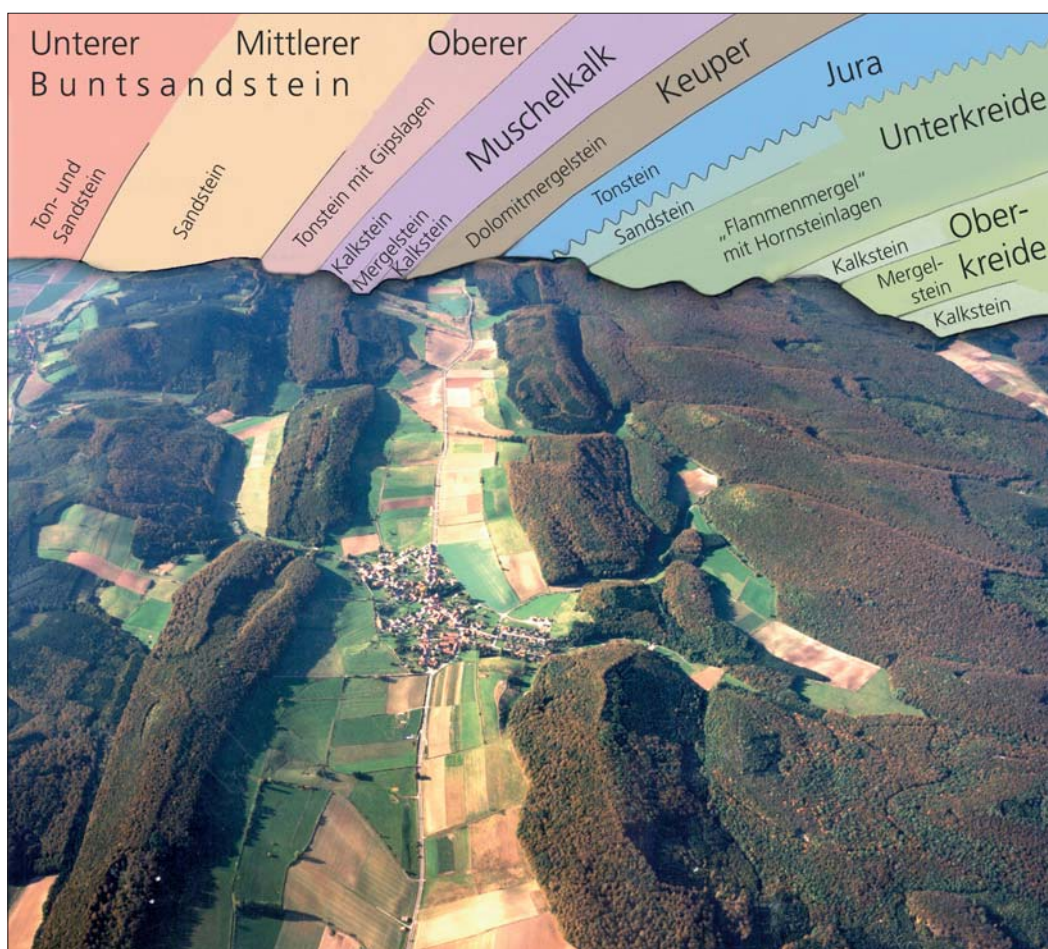




Erdgeschichte von Niedersachsen

Geologie und Landschaftsentwicklung



Niedersachsen



GeoBerichte 6

Landesamt für
Bergbau, Energie und Geologie

Erdgeschichte von Niedersachsen

Geologie und Landschaftsentwicklung

CARMEN HEUNISCH, GERFRIED CASPERS,
JÖRG ELBRACHT, ALFRED LANGER,
HEINZ-GERD RÖHLING, CARSTEN SCHWARZ
& HANSJÖRG STREIF

Hannover 2017

Hinweis

Der vorliegende Text ist eine aktualisierte Fassung.

Die stratigraphischen Tabellen sind in Druckqualität unter www.lbeg.niedersachsen.de > Geologie > Erdgeschichte von Niedersachsen > Stratigraphie von Niedersachsen zu finden.

In der PDF-Version sind in den Geotop-Listen die jeweiligen Lokalitäten mit Links zu ihren PDF-Dateien hinterlegt, die in den Listen der geologischen Objekte in Niedersachsen enthalten sind (www.lbeg.niedersachsen.de > Geologie > Geotope und Geotourismus > Listen geologischer Objekte in Niedersachsen).

Impressum

Herausgeber: © Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie

Stilleweg 2
30655 Hannover
Tel. (0511) 643-0
Fax (0511) 643-2304

Download unter www.lbeg.niedersachsen.de

Version: 28.05.2018

Redaktion: Ricarda Nettelmann
e-mail: bodenkundlicheberatung@lbeg.niedersachsen.de

Titelbild: Blick nach Norden auf das Leinebergland bei Everode, südöstlich von Alfeld, mit Zuordnung der geologischen Schichten (Trias, Buntsandstein bis Oberkreide; Foto: LBEG).
Gestaltung: Kerstin Riquelme
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Referat BZ.8 „Öffentlichkeitsarbeit“

ISSN 1864–6891 (Print)

ISSN 1864–7529 (digital)

DOI 10.48476/geober_6_2017

GeoBer.	6	S. 3 – 84	57 Abb.	18 Tab.	Hannover 2017
---------	---	-----------	---------	---------	---------------

Erdgeschichte von Niedersachsen – Geologie und Landschaftsentwicklung

CARMEN HEUNISCH, GERFRIED CASPERS, JÖRG ELBRACHT, ALFRED LANGER, HEINZ-GERD RÖHLING,
CARSTEN SCHWARZ & HANSJÖRG STREIF

Kurzfassung

Mit ca. 47 620 km² erstreckt sich Niedersachsen von der Nordsee bis in die Mittelgebirge und umfasst dabei vielfältige Landschaften sowie unterschiedliche geologische Einheiten. Die geologischen Großräume sind das niedersächsische Bergland (einschließlich Harz) im Süden des Landes, das größtenteils aus Festgesteinen des Erdmittelalters (Mesozoikum) und des Erdaltertums (Paläozoikum) besteht. Dieser Bereich wurde im Eiszeitalter (Quartär) durch kaltzeitliche Ablagerungen und Vorgänge überprägt.

Nach Norden schließt sich die ebene bis flachkuppig-hügelige Landschaft des niedersächsischen Tieflandes an. In diesem Landschaftsraum der Geest überwiegen in der Regel mehrere Zehner Meter, stellenweise aber auch 500 m mächtige eiszeitliche (pleistozäne) Ablagerungen. Regional landschaftsprägend sind Moore, insbesondere in den küstennahen Regionen Niedersachsens, sowie breite Niederungs- und Flusssysteme.

Alle im niedersächsischen Berg- und Tiefland vorkommenden Gesteinsabfolgen setzen sich auch unter dem Küstenraum und der Nordsee fort. Dort werden sie flächenhaft von jüngeren, vorwiegend marinen Ablagerungen der Nacheiszeit (Holozän) überlagert.

Die folgenden Seiten informieren in kompakter Form über die einzelnen Erdzeitalter, ihre Lebewelt, die nutzbaren Rohstoffe sowie die Geotope Niedersachsens.

Inhalt

1.	Einführung in die Geologie und Landschaftsentwicklung	6
1.1.	Niedersächsisches Bergland	8
1.2.	Niedersächsisches Tiefland	12
1.2.1.	Küstenlandschaft.....	13
1.2.2.	Moore	15
1.3.	Geotope und geologische Objekte in Niedersachsen.....	17
2.	Erdzeitalter.....	18
2.1.	Devon (419,2 – 358,9 Millionen Jahre)	18
2.1.1.	Stratigraphische Tabellen des Devons	20
2.1.2.	Lebewelt des Devons.....	23
2.1.3.	Liste der Devon-Geotope in Niedersachsen	24
2.2.	Karbon (358,9 – 298,9 Millionen Jahre).....	25
2.2.1.	Stratigraphische Tabelle des Karbons.....	26
2.2.2.	Lebewelt des Karbons	27
2.2.3.	Liste der Karbon-Geotope in Niedersachsen.....	28
2.3.	Perm (298,9 – 252,17 Millionen Jahre).....	29
2.3.1.	Stratigraphische Tabellen des Perms	30
2.3.2.	Lebewelt des Perms.....	32
2.3.3.	Liste der Perm-Geotope in Niedersachsen.....	33
2.4.	Trias (252,17 – 201,3 Millionen Jahre)	34
2.4.1.	Stratigraphische Tabellen der Trias	35
2.4.2.	Lebewelt der Trias.....	37
2.4.3.	Liste der Trias-Geotope in Niedersachsen	39
2.5.	Jura (201,3 – 145,0 Millionen Jahre)	40
2.5.1.	Stratigraphische Tabellen des Juras.....	42
2.5.2.	Lebewelt des Juras	45
2.5.3.	Liste der Jura-Geotope in Niedersachsen	46
2.6.	Kreide (145,0 – 66,0 Millionen Jahre)	47
2.6.1.	Entwicklung des niedersächsischen Berglandes in der Kreide	47
2.6.2.	Entwicklung des niedersächsischen Tieflandes in der Kreide	49
2.6.3.	Stratigraphische Tabellen der Kreide.....	50
2.6.4.	Lebewelt der Kreide	52
2.6.5.	Liste der Kreide-Geotope in Niedersachsen	53
2.7.	Tertiär (66,0 – 2,58 Millionen Jahre)	54
2.7.1.	Entwicklung des niedersächsischen Berglandes im Tertiär	54
2.7.2.	Entwicklung des niedersächsischen Tieflandes im Tertiär	54
2.7.3.	Stratigraphische Tabelle des Tertiärs	55
2.7.4.	Lebewelt des Tertiärs.....	56
2.7.5.	Liste der Tertiär-Geotope in Niedersachsen	57
2.8.	Quartär (seit 2,58 Millionen Jahren bis zur Gegenwart)	58
2.8.1.	Entwicklung des niedersächsischen Berglandes im Quartär.....	59
2.8.2.	Entwicklung des niedersächsischen Tieflandes im Quartär	60
2.8.3.	Entwicklung der niedersächsischen Küstenlandschaft im Quartär	62
2.8.4.	Stratigraphische Tabellen des Quartärs	63
2.8.5.	Lebewelt des Quartärs	66
2.8.6.	Liste der Quartär-Geotope in Niedersachsen	67

