der Vordere Odenwald (Kristalliner Odenwald) zählen.

Das **Rheinische Schiefergebirge** weist mit seinen unterschiedlichen paläozoischen Gesteinen – vor allem Tonschiefer, Sandstein, Metabasalt (Diabas), Quarzit, Massenkalk und Kieselschiefer – sehr differenzierte Oberflächenformen auf. Neben den petrographischen und strukturgeologischen Varietäten spielt dabei auch die verwitterungsbedingte Einebnung mit Rumpfflächenbildung in Höhenlagen von über 300 m NN eine wichtige Rolle, die schon vor mehr als 25 Millionen Jahren abgeschlossen war (vgl. JUNGSMANN & BRÜCKNER 2005). Innerhalb der Hochflächenlandschaft ragen in der Regel die geomorphologisch harten Gesteine wie Quarzit, Kieselschiefer, Sand- und Kalkstein gegenüber der in Nachbarschaft großflächig vorkommenden Tonschiefer heraus. Besonderheiten bieten spezifische Kegel- und Kuppenformen der vulkanischen Gesteine im Lahn-Dill-Bergland oder Verkarstungen der Kalksteinvorkommen. Reliefbedingt wird der überwiegende Flächenanteil forstwirtschaftlich genutzt. Die landwirtschaftliche Nutzung ist an die flachen Hochflächen und die Übergänge zu den Beckenlandschaften gebunden.

Im Gegensatz zu den gefalteten Sandsteinvorkommen des paläozoischen Grundgebirges sind die Gesteine des **Mesozoischen Berglandes** vom Reinhardswald bis zum Sandstein-Odenwald aus flach lagernden, meist nur schwach verkippten Sedimentgesteinen aufgebaut. Die vorwiegend aus Sand- und Tonstein bestehenden Schichten bilden in Verbindung mit der erosiven Einschneidung das typische Relief des Schichtstufen- und Tafellandes. Variiert wird das mesozoische Bergland neben kleineren Keupervorkommen vor allem durch morphologisch herauspräparierte Kalke des Muschelkalks und durchschlagende Basaltvorkommen aus dem Tertiär. Die Buntsandsteingebiete sind die Regionen mit dem höchsten Waldanteil in Hessen, was mit der oft hohen Reliefenergie aber auch mit den tendenziell nährstoffarmen Böden zusammenhängt.

Die **Tertiären Vulkanlandschaften** bestehen aus Vulkaniten unterschiedlicher Eigenschaften. Während Westerwald und Vogelsberg mächtige vulkanische Decken mit ausgeprägten Hochflächen aufweisen, überlagern die Vulkanite in der Rhön, im Knüll und am Meißner die mesozoischen Sedimentgesteine häufig nur in geringerer Mächtigkeit und bilden aufgrund ihrer geomorphologischen Härte lokale Erhebungen bzw. sind als

lokale Förderschloten herauspräpariert. Die meist eutrophen Standorte werden in den flacheren Hochlagen überwiegend als Grünland genutzt, die stark reliefierten Hänge sind hingegen im Schwerpunkt mit Buchenwäldern bewachsen.

Der **Vordere Odenwald** repräsentiert mit seinen kristallinen Gesteinen eine starke Hebungszone, die ein spezifisches, kleingekammertes Relief mit hoher Reliefenergie aufweist. Nutzungsschwerpunkte sind hier Forst- und Grünlandwirtschaft. Ackerbau findet sich meist erst auf flacheren Unterhanglagen und im Übergang zur westlichen Graben- und östlichen Beckenlandschaft.

2.1.3 Bodennutzung

Der geologische Untergrund und die darauf entwickelten Böden besitzen einen maßgeblichen Einfluss auf die räumliche Verbreitung der Bodennutzung. Neben der Bodenqualität spielen das lokale Klima und Relief eine entscheidende Rolle für die heutige Verteilung der Bodennutzung.

Die landwirtschaftliche Nutzfläche stellt in Hessen mit ca. 42 % den größten Flächenanteil dar. Die besten agrarischen Standortbedingungen finden sich in den hessischen Becken- und Grabenlandschaften auf meist sehr mächtigen Lockergesteinsdecken. Die schluffreichen Böden sind ideale Ackerbaustandorte, die durch das milde Klima und das tendenziell flache Relief noch weiter begünstigt werden. Diese decken sich räumlich mit der Verbreitung von löss- und lösslehmhaltigen Deckschichten sowie der pleistozänen Aufschüttungsebenen (s. Kap. 6.2).