3.	Nutzbare Rohstoffe und ihre stratigraphische Verbreitung in Niedersachsen	68
3.1.	Oberflächennahe Rohstoffe	68
3.2.	Energierohstoffe	73
3.3.	Tiefliegende Rohstoffe	75
3.4.	Rohstoffe für die Herstellung von Spezialprodukten.....	77
4.	Literatur zur Geologie und Landschaftsgeschichte Niedersachsens	78
4.1.	Übergreifende Literatur	78
4.2.	Karten und Daten	78
4.3.	Schwerpunkt Stratigraphie	79
4.3.1.	Silur – Karbon/Paläozoikum	79
4.3.2.	Perm	79
4.3.3.	Trias	80
4.3.4.	Jura	80
4.3.5.	Kreide	80
4.3.6.	Tertiär	81
4.3.7.	Quartär	81
4.4.	Naturwerksteine/Rohstoffe	83

1. Einführung in die Geologie und Landschaftsentwicklung

Mit ca. 47 620 km² erstreckt sich Niedersachsen als zweitgrößtes Bundesland Deutschlands von der Nordsee bis in die Mittelgebirge und umfasst dabei vielfältige Landschaften sowie unterschiedliche geologische Einheiten. Der südliche Teil Niedersachsens wird dem Bergland zugerechnet, das größtenteils aus Festgesteinen des Erdmittelalters (Mesozoikum) und des Erdaltertums (Paläozoikum) besteht. Dieser Bereich wurde im Eiszeitalter (Quartär) durch kaltzeitliche Ablagerungen und Vorgänge geprägt. Einerseits stieß Inlandeis in Tälern weit in das Bergland vor, andererseits wurden unter kalten Klimabedingungen Lockersedimente abgelagert, die heute weitflächig die Festgesteine verhüllen.

Nach Norden tauchen die Festgesteine in größere Tiefen ab, es schließt sich die ebene bis flachkuppig-hügelige Landschaft des niedersächsischen Tieflandes an. In diesem Landschaftsraum der Geest überwiegen in der Regel mehrere Zehner Meter, stellenweise aber auch mehrere 100 m mächtige eiszeitliche (pleistozäne) Ablagerungen. Darunter stehen Gesteinsschichten des Tertiärs und im Südteil des Tieflandes auch des Mesozoikums an. Mesozoische und noch ältere Gesteine treten im niedersächsischen Tiefland nur an wenigen Stellen (z. B. über Salzstöcken) an die Oberfläche. Regional landschaftsprägend sind Moore, insbesondere in den küstennahen Regionen Niedersachsens. Große Geestbereiche werden durch breite Fluss- und Niederungssysteme zerschnitten, wie zum Beispiel das Weser-, Aller- oder Elbetal.

Die im niedersächsischen Berg- und Tiefland vorkommenden Gesteinsabfolgen setzen sich auch unter dem Küstenraum und der Nordsee fort. Dort werden sie flächenhaft von jüngeren, vorwiegend marinen Ablagerungen der Nach-eiszeit (Holozän) überlagert. Holozäne Ablagerungen treten auf dem Festland überwiegend in Talniederungen (z. B. Flusssande, Auelehme, Flugdecksande, Dünen) sowie im Küstenraum (Watt- und Brackwassersedimente bzw. Torf) auf.

Alle verfügbaren geologischen Informationen werden vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) gesammelt, aufbereitet und in vielfältiger Form für praxisorientierte Nutzung bereitgestellt. Die Ergebnisse der geologischen Landesaufnahme, von Untersuchungen des Fossilinhalts sowie der Gesteinsbeschaffenheit fließen in GeoFachdaten ein (z. B. in geologische Karten oder Modelle), die für unterschiedliche Auswertungen genutzt werden. Sie sind online über den NIBIS®-Kartenserver verfügbar. Informationen über den tieferen Untergrund erhält man vor allem aus Bohrungen und geophysikalische Auswertungen, z. B. Seismik. Alle Bauwerke, ob es sich nun um Wohnhäuser, Deponien, Tunnel oder Brücken handelt, stehen mit dem Baugrund in enger Verbindung. Kenntnisse über die zum Teil komplizierten geologischen Verhältnisse im Untergrund sind daher wichtige Basisdaten für alle größeren Baumaßnahmen.

Die geologischen Verhältnisse beeinflussen natürlich auch die Bodenbeschaffenheit einer Region. Die Morphologie, Bodenbeschaffenheit und Geologie des Untergrundes bestimmen wiederum eine Vielzahl von hydrogeologischen Parametern, zum Beispiel die Verbreitung von Grundwasservorkommen und deren Eigenschaften. In Niedersachsen ergeben sich daraus acht hydrogeologische Räume.

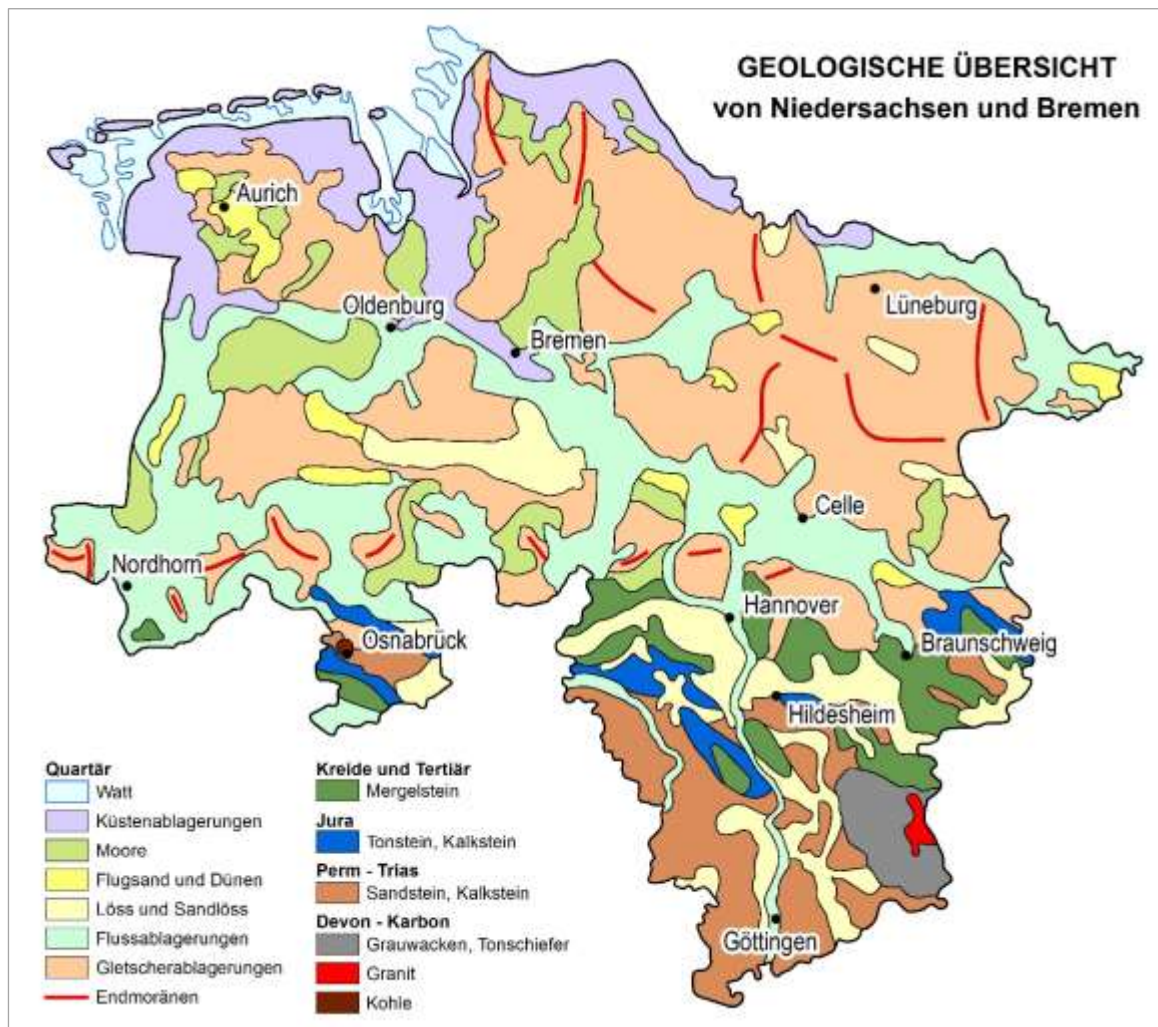


Abb. 1: Geologische Übersicht von Niedersachsen und Bremen.

Die folgenden Seiten informieren sowohl über die geologischen Landschaften in Niedersachsen und ihre Entwicklung als auch über die einzelnen Erdzeitalter, ihre Lebewelt, Geotope, die nutzbaren Rohstoffe und vieles mehr.

Die den einzelnen Erdzeitaltern zugrunde liegenden Altersangaben sind der internationalen chronostratigraphischen Tabelle der Internationalen Stratigraphischen Kommission, Stand Dezember 2016, entnommen. Die Ermittlung der Zahlen erfolgt mit verschiedenen Methoden (z. B. Magneto-, Isotopenstratigraphie, radio-metrische Messungen), die ständig verfeinert werden.

- Devon (419,2 – 358,9 Millionen Jahre),
- Karbon (358,9 – 298,9 Millionen Jahre),
- Perm (298,9 – 252,17 Millionen Jahre),
- Trias (252,17 – 201,3 Millionen Jahre),
- Jura (201,3 – 145,0 Millionen Jahre),
- Kreide (145,0 – 66,0 Millionen Jahre),
- Tertiär (66,0 – 2,58 Millionen Jahre),
- Quartär (seit 2,58 Millionen Jahren).

1.1. Niedersächsisches Bergland

Das niedersächsische Bergland umfasst den südlichen Teil Niedersachsens etwa ab der Linie Osnabrück – Hannover – Braunschweig und lässt sich auf Grund der Beschaffenheit des Untergrundes und der geologischen Entwicklung in

verschiedene Bereiche gliedern. Die wichtigsten Landschaften im niedersächsischen Bergland sind der Harz, das Subherzynes Becken, das Osnabrücker, das Leine- und das Weserbergland.

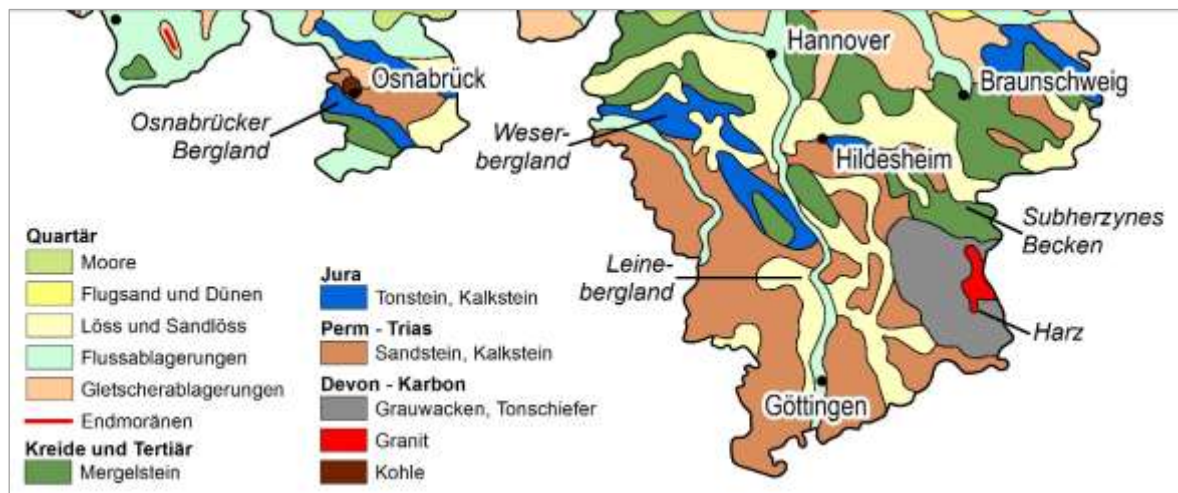


Abb. 2: Gliederung des niedersächsischen Berglandes.

Der Harz liegt in der nordöstlichen Fortsetzung des Rheinischen Schiefergebirges und ist diesem hinsichtlich des geologischen Aufbaus und der Entwicklung sehr ähnlich. Er wird in weiten Teilen aus Meeresablagerungen aufgebaut, die während der geologischen Zeitabschnitte Silur, Devon und Unterkarbon und damit vor ca. 440 bis 320 Millionen Jahren entstanden. Sie bestehen vor allem aus Tonschiefer sowie einem für den Harz typischen Abtragungsgestein, das Grauwacke genannt wird und sich vor allem aus Quarz und Feldspat sowie einem hohen Anteil an Gesteinsbruchstücken zusammensetzt. Dazu gibt es Einschaltungen aus Kiesel-schiefer, Sand- und Kalkstein. Während der Devon-Zeit (vor ca. 390 bis 370 Millionen Jahren) bildeten sich auf Schwellen des Meeresbodens das Iberger und das Elbingeröder Riff. Außerdem entstand in der gesamten Zeit vom Silur bis in das Unterkarbon der im Harz weit verbreitete Diabas bei intensiven, untermeerischen Vulkan-ausbrüchen.

Durch die variszische Gebirgsbildung, die etwa in der Mitte des Karbons einsetzte, wurden die überwiegend marin abgelagerten Gesteine des Harzes gefaltet, geschiefert und schließlich, als Teil eines großen Faltengebirges, über den

Meeresspiegel gehoben. In Folge dieser tektonischen Aktivitäten drang glutflüssiges Magma auf, das in den Gesteinen des Harzes stecken blieb und dort abkühlte. Dadurch entstanden z. B. der Brocken- und der Okergranit sowie der Harzburger Gabbro, die durch Hebung und Abtragung der ehemals überdeckenden Schichten an die Oberfläche gelangten. Weitere Hebungen, die zur heutigen Exposition des Harzes führten, fanden auch noch nach der variszischen Gebirgsbildung statt. Eine bedeutende Hebungsphase erfolgte im jüngeren Mesozoikum (vor ca. 90 Millionen Jahren). Nach einer Phase geringerer tektonischer Aktivität, in der der gerade entstandene Höhenzug wieder abgetragen und weitgehend eingeebnet wurde, verstärkten sich die Gebirgsbildungsprozesse ab der jüngeren Tertiär-Zeit bis in das Altpleistozän (ca. 20 Millionen bis 1 Million Jahre) erneut. In dieser Zeit erreichte der Harz seine heutige Höhenlage.

In der äußeren Form einem Schreibpult ähnlich, stellt der Harz eine so genannte Pultscholle mit stärkerer Aufragung an der nordöstlichen und geringerer an der südwestlichen Seite dar. Dabei wurde der Harz an seiner Nordost-Seite auf

jüngere Gesteine des Harzvorlandes aufgeschoben. Im Zuge dieser Gebirgsbildungsprozesse wurden die Gesteinsschichten z. T. steil aufgerichtet und teilweise überkippt. Ein eindrucksvolles Beispiel dieser steil stehenden Schichten ist die Teufelsmauer von Neinstedt bei Quedlinburg (Sachsen-Anhalt). Diese markante Schichtrippe entstand, indem stark verfestigte Partien von nahezu senkrecht stehendem Oberkreide-Sandstein durch Verwitterung und Abtragung herauspräpariert wurden. Wesentlich unspektakulärer ist die Lagerungssituation an der Südseite des Harzes: Die Gesteine des Harzes tauchen an dessen Südrand in flachem Winkel unter Ablagerungen der Zechstein-Zeit (ca. 255 bis 250 Millionen Jahre) ab. Diese mächtige Abfolge bestand ursprünglich aus Verdunstungsgesteinen (Evaporiten), bei denen es sich vor allem um Stein- und seltener Kalisalz sowie Anhydrit handelte, mit Einschaltungen aus Karbonaten und Tonstein (Abb. 3). In Oberflächennähe wurde das Salz durch das Grundwasser vollständig gelöst und tritt somit nicht mehr zutage. Der Anhydrit wurde oberflächlich in Gips umgewandelt und teilweise gelöst, wodurch sich zunächst große Höhlen, wie z. B. die Einhornhöhle bei Scharzfeld (Zechstein-Dolomit), und bei weitergehender Lösung Erdfalle, Dolinen und Auslaugungsseen, wie z. B. der Seeburger See östlich von Göttingen, bildeten.

Die übrigen Bereiche des niedersächsischen Berglandes (Subherzynes Becken, Osnabrücker, Leine- und Weserbergland) bilden den Nordwestteil des mitteldeutschen Bruchschollenlandes. Dabei besteht das niedersächsische Bergland überwiegend aus mesozoischen Sedimentgesteinen, die seit dem Jura zunehmend tektonischen und salttektonischen Beanspruchungen ausgesetzt waren. Auslöser dieser Prozesse waren Bewegungen der Erdkruste und Salzablagerungen, die durch Gesteinsdruck mobil wurden und in die überlagernden Gesteine eindrangen. Die Schichten wurden zu Sätteln und Mulden gefaltet und an zahlreichen Störungen zerbrochen. Daraus ergibt sich ein teilweise kleinteiliges Mosaik aus Bruchschollen mit einem sehr uneinheitlichen und komplizierten Aufbau des Untergrundes und vielfältigen Landschaftsformen.

Nördlich der Harz-Nordrandstörung, die eine Sprunghöhe von etwa 4 000 m hat, liegen die Ausläufer des Subherzynen Beckens. Da es sich bei der Füllung meist um oberkreidezeitliche Ablagerungen (Santon, Campan) handelt

wird dieser Bereich auch Subherzyne Kreidemulde genannt. Ältere mesozoische Schichten treten im Harly und in der Aufrichtungszone am Harznordrand auf. Im Subherzynen Becken wurden die mesozoischen Ablagerungen sehr intensiv durch Bewegungen der Zechstein-Salze im tieferen Untergrund beeinflusst. Dabei führten aufdringende Salzstrukturen zu Schwellen mit verringerter Sedimentation und Salzabwanderungen in deren Umfeld zu Randsenken mit größerer Mächtigkeit (z. B. Doppelmulde von Helmstedt).

Leine- und Weserbergland haben ebenfalls eine „bewegte“ Vergangenheit, was sich in zahlreichen Störungen dokumentiert, die auch oberflächennah nachgewiesen werden können. Durch die tektonische Verstellung der Gesteine und deren unterschiedliches Verwitterungsverhalten hat sich eine Schichtstufenlandschaft gebildet, in der besonders feste Gesteine als Geländerrippen herauspräpariert wurden (z. B. Korallenoolith, oberer Muschelkalk, Hilssandstein). Auch im Leine- und Weserbergland spielen Salze eine große Rolle in der geologischen Entwicklung. Dabei sind außer dem Salz der Zechstein-Zeit, das aus großen Tiefen an Störungslinien aufgestiegen ist, auch mesozoische Salzschichten an den halotektonischen Prozessen beteiligt, wodurch besonders im Leinebergland komplexe Strukturen mit zum Teil kleinstückigem Schollenmosaik und tektonische Decken entstanden sind. Im Weserbergland dominieren Jura- und Kreidesedimente, während im Leinebergland hauptsächlich Ablagerungen der Trias vorkommen.

Genetisch und strukturell gehört das Osnabrücker Bergland zwar ebenfalls zum niedersächsischen Teil des mitteldeutschen Bruchschollenlandes, weist aber auch einige Besonderheiten auf: Im Verlauf der Piesberg-Pyrmonter Achse treten paläozoische Gesteine zu Tage. Es handelt sich um eine Aufwölbungsstruktur, durch die Gesteine des Zechsteins und des Oberkarbons bis an die Oberfläche gelangten und die wahrscheinlich im Zusammenhang mit Magmenkörpern entstand, die während der jüngeren Kreidezeit bis in eine Tiefe von 4–6 km aufgedrungen sind (z. B. „Bramscher Pluton“). Obwohl diese Magmenkörper noch nicht direkt nachgewiesen werden konnten, gibt es zahlreiche Hinweise, die sich nur durch die Existenz von Plutonen erklären lassen. Dazu gehören z. B. die hohe Inkohlung der Anthrazitvorkommen von Ibbenbüren oder Veränderungen in der Beschaffenheit mesozoischer Schichten

(z. B. authigene Mineralneubildung, Veränderung der Kristallinität von Tonmineralen).