Die Hochleistungsstandorte der Landwirtschaft konkurrieren jedoch auch mit der Siedlungs- und Verkehrsnutzung (ca. 16 %), die hier schon historisch angelegt sind. Ein Großteil der jährlichen Neuversieglung von Böden findet auf diesen landwirtschaftlichen Hochleistungsstandorten statt.

Die Grünlandnutzung mit Wiesen- und Weidewirtschaft konzentriert sich einerseits auf die flachen, durch Grundwasser vernässten Auenstandorte, andererseits sind es die Feuchtwiesen auf wechselfeuchten Standorten an Unterhängen, Quellmulden, aber auch die ebenen Lagen der wechselfeuchten Rumpfflächen in den Mittelgebirgen (s. Kap. 6). Trockengrünland in exponierten Hanglagen stellt heute oft eine Grenzertragswirtschaft dar. Extremstandorte mit geringem Wasserspeichervermögen oder mit Vernässung sowie Hänge starker Neigung werden mit ca. 40 % der Landesfläche forstwirtschaftlich genutzt. Dies ist im Bundesvergleich ein sehr hoher Nutzungsanteil. In Tab. 2.1.1 ist die Bodennutzung für die übergreifenden Flächenarten in einer aggregierten Sicht zusammengestellt (Hessisches Statistisches Landesamt 2017).

Flächenart	Fläche in km ²	Anteil der Landesfläche in %
Siedlungs-, Industrie- und Gewerbefläche	1947,4	9,2
Verkehrsfläche	1436,8	6,8
Landwirtschaftsfläche	8847,3	41,9
Ackerland	4668,2	22,1
Dauergrünland	2941,6	13,9
Dauerkulturen	62,4	0,3
Waldfläche	8393,1	39,7
sonst. Vegetationsfläche	200,1	0,9
Gewässerfläche	291,0	1,4
Bodenfläche insgesamt	21115,7	100

Tab. 2.1.1: Flächennutzung in Hessen 2016 nach Flächenarten. Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt (2017).

Die Bodennutzung und Geomorphologie bestimmen im Wesentlichen unsere Naturräume. So lassen sich viele Grenzen der Naturräumlichen Einheiten in Abb. 1.2.1 schon anhand der Wechsel in der räumlichen Struktur der Bodennutzung erkennen, wie z.B. die Abgrenzung der Wetterau vom Östlichen Hintertaunus oder vom Unteren Vogelsberg. Aber auch nebeneinander liegende Mittelgebirgslandschaften, wie der Vordere Odenwald (Kristallin) und der Buntsandstein-Odenwald, zeigen unterschiedliche Bodennutzungsmuster, die durch gesteinsbedingte Geomorphologie und Bodenverhältnisse bestimmt sind.

2.2 Geologische Strukturräume

Heiner Heggemann

Als geologische Strukturräume werden Gebiete der Erdoberfläche zusammengefasst, die sich durch einen jeweils einheitlichen Aufbau in Lage und Anordnung der Gesteinsschichten im Untergrund voneinander unterscheiden lassen. Es ergeben sich somit größere zusammenhängende geologische Baueinheiten, wie in Hessen z.B. das Rheinische Schiefergebirge oder aber der Oberrheingraben. Ein Strukturraum kann sich aufgrund seiner charakteristischen Gesteinsschichten, seines besonderen tektonischen Inventars, des einzigartigen Bildungsmilieus oder aber auch aufgrund der besonderen Entstehungsgeschichte der Gesteine von anderen Strukturräumen abgrenzen. In Hessen werden Strukturräume in mehreren Stufen von der überregionalen ersten Ordnung bis in die lokale vierte Ordnung gegliedert.

Auf der Geologischen Übersichtskarte von Hessen sind die verschiedenen übergeordneten geologischen Strukturräume deutlich zu erkennen (Abb. 2.2.1). Sie prägen die jeweiligen Landschaftsteile und geben ihnen ein charakteristisches Aussehen. Der geologische Aufbau und damit die Lage und Verbreitung der Gesteinsschichten unterhalb der belebten Bodendecke sind maßgeblich verantwortlich für die Ausbildung des Bodens und des Bewuchses, wie auch für die jeweilige Ausbildung des Reliefs und der Landschaftsformen einer Region.

In Hessen sind Gesteine des Erdaltertums (Paläozoikum), des Erdmittelalters (Mesozoikum) und der Erdneuzeit (Känozoikum) am Aufbau der obersten Erdschichten beteiligt.