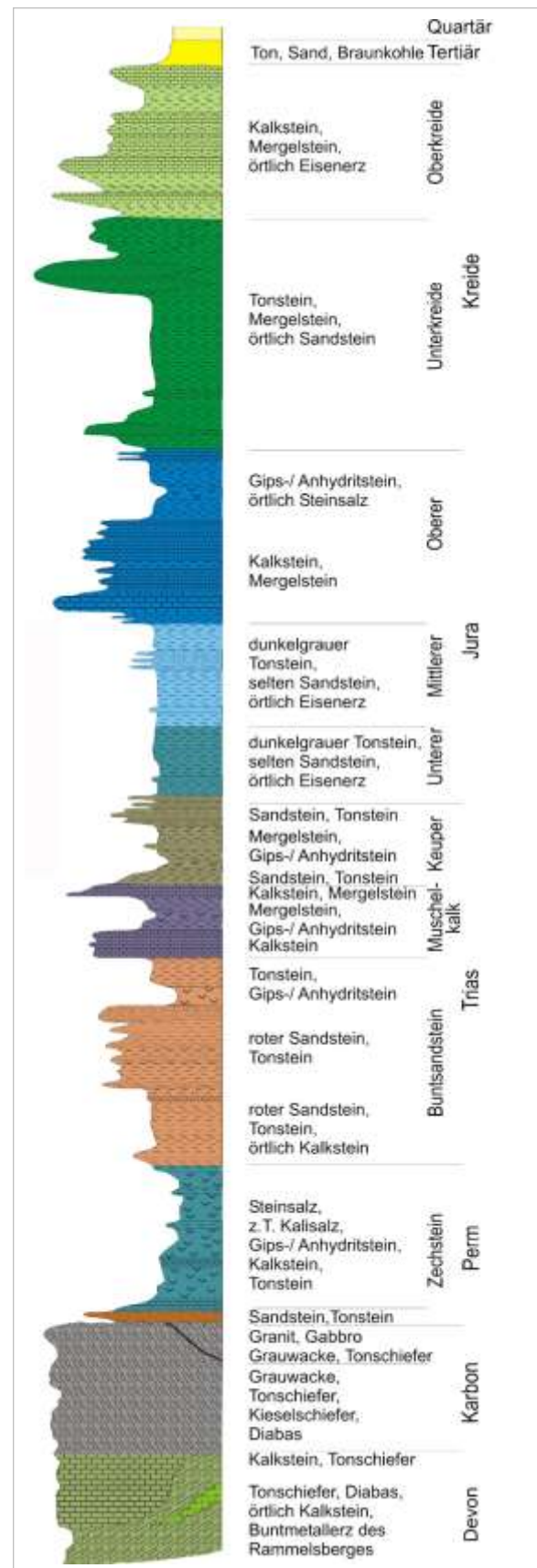


Abb. 3: Schematisches Verwitterungsprofil der Schichtenfolge in Niedersachsen (verändert nach NLF 1986). Die Farben der stratigraphischen Einheiten orientieren sich an der Farbgebung, die auch in geologischen Karten für diese Gesteine verwendet wird.

Im Harz entstanden in der Folge der gebirgsbildenden und magmatischen Prozesse seit dem Devon Erzlagerstätten. Sie bildeten sich teilweise durch untermeerische Erzanreicherung, die eng mit vulkanischen Aktivitäten verbunden war (z. B. Rammelsberg bei Goslar, Roteisenstein im Elbingeröder Komplex) und teilweise als Ganglagerstätten, bei denen hochmineralisiertes Wasser in Spalten aufstieg und dort zur Bildung von Erzen führte (z. B. Blei- und Zinkerze bei Bad Grund).



Abb. 4: Blick nach Norden in das teilweise überflutete Leinetal nördlich von Alfeld, mit den Höhenzügen Kulf (im Westen), Sieben Berge (Osten) und Osterwald (Norden).
Foto: F. Böker.

1.2. Niedersächsisches Tiefland

Das niedersächsische Tiefland zeichnet sich allgemein durch geringe Reliefunterschiede aus. Dies gilt besonders für das Emsland und den Küstenraum, in dem kleinere Gebiete bis zu 2 m unter dem Meeresspiegel liegen. Die tiefste Stelle liegt mit -2,2 m NN im Freepsumer Meer bei Emden. Die Lüneburger Heide ist dagegen abwechslungsreicher mit kuppigen Höhenzügen, weiten Ebenen und darin eingeschnittenen Talungen. Hier liegt der Wilseder Berg (169 m NN) als höchste Erhebung des nordwestdeutschen Tieflandes.

Das Tiefland ist durch quartäre Ablagerungen geprägt. Die Mächtigkeit pleistozäner (eiszeitlicher) Lockerablagerungen nimmt insgesamt von Süd nach Nord zu. Welche Gesteine unter dieser Bedeckung vorkommen, war bis ca. 1930 vor allem durch Aufbrüche über Salzstrukturen (z. B. bei Stade, Hemmoor oder am „Kalkberg“ in Lüneburg) bekannt, die bei ihrem Aufsteigen ältere Gesteine bis an die Geländeoberfläche gehoben haben. Genauere Kenntnisse über den tieferen Untergrund lieferten seit etwa 70 Jahren Erdöl- und Erdgasbohrungen sowie die ihnen vorgeschalteten geophysikalischen Untersuchungen. Aus den Gesteinen im tieferen Untergrund Niedersachsens und der angrenzenden Nordsee stammen über 90 % des in Deutschland geförderten Erdöls und Erdgases.

Der voreiszeitliche (präquartäre) Untergrund im niedersächsischen Tiefland ist stark durch Salze beeinflusst, die in Norddeutschland überwiegend während der Zechstein-Zeit (Perm) in flachen Meeresbecken, Lagunen und Salz-sümpfen ausgefällt worden sind. Nach der Sedimentation dieser bis zu mehreren hundert Meter mächtigen Salzschieben senkte sich der

norddeutsche Raum, so dass diese im Mesozoikum durch mehrere tausend Meter mächtige Meeresablagerungen überdeckt wurden. Unter dem Druck dieser Gesteine wurde das darunter liegende Salz plastisch, begann sich zu verlagern, in Form von Salzkissen zu sammeln sowie an Störungen nach oben zu dringen. Dabei entstanden pilzförmige Aufbeulungen (Diapire, Salzdomes oder Salzstöcke). Aus oberflächennahen Salzstrukturen wurde und wird besonders in Süd-Niedersachsen in bemerkenswertem Umfang Kali- und Steinsalz gewonnen.

Im Anschluss an das Erdmittelalter überflutete das Meer im Tertiär wiederholt große Teile Norddeutschlands. So war das zentrale Niedersachsen im späten Tertiär vor etwa 9 Millionen Jahren (Ober-Miozän) von Meer bedeckt. Zeugen davon sind mehrere Zehner Meter mächtige dunkelgraue Tone. Darüber liegen fossilfreie Flussablagerungen, in der Regel Sande, mit stark wechselnden Korngrößen. Diese Sande sind heute nur noch lückenhaft in Form des „Kaolinsandes“ und der „Loosener Kiese“ erhalten. Sie wurden von dem „Baltischen Urstrom“ angeliefert, einem Ost-West gerichteten Flusssystem, das in das heutige Nordseegebiet entwässerte. Das Flussnetz existierte sehr wahrscheinlich während des gesamten jüngsten Tertiärs (Pliozän), im Unter-Pleistozän und bis zu den Vorstößen des elsterzeitlichen Inlandeises im Mittelpleistozän. Sein Einzugsbereich reichte von Südschweden über das damals noch nicht vorhandene Ostseebecken bis in die baltischen Staaten.

Im Quartär, in dessen jüngstem Abschnitt (Holozän) wir heute leben, wechselten sich im Pleistozän 80 000 bis 100 000 Jahre dauernde Kaltzeiten (Glaziale) mit nur 10 000 bis 25 000 Jahre langen Warmzeiten (Interglaziale) ab. Aus geowissenschaftlicher Sicht leben wir heute in einer Warmzeit.



Abb. 5: Zusammenfluss von Leine (links unten) und Aller (rechts) südlich von Hodenhagen bei Hochwasser (Februar 2004); Blick nach Norden.
Foto: F. Böker.

1.2.1. Küstenlandschaft

Der Nordseeraum, die Ostfriesischen Inseln, die Watten und Marschen bilden gemeinsam die jüngsten Landschaftselemente in Niedersachsen. Die dort verbreiteten Sedimente sind ausschließlich im Quartär entstanden, und die Ablagerungsprozesse dauern bis heute unverändert an. Dabei waren die gleichen Prozesse wie in den angrenzenden Festlandsgebieten wirksam, hinzu kamen jedoch Meeresspiegelschwankungen und Küstenlinienverschiebungen.

Diese betrafen in den ersten 2,2 Millionen Jahren des insgesamt 2,6 Millionen Jahre umfassenden Eiszeitalters (Quartär) nur die südliche Nordsee sowie den Westteil der Niederlande. Erst in der Holstein- und der Eem-Warmzeit wirkten sie sich auf den deutschen Küstenraum aus. Nach dem Höhepunkt der Weichsel-Kaltzeit und im Holozän entstand im Zusammenwirken von Meeresspiegelanstieg, Küstenlinienverschiebungen und Sedimentablagerung die heutige Küstenlandschaft mit Inseln, Watten und Marschen.



Abb. 6: Strand von Juist bei Ebbe.
Foto: H. Streif.

Zur Zeit der weitesten Ausdehnung des Holstein-Meeres verlief dessen Küstenlinie nördlich der Ostfriesischen Inseln, reichte aber im Untereibe-Gebiet und westlichen Schleswig-Holstein mit schmalen Buchten bis zu 200 km weit ins Binnenland. Während der anschließenden Saale-Kaltzeit sank der Meeresspiegel um ca. 100 m, so dass große Teile der südlichen Nordsee trocken fielen.

Kennzeichnend für die Eem-Warmzeit ist ein zunächst extrem rascher Meeresspiegelanstieg von ca. 4 m pro Jahrhundert. Danach folgte eine ca. 4 500 Jahre lange Stillstandsphase, und gegen Ende der Warmzeit sank der Meeresspiegel wieder ca. 30 m ab. Im Meeresspiegelhochstand hatte das Eem-Meer eine Küstenlinie, die weitgehend der heutigen glich. Dagegen lag der Nordseespiegel während der Weichsel-Kaltzeit

durchgehend 25 bis 30 m unter dem heutigen Niveau. Im kältesten Abschnitt vor 22 000 bis 18 000 Jahren sank er sogar auf 110 bis 130 m Tiefe, so dass die Küstenlinie damals ca. 600 km nördlich der heutigen lag. Ems, Weser, Elbe und Eider bildeten ein zusammenhängendes Flusssystem und verlängerten das „Elbe-Urstromtal“ westlich an Helgoland vorbei Richtung Weiße Bank und zur mittleren Nordsee.

Nach dem Höhepunkt der Weichsel-Kaltzeit führte die Wiedererwärmung zu einem neuerlichen Steigen des Meeresspiegels, das, abgesehen von kurzen Unterbrechungen, bis heute andauert. Als die Nordsee vor ca. 11 000 Jahren das Niveau von -72 m NN überflutete, gerieten zuerst Teile des lang gestreckten „Elbe-Urstromtales“ unter marinen Einfluss. Danach drang das Meer ohne Unterbrechungen immer weiter landwärts vor, wobei es zunächst zur Vernässung und Versumpfung und schließlich zur Überflutung des vormaligen Festlandes kam. Am Nordseeboden wurden Torf, Brackwasser- und Wattablagerungen in unterschiedlicher Tiefenlage erbohrt und mit Pollenanalysen und ^{14}C -Altersbestimmungen datiert. Der Ablauf der Überflutung ist dadurch genau zu rekonstruieren. Zeitweilig stieg die Nordsee mit einer Rate von etwas über 2 m pro Jahrhundert. Beim Stand von -65 m NN drang sie zwischen der englischen Ostküste und der Doggerbank nach Süden vor. Mit Öffnung des Ärmelkanals vor ca. 8 300 Jahren stellten sich im gesamten südlichen Nordseeraum marine Ablagerungsbedingungen ein.

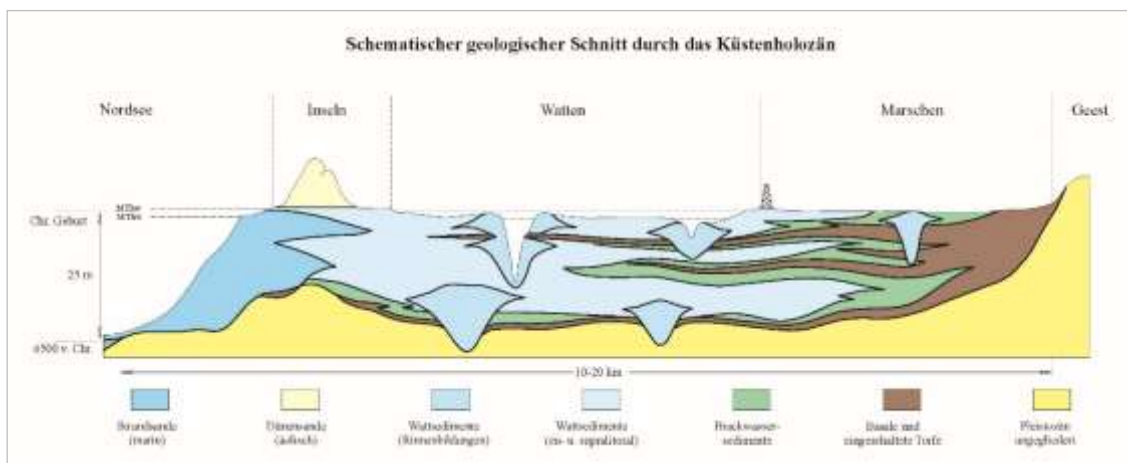


Abb. 7: Schematischer geologischer Schnitt von der Nordsee durch die Barriere-Inseln, Watten und Marschen bis zum Rand der Geest. Der interne Aufbau des holozänen Sedimentkörpers zeigt, dass dieser in mehreren transgressiven bzw. regressiven Phasen aufgebaut worden ist.

1.2.2. Moore

Landschaftsprägend sind Moore, insbesondere in den küstennahen Regionen Niedersachsens. Neben den Marschen und Hochgebirgen bildeten sie in der Nacheiszeit in Mittel- und Nordeuropa waldfreie Sonderstandorte. Die organische Substanz der Moorvegetation, die in dem nassen und sauerstoffarmen Milieu nicht vollständig abgebaut wurde, bildete kontinuierlich Torf, der als Archiv alles bewahrt, was in ihn eingebettet wurde, auch archäologische Funde. Aus den botanischen und zoologischen Mikro- und Makroresten sowie Staubablagerungen lassen sich die Klima- und Umweltbedingungen ebenso rekonstruieren wie die Hydrologie der Moore. Dazu gehört auch der Wandel von der Natur zur Kulturlandschaft, der sich im Pollennieder-schlag widerspiegelt, der im Torf und auch in Seeablagerungen erhalten bleibt.

Waren es zunächst grundwasserabhängige Niedermoo-re, die teilweise schon mit der Klimabesserung im Weichsel-Spätglazial entstanden, so breiteten sich im Holozän ab ca. 8 000 Jahren auch zunehmend durch Regenwasser beeinflusste Hochmoore aus. Hier ist ein enger Zusammenhang mit der südwärts gerichteten Verlagerung der Küstenlinie infolge des nacheiszeitlichen Meeresspiegelanstiegs zu sehen, da das Klima feuchter wurde. Im norddeutschen Tiefland waren schließlich durchschnittlich rund 10 % der Fläche von Moo-ren bedeckt, in Nordwest-Niedersachsen sogar rund 30 %. Im Gegensatz zu den in ganz Niedersachsen verbreiteten Niedermoo-ren nimmt der Anteil der Hochmoore vom subozeanisch geprägten Westen und Nordwesten zu den Gebieten mit kontinentalem Einschlag im Osten generell ab.



Abb. 8: Jardelunder Moor (Hochmoor).
Foto: G. Caspers.



Abb. 9: Torfabbau. Rüdershausener Moor, südlich des Jadebusens; Hochmoor über lagunärem Klei.
Foto: G. Caspers.

Die Torfmächtigkeit wechselt in Niedermooren stark. Erhöhte sich der Grundwasserspiegel parallel zum Aufwachsen des Moores, so konnte der Torf mehrere Meter mächtig werden. Die Torfe der Hochmoore lassen sich, abhängig vom Grad ihrer Humifizierung, in einen älteren stark zersetzten Schwarztorf und einen jüngeren schwach zersetzten Weißtorf untergliedern. Mit oft scharfem Übergang bildete sich in einem Zeitraum von etwa 150 Jahren v. Chr. bis 100 Jahren n. Chr. der Weißtorf, der sich mit rötlich-braunen oder braunen Farbtönen deutlich vom Schwarztorf abhebt. Die Bildung des Weißtorfs wurde durch ein feuchter werdendes Klima verursacht.

In und unter Niedermooren finden sich gelegentlich Eisenkonkretionen, die als Raseneisenerz bezeichnet werden. Das Eisen wurde in mineralischen Böden chemisch oder unter Beteiligung von Eisenbakterien in Gewässern gelöst und gelangte mit dem Grundwasser in die Niederungen. Dort kam es an der Oberfläche oder unmittelbar darunter mit Sauerstoff in Berührung und wurde ausgefällt. Da in Niederungen und Senken nicht nur die Erzbildung, sondern auch Vermoorungen stattfanden, treten Niedermoore und Raseneisenerzvorkommen häufig gemeinsam auf. Das Raseneisenerz wurde sowohl als Rohstoffquelle als auch als Baustoff für Bauernhäuser oder Kirchen genutzt.

Das Überwachsen immer größerer Landstriche durch die Hochmoore hatte einschneidende Konsequenzen für die damals lebenden Menschen. Moore stellten lange Zeit vor allem nicht besiedelbare Räume und Barrieren dar. So wurden Gebiete, die der jungsteinzeitliche Mensch besiedelt hatte, durch das Vordringen der Moore eingeengt und z. T. unbewohnbar. Erste Versuche, diese unwirtlichen Lebensräume zu überwinden, sind durch die Jahrtausende alten Bohlenwege überliefert. Die Zisterzienser kultivierten im Mittelalter erstmalig Niedermoore in Norddeutschland. Hochmoore wurden landwirtschaftlich erst im 16. Jahrhundert durch die Moorbrandkultur und die Fehnkultur mit systematischer Gewinnung von Brenntorf genutzt. In den folgenden Jahrhunderten breiteten sich bäuerlicher Torfstich und weitere Kulturverfahren wie die Deutsche Hochmoorkultur und die

Sandmischkultur aus, um die Moore für die landwirtschaftliche Produktion zu erschließen. Der industrielle Torfabbau von Hochmoortorf dient heute vorwiegend der Versorgung des Erwerbsgartenbaus und stellt einen wichtigen Wirtschaftszweig in strukturschwachen Gebieten dar. Beim Handtorfstich wurden zahlreiche Artefakte und – als wichtigste Funde aus Mooren überhaupt – Moorleichen geborgen. Mit dem industriellen Torfabbau des 20. Jahrhunderts ging auch die Zahl der gefundenen Artefakte und Moorleichen abbaubedingt drastisch zurück.

Heute sind die Moore Mitteleuropas hydrologisch weitestgehend verändert und Bestandteil der Kulturlandschaft. Mit der Entwässerung und Kultivierung der Moore zur landwirtschaftlichen Nutzung und Torfgewinnung wurde die ursprüngliche natürliche Vegetation zerstört, d. h. in diesen Mooren unterbleibt die Torfbildung, stattdessen wird der Torf mikrobiell zersetzt. Schutzprogramme haben die Wiedervernässung und Regeneration der ursprünglichen Eigenschaften von Mooren zum Ziel und sind teilweise bereits umgesetzt. Der Schutz und die nachhaltige Nutzung der Moore bieten darüber hinaus Gewähr, die in ihnen verborgenen und bislang unbekannten Hinterlassenschaften unserer Vorfahren zu bewahren und zu sichern.



Abb. 10: Wiedervernässung von Mooren am Beispiel Lichtenmoor.
Foto: G. Caspers.