2.2.1 Paläozoikum

Die ältesten Gesteine Hessens entstanden im Erdaltertum. Den größten zusammenhängenden Strukturraum dieser Gesteinsschichten bildet das Rheinische Schiefergebirge. Daneben gibt es inmitten jüngerer Schichten lokale Vorkommen paläozoischer Gesteine, die sich als paläozoische Aufbrüche in NE-Hessen befinden. In Südhessen werden der Kristalline Odenwald und der Kristalline Spessart von Gesteinsserien des Erdaltertums aufgebaut. Diese Strukturräume zeichnen sich dadurch aus, dass die Gesteine während des Karbons die variskische Gebirgsbildungsphase durchlaufen haben. Sie sind daher deformiert, gefaltet, geschiefert und an tektonischen Grenzen gegeneinander versetzt oder überschoben bzw. metamorph überprägt worden.

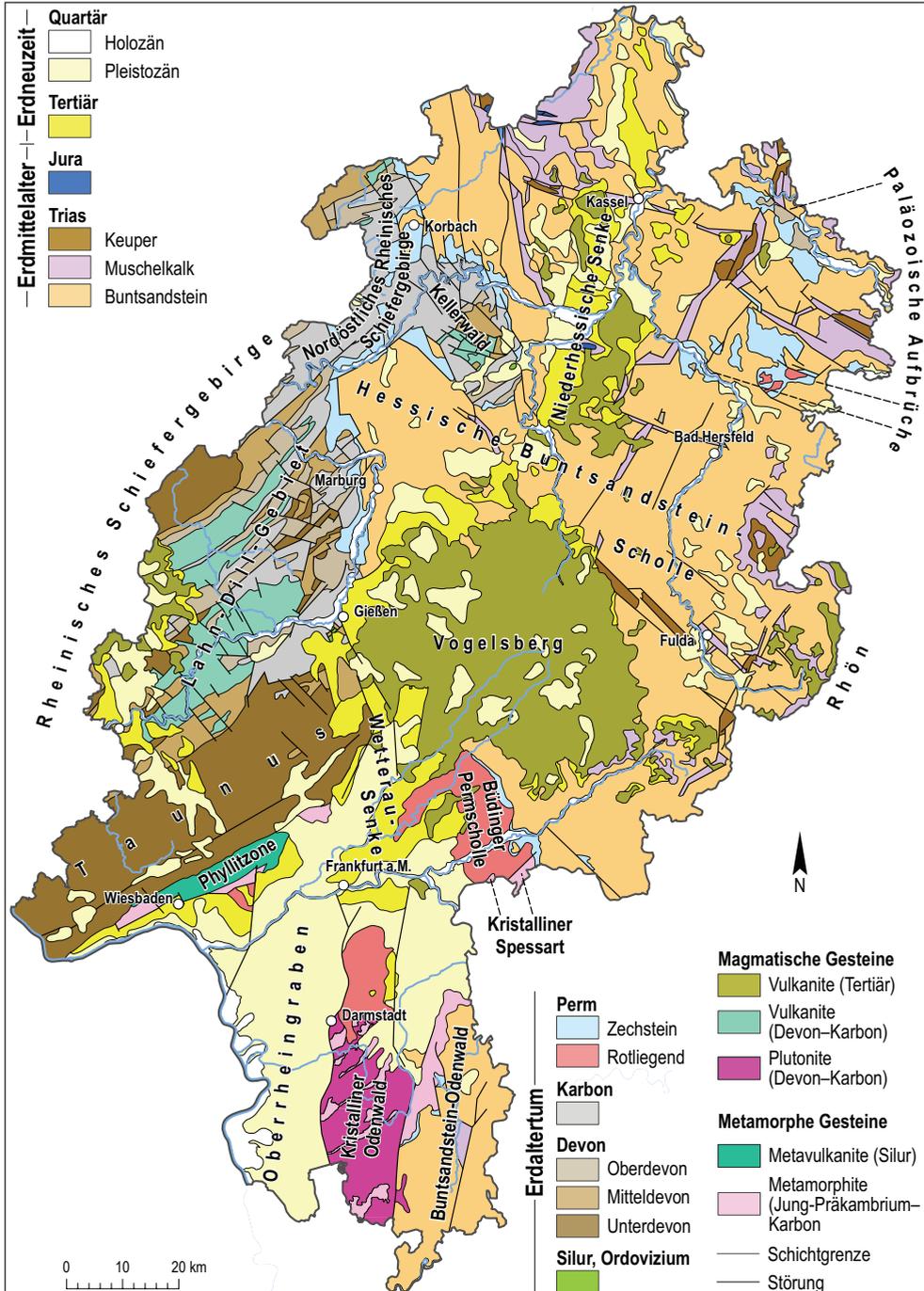


Abb. 2.2.1: Geologische Strukturräume Hessens.