1.3. Geotope und geologische Objekte in Niedersachsen

Erdgeschichtlich bedeutsame Aufschlüsse, Landschaftsformen sowie Findlinge, Quellen oder Höhlen, auch einzelne in Abbau befindliche Sand- und Kiesgruben bzw. Steinbrüche, ebenso wie geologische und bergbaukundliche Lehrpfade, Findlings-, Gesteins- und Moorgärten, Schaubergwerke oder Geo- und Bergbaumuseen – all dies sind geologische Objekte bzw. Geotope. Sie sind nicht nur für die Wissenschaft, sondern auch für die Allgemeinheit von großer Bedeutung. Geotope sind Schlüsselstellen, an denen wir viel über die Entwicklung des Planeten Erde und des Lebens erfahren und auch vermitteln können. Ihr Schutz ist von besonderer Bedeutung, da ein einmal zerstörtes Geotop meist nicht oder nur mit sehr großem finanziellen Aufwand wieder hergestellt werden kann.

In den folgenden Kapiteln sind den Erdzeitaltern die jeweiligen Geotope zugeordnet (Stand Januar 2017).

In der online-Version sind die Beschreibungen als PDF-Dateien über direkte Links zugänglich. Generelle Informationen und nach Regionen sortierte Geotoplisten sind unter www.lbeg.niedersachsen.de > Geologie > Geotope und Geotourismus erhältlich.



Abb. 11: Die Rhumequelle im Eichsfeld, größte Karstquelle Niedersachsens.
Foto: H.-G. Röhling.

2. Erdzeitalter

2.1. Devon

(419,2 – 358,9 Millionen Jahre)

Devonische und ältere Schichten streichen in Niedersachsen lediglich im Harz aus, der den südöstlichen Teil des niedersächsischen Berglandes bildet und in der nordöstlichen Fortsetzung des Rheinischen Schiefergebirges liegt. Er ist diesem hinsichtlich des geologischen Aufbaus und der Entwicklung sehr ähnlich. In weiten Teilen wird er aus Meeresablagerungen aufgebaut, die während der geologischen Zeitechnisse Silur, Devon und Unterkarbon und damit vor ca. 440 bis 320 Millionen Jahren entstanden. Die Schichten bestehen vor allem aus Tonschiefer sowie einem für den Harz typischen Ablagerungsgestein, das Grauwacke genannt wird und sich vor allem aus Quarz und Feldspat sowie einem hohen Anteil an Gesteinsbruchstücken zusammensetzt. Dazu gibt es Einschaltungen aus Kiesel-schiefer, Sand- und Kalkstein.

Während der Devon-Zeit (vor ca. 390 bis 370 Millionen Jahren) bildeten sich auf Schwellen des Meeresbodens Riffe, wie das Iberger und das Elbingeröder Riff. Außerdem entstand in der gesamten Zeit vom Silur bis in das Unterkarbon der im Harz weit verbreitete Diabas bei intensiven, untermeerischen Vulkanausbrüchen.

Im Harz entstanden in der Folge der gebirgsbildenden und magmatischen Prozesse seit dem Devon Erz-lagerstätten. Sie bildeten sich teilweise durch untermeerische Erzanreicherung, die eng mit vulkanischen Aktivitäten verbunden war (z. B. Rammelsberg bei Goslar, Roteisenstein im Elbingeröder Komplex), und teilweise als Ganglagerstätten, bei denen hochmineralisiertes Wasser in Spalten aufstieg und dort zur Bildung von Erzen führte (z. B. Blei- und Zinkerze bei Bad Grund).

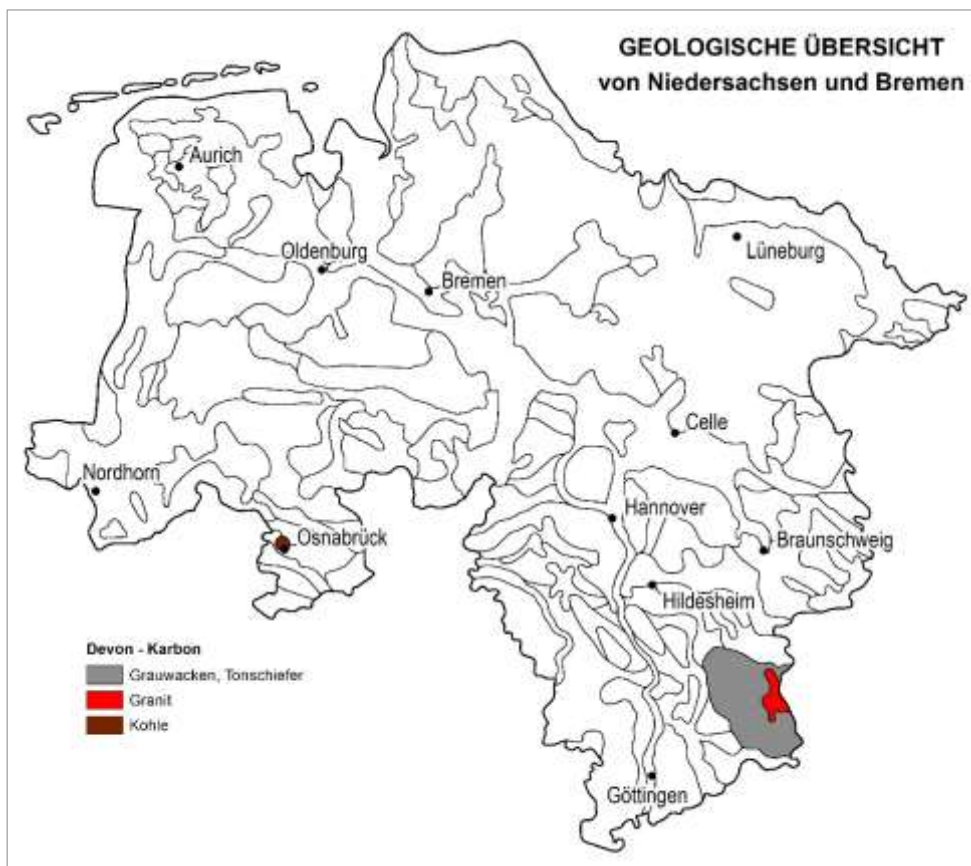


Abb. 12: Ausstrich der Devon- und Karbonschichten in Niedersachsen.



Abb. 13: Mitteldevonischer „Kramenzel-Kalk“ aus dem Langesttal; Kalkbänke und Tonschiefer sind durch den nahen Oker-Granit metamorph überprägt.
Foto: F. W. Luppold.

2.1.1. Stratigraphische Tabellen des Devons

Tab. 1: Stratigraphische Tabelle des Unterdevons (Harz).

System	Serie	Internationale Stufen- gliederung	Numerisches Alter in Mio a.	Oberharz (Güßfeldt et al. 2006)	Conodonten-Zonen globale, aktueller Stand WEDDIGE (1996)
DEVON	UNTERDEVON	EMSIUM	393,3	Borchersweg- Formation	<i>patulus</i>
				Schulke- Formation	
				Ramsack- Formation	
				Gienfelsberg- Formation	
				Heiligenberg- Formation	
				Plattenweg-Fm. Schiefer- Subfm. Quarzit- Subfm. Rauchfaser- Subfm.	
		PRAGIUM	407,6	Kinderbrunnen- Formation	
		LOCHKOVIMUM	410,8		
			419,2		

Stand 02.2017

Quellen:
WEDDIGE, K. (Ed.) (1996): Devonian Correlation Table, *Senckenbergiana lethaea*, **76** (1/2), Frankfurt am Main.
GURSKY, H.-J., BUSSMANN, N. & ESCHENBACH, W. (2006): Sedimentologie des klastischen Unter-Devons im Oberharz – Ausklang der marinen Außenmolasse der Kaledoniden.- *Clausthaler Geowissenschaften*, 5: 159-170, Clausthal-Zellerfeld.

Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12:
<http://www.stratigraphy.org/ICChart/ChronostratChart2016-12.jpg>

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.; Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016): *Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016*; Potsdam (GeoForschungsZentrum).

Tab. 2: Stratigraphische Tabelle des Mitteldevons (Harz).

System	Serie	Internationale Stufengliederung	Numerisches Alter in Mio a.	Oberharz (Beckenbereiche) Buchholz & Luppold in WEDDIGE	Oberharz (Schwellenbereiche) Buchholz & Luppold in WEDDIGE	Oberharzer Diabaszug Buchholz & Luppold in WEDDIGE	Conodonten-Zonen globale, aktueller Stand ABOUSSALAM
DEVON	MITTELDEVON	GIVETIUM	382,7	Innerste-Formation	Innerste-Formation		<i>disparilis</i> Obere Untere
					<i>cristatus ectypus</i>		
					<i>hermanni</i>		
					<i>semialternans</i>		
					<i>ansatus</i>		
		EIFELIUM	387,7	Goslar-Formation	Schadleben-Formation	Goslar-Formation	<i>hemiansatus</i>
							<i>kockelianus</i>
							<i>australis</i>
							<i>c. costatus</i>
							<i>partitus</i>
		393,3	Schalcker Teich-Formation				

Quellen:
WEDDIGE, K. (Ed.) (2003), compiled by I. CHLUPAC, P. BUCHHOLZ, H. HÜNEKE, F.W. LUPPOLD, G. SCHRAUT, K. WEDDIGE, H. WELLER:
Devonian Correlation Table. Supplements 2003: *Senckenbergiana lethaea*, 83 (1/2): 213-234, 59 table-columns; Frankfurt am Main.
ABOUSALAM, Z. S. (2003): Das "Targhanic-Event" im höheren Mittel-Devon von West-Europa und Marokko. - *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, 97, Münster.

Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12: <http://www.stratigraphy.org/ICChart/ChronostratChart2016-12.jpg>

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.; Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016, Potsdam (GeoForschungsZentrum).

Tab. 3: Stratigraphische Tabelle des Oberdevons (Harz).