2.2.1.1 Kristalliner Odenwald

Der Kristalline Odenwald wird im Norden begrenzt vom Sprendlinger Horst und der Reinheimer Bucht, im Osten liegt der Buntsandstein-Odenwald und im Westen befindet sich der Oberrheingraben. Der Bergsträßer und der Böllsteiner Odenwald sind die beiden Strukturräume, in die sich der Kristalline Odenwald gliedert. Sie sind durch eine sinistrale Scherzone (Otzberg-Zone) voneinander getrennt. Der größere, westlich gelegene Bergsträßer Odenwald besteht vorwiegend aus magmatischen Gesteinen, die durch schmale Zonen aus metamorphen Schiefen und Gneisen unterteilt sind. Den Böllsteiner Odenwald charakterisiert dagegen eine große Nord-Süd-gestreckte Gneiskuppel, die ebenfalls von metamorphen Schiefen umgeben ist. Die Bildung der metamorphen Gesteine im Kristallinen Odenwald geht bis in die Zeit des Jung-Präkambriums zurück. Während der Variskischen Gebirgsbildung im Karbon wurden die Gesteine des Kristallinen Odenwaldes metamorph überprägt. In dieser Zeit bildeten sich im Bergsträßer Odenwald verbreitet Gesteinsschmelzen, die als Granite, Diorite und Gabbros in der oberen Erdkruste auskristallisiert sind und heute als Plutonite zwischen den metamorphen Schiefen stecken.

2.2.1.2 Kristalliner Spessart

Nur der nördlichste Teil des Kristallinen Spessarts zwischen Main und Kinzig liegt in Hessen. Er ist im Norden umgeben von Ton-, Sandsteinen und Vulkaniten der südlichen Wetterau bzw. des Vogelsbergs. Im Westen schließt sich entlang der Spessart-Randverwerfung die Hanau-Seligenstädter Senke an. Diese tiefreichende Bruchzone weist bei Aschaffenburg eine Sprunghöhe von 200–250 m und bei Alzenau von etwa 500 m auf. Das Spessartkristallin besteht aus metamorphen und magmatischen Gesteinen. Es sind Gneise und Glimmerschiefer, in die Quarzite sowie Marmore und Amphibolite eingeschaltet sind. Im Süden des Kristallins stehen Quarzdiorite und Granodiorite an. Der Kristalline Spessart gehört zusammen mit dem Kristallinen Odenwald zu der sog. Mitteldeutschen Kristallin-Zone.

2.2.1.3 Rheinisches Schiefergebirge

Nur der östliche Teil des Rheinischen Schiefergebirges liegt in Hessen. Er kann grob in die folgenden Strukturräume geringerer Ordnung untergliedert werden: Taunus mit Phyllitzone, Lahn-Dill-Gebiet und Kellerwald mit Hörre-, Gießen-, Frankenbach- und Kammquarzit-Decke sowie das nordöstliche Rheinische Schiefergebirge. Die mesozoischen Deckschichten der Hessischen Buntsandsteinscholle begrenzen den Strukturraum nach Osten. Die Gesteinsschichten des Rheinischen Schiefergebirges setzen sich aus sehr schwach metamorph überprägten Meta-Sedimentgesteinen und -Vulkaniten zusammen, die zum überwiegenden Teil im Devon und Karbon entstanden waren. Nur einzelne lokale Vorkommen wie der Bierstadt-Phyllit (480 Ma) in der nördlichen Phyllitzone, die Orthoceren-Kalke und Graptolithen-Schiefer im Kellerwald oder aber die Sedimentgesteine der Lindener Mark bei Gießen sind ältere Gesteine aus dem Ordovizium oder Silur. Sie sind aber nicht an Ort und Stelle gebildet worden, sondern während der Gebirgsbildungsphase als tektonische Decken über weite Strecken vom Südrand des Gebirges bis an ihre heutige Position transportiert worden.

Im Devon und Karbon war das heutige Rheinische Schiefergebirge Teil eines wenige hundert Meter tiefen Schelfmeeres am Südrand eines damaligen Kontinents Laurussia, der Nordamerika, Grönland, Nordeuropa und das Baltikum umfasste. Vulkanische Gesteine zwischen den Sedimentschichten belegen einen regen Vulkanismus im damaligen Meeresbecken

im Bereich des heutigen Lahn-Dill-Gebietes. Bewegungen der Erdkruste führten dann vor allem in der Zeit des Karbons zur Kollision von Kontinentalplatten und zur Auffaltung des Variskischen Gebirges. Die Kollisionsnaht liegt heute im Gebiet der Mitteldeutschen Kristallin-Zone.