System	Serie	Internationale Stufengliederung	Numerisches Alter in Mio a.	Oberharz (Beckenbereiche) BUCHHOLZ & LUPPOLD in WEDDIGE	Oberharz (Schwellenbereiche) BUCHHOLZ & LUPPOLD in WEDDIGE	Oberharz Diabaszug BUCHHOLZ & LUPPOLD in WEDDIGE	Conodonten-Zonen globale, aktueller Stand ZIEGLER & SANDBERG
DEVON	OBERDEVON	FAMENNIUM	358,9	Bielstein-Formation	Formation	Bielstein-Formation	Oberste
							<i>praesulcata</i> Mittlere
							Untere
							Oberste
							<i>expansa</i> Mittlere
							Untere
							Oberste
							<i>postera</i> Mittlere
							Untere
							Oberste
							<i>trachytera</i> Mittlere
							Untere
		FRASNIUM	372,2	Lautenthal-Subformation	Lautenthal-Subformation	Lautenthal-Subformation	Oberste
							<i>marginifera</i> Obere
							Untere
							Oberste
							<i>rhomboidea</i> Obere
							Untere
							Oberste
							<i>crepida</i> Obere
							Mittlere
							Untere
							Oberste
							<i>triangularis</i> Mittlere
							Untere
		FRASNIUM	382,7	Innerste-Formation	Innerste-Formation	Innerste-Formation	<i>linguiformis</i>
							Oberste
							<i>rhenana</i> Obere
							Untere
							<i>jameae</i>
							Oberste
							<i>hassi</i> Obere
							Untere
							<i>punctata</i>
							<i>transitans</i>
							Oberste
							<i>falsiovalis</i> Obere
							Mittlere
							Untere

* Oberer Kellwasser-Kalk, ** Unterer Kellwasser-Kalk

Stand 02.2017

Quellen:
WEDDIGE, K. (Ed.) (2003), compiled by I. CHLUPAC, P. BUCHHOLZ, H. HÜNEKE, F.W. LUPPOLD, G. SCHRAUT, K. WEDDIGE, H. WELLER:
Devonian Correlation Table. Supplements 2003.- Senckenbergiana lethaea, 83 (1/2): 213-234, 59 table-columns; Frankfurt am Main.
ZIEGLER, W. & SANDBERG, C.A. (1990): The Late Devonian Conodont Zonation.- Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 121, Frankfurt/Main.

Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12: <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2016-12.jpg>

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.; Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016; Potsdam (GeoForschungsZentrum).

2.1.2. Lebewelt des Devons

Bis zum Devon hat sich das Leben auf der Erde vorwiegend im Wasser abgespielt. Erste Pflanzen und Tiere (Insekten, Tausendfüßer) waren bereits im Silur – Pflanzen möglicherweise bereits im Ordoviz – an Land gegangen. Jetzt erfolgte in einem trockenen und warmen Klima die Eroberung des Festlands durch höhere Pflanzen (Farne, Bärlappe, Schachtelhalme). Es entwickelten sich bereits die ersten Samenpflanzen und erste geflügelte Insekten schwirten durch die noch niedrige und teilweise wohl spärliche Vegetation. Große krebsartige Verwandte der Skorpione, die Eurypteriden, bevölkerten Tümpel und Brackwasserbereiche.

Die Wirbeltiere sind bereits mit Fischen vertreten, die sowohl im Süß- als auch im Meerwasser lebten. Neben den echten Fischen, darunter Panzerfischen, gab es noch die altertümlichen

Kieferlosen (Agnatha), die ein panzerähnliches Außenskelett besaßen. Auch echte Haie (Knorpelfische) gab es bereits. Aus den Quastenflossern, zu denen die heute lebende Gattung *Lamprologus* gehört, die deshalb als „lebendes Fossil“ bezeichnet wird, entwickelten sich die Amphibien (Lurche). Zwitterwesen zwischen Fisch und Lurch, z. B. *Ichthyostega*, gingen an Land und leiteten damit die Besiedelung des Festlands durch die Wirbeltiere ein.

Niedersachsen war im Devon von Meer bedeckt. Riffe sind zum Beispiel aus dem Harz bekannt. Zu den wichtigen wirbellosen Lebensformen gehören Trilobiten, Goniatiten (Ammoniten), Brachiopoden, Korallen, Stromatoporen und Muscheln. Detaillierte biostratigraphische Einstufungen werden mit Conodonten (zahnartige Mikrofossilien unbekannter Wirbeltiere) und Ostrakoden (Muschelkrebse) durchgeführt.



Abb. 14: Brachiopoden (Armfüßer) aus dem Devon; Rammelsberg. Sammlungen LBEG/BGR Hannover.



Abb. 15: Korallenkalk aus dem Oberdevon; Bad Grund.
Sammlungen LBEG/BGR Hannover.

2.1.3. Liste der Devon-Geotope in Niedersachsen

- Der Rammelsberg: Weltkulturerbe, Besucherbergwerk und Bergbaumuseum in Goslar,
- das devonische Riffatoll des Iberges – Winterberges bei Bad Grund,
- Iberger Tropfsteinhöhle bei Bad Grund im Harz,
- Roteisenstein und Diabas bei Lerbach,
- Erdgeschichte am Herzberger Krankenhaus,
- geologischer Wanderweg am Schalker Teich,
- geologischer Lehrpfad in Lautenthal/Harz,
- bergbaukundlicher Lehrpfad Lautenthal/Harz,
- historisches Silberbergwerk „Lautenthals Glück“ in Lautenthal/Harz,
- Granitfelsen und Romkerhaller Wasserfall im Okertal,
- das Bergbaumuseum „19-Lachter-Stollen“ in Wildemann,
- das Lehrbergwerk „Roter Bär“ in St. Andreasberg,
- Grube „Samson“ und Grube „Catharina Neufang“ in St. Andreasberg,
- das Oberharzer Bergbaumuseum in Clausthal-Zellerfeld,
- Wollsackverwitterung Oderteich,
- Kellwasser-Kalk,
- Goetheplatz und Hohe Klippen.



Abb. 16: Typlokalität des Kellwasser-Kalks im Kellwassertal.
Foto: F. W. Luppold.

2.2. Karbon (358,9 – 298,9 Millionen Jahre)

Im Unterkarbon war Niedersachsen von einem Meer bedeckt. Die im Harz auftretenden Gesteine (vorwiegend Kieseliefer und Grauwacken) geben Hinweise auf tieferes Wasser. Lokal gab es starken Vulkanismus, der sich durch mächtige Ablagerungen von Basalten (Deck-Diabas) dokumentiert.

Durch die im Karbon einsetzende variszische Gebirgsbildung wurden die überwiegend im Meer abgelagerten Gesteine des Harzes gefaltet, geschiefert und schließlich, als Teil eines großen Faltengebirges, über den Meeresspiegel gehoben. In Folge dieser tektonischen Aktivitäten drang glutflüssiges Magma auf, das in den Gesteinen des Harzes stecken blieb und dort abkühlte. Dadurch entstanden z. B. der Brocken- und der Okergranit sowie der Harzburger Gabbro, die durch Hebung und Abtragung der ehemals überdeckenden Schichten an die Oberfläche gelangten. Weitere Hebungen, die zur heutigen Exposition des Harzes führten, fanden auch noch nach der variszischen Gebirgsbildung statt (vgl. Kapitel 1.1).

Die variszische Gebirgsbildung führte zu großen, lange Zeiträume umfassenden Schichtlücken, die in Niedersachsen mit Ausnahmen das gesamte Oberkarbon umfassen. Im tieferen Oberkarbon kam es in Senken des variszischen Gebirges zu Kohlebildungen (z. B. Piesberg bei Osnabrück).

Zum Ausstrich der Karbonschichten im südlichen Niedersachsen s. Abbildung 12.

Tab. 4: Stratigraphische Tabelle des Karbons (Harz).

Quellen
Karbon-Korrelations-tabelle
(Hrsg.) AMER, M. R. W. & GEBKE, M. (2002). Sandkernbergiana lithoes 82/2, Frankfurt/Main
Numisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12: <http://www.stratigraphy.org/IC56chart/ChronostratChart2016-12.jpg>
Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.; Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016, Potsdam (GeoForschungsZentrum)

2.2.2. Lebewelt des Karbons

In tropisch feuchtem Klima kam es zu einer schnellen Entwicklung der Pflanzen, und es bildeten sich große Waldgebiete. Viele davon waren Sumpfgebiete, in denen sich großflächige Moore entwickelten. Über die Torfbildung folgte eine Umwandlung der pflanzlichen Substanzen in Braunkohle und schließlich in Steinkohle, die heute die Mehrzahl der Kohlelagerstätten in Deutschland ausmacht. Die Vegetation unterschied sich deutlich von der heutigen. Es gab riesige Farne, Bärlappe und Schachtelhalme sowie Farnsamer. Im Oberkarbon entwickelten sich die ersten nacktsamigen Pflanzen (Koniferen und Ginkgo).

In den Wäldern gab es eine Vielzahl von Insekten und Spinnentieren, die teilweise wesentlich größer als die heutigen Vertreter waren. Die ausgedehnten Sumpfgebiete und Seen wurden von großen Amphibien (Lurchen) bevölkert. Im Oberkarbon entwickelten sich aus ihnen die Reptilien. Ihr Evolutionsvorteil gegenüber den Amphibien ist, dass sie in Fortpflanzung und Lebensraum nicht mehr grundsätzlich auf das Wasser angewiesen sind.

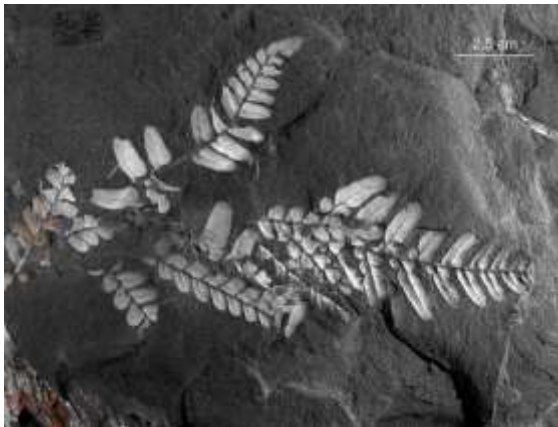


Abb. 17: Farnwedel aus dem Oberkarbon; Piesberg bei Osnabrück. Sammlungen LBEG/BGR Hannover.