Der Südteil des Rheinischen Schiefergebirges wird vom Taunus gebildet. Er liegt zwischen dem Oberrheingraben im Süden und dem Lahn-Dill-Gebiet im Norden und gliedert sich in den Vordertaunus, die Taunuskamm-Einheit und den Hintertaunus. Am Südrand des Taunus schließt das Rheinische Schiefergebirge mit dem Strukturraum der Phyllitzone ab. Sie reicht nach Westen bis in den Soonwald im Hunsrück und nach Osten bis zur Wippra-Zone des S-Harzes. Diese schmale Zone metamorpher Gesteine setzt sich zusammen aus Phylliten, Meta-Andesiten (Grünschiefern) und Meta-Rhyolithen (Serizitgneisen) grünlicher Färbung. Sie beinhalten mit dem Bierstadt-Phyllit aus dem Ordovizium das älteste datierte Sedimentgestein des Rheinischen Schiefergebirges.

Die im Zuge der Variskischen Gebirgsbildung stark geschieferten, verschuppten und metamorph überprägten Schieferserien sowie Quarzite und Sandsteine mit sehr steiler Lagerung bilden den übrigen Taunus. Die vielen nach Nordwesten gerichteten Überschiebungen, wie z.B. die Taunuskamm-Überschiebung streichen SW–NE. An diesen Störungsbahnen sind ganze Gesteinspakete deckenartig nach Nordwesten überschoben worden.

Im Nordwesten schließt an den Taunus der Strukturraum der Lahn- und der Dill-Eder-Mulde an. Überwiegend marine Meta-Sedimentgesteine der Devon- und Unterkarbon-Zeit treten in diesen Struktureinheiten auf. Daneben sind in der Lahn- und der Dill-Eder-Mulde großflächig Meta-Vulkanite gleichen Alters verbreitet. Die Vulkane waren im damaligen tropischen Klima von Stromatoporen-Korallenriffen umgeben, die bis heute als versteinerte Riffkörper erhalten sind. An die Meta-Vulkanite sind neben diesen sogenannten Massenkalken auch Roteisenerzlager gebunden. Die Lagerstätten wurden früher in einer Vielzahl von Eisenerzgruben abgebaut.

Der Kellerwald bildet die nordöstliche Fortsetzung der Lahn- und der Dill-Eder-Mulde. Entsprechend stehen dort die oben beschriebenen Gesteinsabfolgen an. Im Westen, Süden und Osten wird der Kellerwald von Bruchzonen begrenzt, die bei Bad Wildungen den Austritt von Mineral- und Heilwässern ermöglichen.

Im Bereich des Lahn-Dill-Gebietes und des südlichen Kellerwaldes sind weitere geologische Struktureinheiten aufgeschlossen, die als tektonischer Deckenstapel auf der Lahn- und der Dill-Eder-Mulde liegen. Bei diesen allochthonen Einheiten handelt es sich um die Hörre-, Gießen-, Frankenbach- und Kammquarzit-Decke sowie flächenmäßig kleinere Deckenanteile (vgl. Kap. 3.3, 3.4). In ihrer Gesteinszusammensetzung und Stratigraphie unterscheiden sie sich grundlegend von den autochthonen Abfolgen der Lahn- und der Dill-Eder-Mulde.

Nördlich der Dill-Eder-Mulde erstreckt sich das nordöstliche Rheinische Schiefergebirge. Es grenzt entlang von N–S ausgerichteten Bruchzonen gegen mesozoische Deckschichten des Strukturraumes der Hessischen Buntsandsteinscholle. Vorwiegend Meta-Sedimentgesteine und untergeordnet Meta-Vulkanite der Devon- und Unterkarbon-Zeit sind hier landschaftsprägend.

2.2.1.4 Büdinger- und Sprendlinger Permscholle

Die beiden Permschollen von Büdingen und Sprendlingen befinden sich zwischen dem Kristallinen Odenwald im Süden und dem Vogelsberg im Norden. Getrennt werden sie durch die Senke der Untermain-Ebene. Die Permschollen sind die einzigen Strukturräume in Hessen, in denen großflächig die Konglomerate, Sandsteine, Tonsteine und Vulkanite aus der Rotliegend-Zeit an der Erdoberfläche zu finden sind. Die meist roten Gesteine setzen