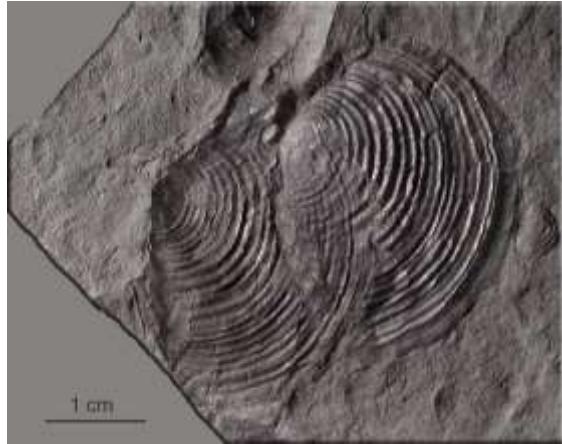


Abb. 18: Posidonien (Muscheln) aus dem Unterkarbon (Kulm); Osterode, Harz. Sammlungen LBEG/BGR Hannover.

Von den Zeiten, in denen das Niedersächsische Becken von Meer überflutet war, berichten Muscheln, Brachiopoden, Ammoniten, Schnecken, Echinodermen und Trilobiten. Riffe wurden von Korallen sowie von Bryozoen (Moostierchen) aufgebaut. Die Meere waren ferner von Knochen- und Knorpelfischen besiedelt, die urtümlichen Panzerfische starben aus. Die biostratigraphische Einstufung der marinen Schichten wird vor allem mit Conodonten durchgeführt, das sind winzig kleine Zähne von unbekannten Wirbeltieren.

Gegen Ende des Karbons wurde das Klima zunehmend trockener. Auf der Südhalbkugel kam es zu dieser Zeit zu einer großen Vereisung (permokarbonische Vereisung).

2.2.3. Liste der Karbon-Geotope in Niedersachsen

- Die Hammerstein-Klippen am Stieglitzack im Harz,
- Lonauer Wasserfall in Herzberg,
- kleiner Steinbruch am Südhang des Großen Trogtaler Berges,
- geologischer Lehrpfad in Lautenthal/Harz,
- bergbaukundlicher Lehrpfad Lautenthal/Harz,
- historisches Silberbergwerk „Lautenthals Glück“ in Lautenthal/Harz,
- das Bergbaumuseum „19-Lachter-Stollen“ in Wildemann,
- der Grauwacke-Steinbruch im oberen Innerstetal südlich von Wildemann,
- das Lehrbergwerk „Roter Bär“ in St. Andreasberg,
- Grube „Samson“ und Grube „Catharina Neufang“ in St. Andreasberg,
- das Oberharzer Bergbaumuseum in Clausthal-Zellerfeld,
- der Steinbruch „Piesberger Steinindustrie“ in Osnabrück,
- Fuchshalle – der klassische Aufschluss in Osterode.



Abb. 19: Bergbaumuseum „Lautenthals Glück“
in Lautenthal.
Foto: K. Stedingk.

2.3. Perm (298,9 – 252,17 Millionen Jahre)

Der voreriszeitliche (präquartäre) Untergrund Niedersachsens ist stark durch Salze beeinflusst, die in Norddeutschland überwiegend während der Zechsteinzeit (Perm) gebildet wurden. Nach der Sedimentation dieser bis zu mehreren hundert Meter mächtigen Salzschichten senkte sich der norddeutsche Raum, so dass diese im Mesozoikum durch mehrere tausend Meter mächtige Meeresablagerungen überdeckt wurden. Unter dem Druck dieser Gesteine

wurde das darunter liegende Salz plastisch, begann sich zu verlagern, in Form von Salzkissen zu sammeln sowie an Störungen nach oben zu dringen. Dabei entstanden pilzförmige Aufbeulungen (Diapire, Salzdomes oder Salzstöcke, s. Abb. 57). Aus oberflächennahen Salzstrukturen wurde in zahlreichen Bergwerken Salz abgebaut. Heute gibt es nur noch zwei aktive Salzbergwerke in Niedersachsen: Sigmundshall bei Bokeloh am Steinhuder Meer und Braunschweig-Lüneburg im Osten Niedersachsens.

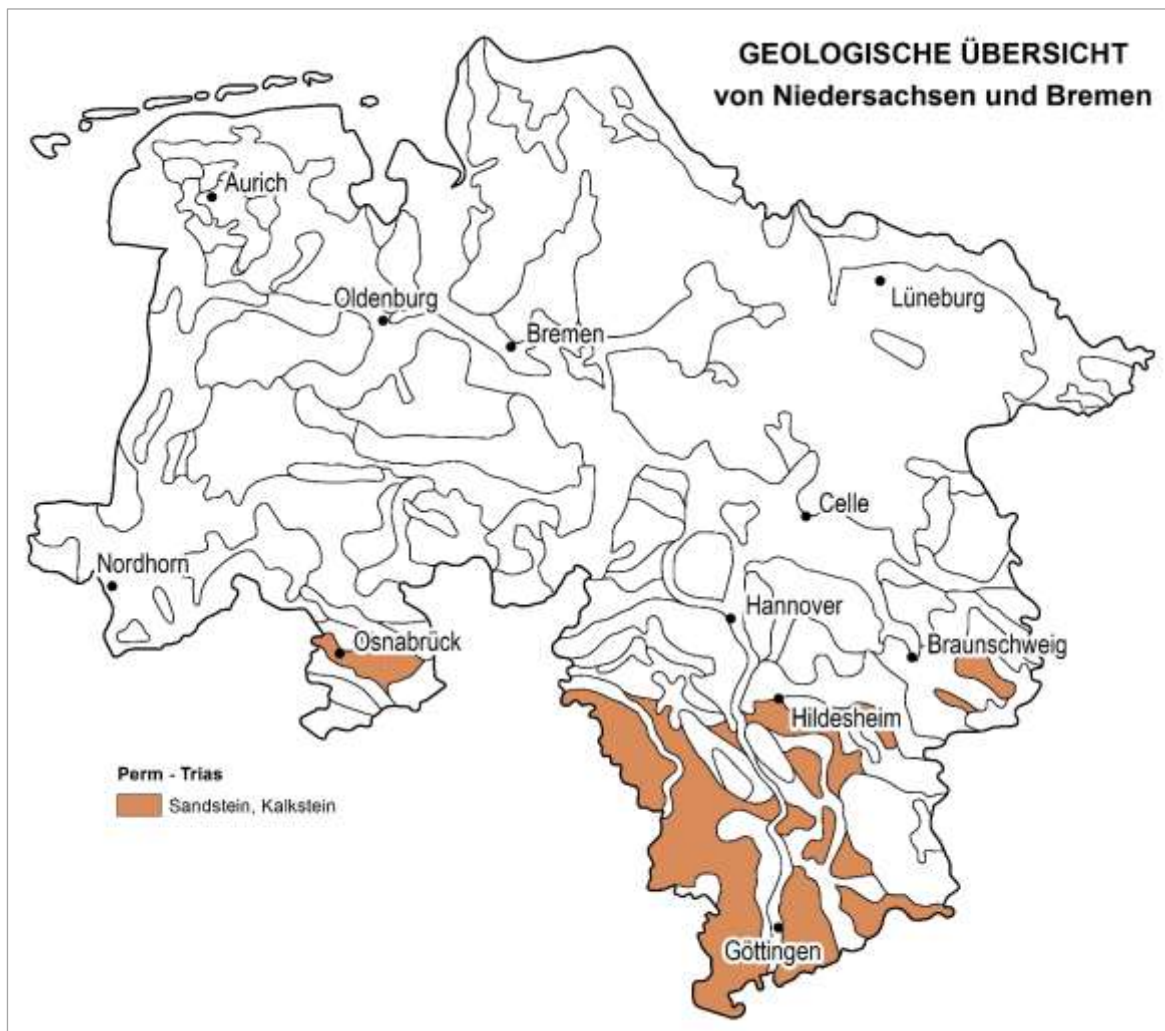


Abb. 20: Ausstrich der Perm- und Triasschichten in Niedersachsen.

2.3.1. Stratigraphische Tabellen des Perms

Tab. 5: Lithostratigraphische Tabelle des Rotliegend in Niedersachsen.

System	Serie	Numerisches Alter in Mio a.	Lithostratigraphie			
			Gruppe	Unter- gruppe	Formation	Subformation
PERM	MITTELPERM	ca. 255	ROTLEGENDE ("UNTERPERM")	ELBE	Hannover- Formation	Heidelberg
						Munster
						Niendorf
						Dambeck
						Bahnsen
						Wustrow
						Ebstorf
				Dethlingen- Formation	Einloh	
					Strackholt	
					Schmarbeck	
					Wettenbostel	
					Garlstorf	
					Findorf	
					Sande	
	HAVEL	Mirow- Formation				
		Parchim- Formation				
	MÜRITZ					
		ALTMARK	Uthmöden-Formation			
	Winkelstedt-Formation					
	Roxförde-Formation					
	Flechting-Formation					
UNTERPERM	298,9					

Nach SCHRÖDER et al. (1995), (Altmark-Untergruppe ergänzt nach GATZSCH et al. in PLEIN 1995)

Stand 02.2017

Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12:
<http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-12.jpg>

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg., Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016, Potsdam (GeoForschungsZentrum).

Tab. 6: Lithostratigraphische Tabelle des Zechsteins in Niedersachsen.

System	Serie	Numerisches Alter in Mio a.	Lithostratigraphie				
			Gruppe	Formation	Untergliederung	Symbol	Sed. Steinsalz-mächtigkeit
PERM	OBERPERM	252,17	ZECHSTEIN ("OBERPERM")	Fulda-Formation	Oberere Mölin-Anhydrit	A7r	35 m
					Mölin-Steinsalz	Na7	
					Mölin-Ton	T7	
				Friesland-Formation	Friesland-Steinsalz	Na6	20 m
					Friesland-Anhydrit	A6	
					Friesland-Ton	T6	
				Ohre-Formation	Oberer Ohre-Ton	T5	30 m
					Grenz-anhydrit	A5r	
					Ohre-Steinsalz	Na5	
					Lagenanhydrit	A5	
					Salzbrockenton	T5	
				Aller-Formation	Aller-Steinsalz	Na4	100 m
					Pegmatitanhydrit	A4	
					Roter Salztön	T4	
				Leine-Formation	Leine-Steinsalz mit Kaliflozen Ronnenberg (K3Ro) und Riedel (K3Ri)	Na3	150 m
					Hauptanhydrit	A3	
					Plattendolomit	Ca3	
					Grauer Salztön	T3	
				Steißfurt-Formation	Gebänderter Deckanhydrit	A2r	>500 m
					Steißfurt-Steinsalz mit Kalifloz Steißfurt (K2)	Na2	
					Besalanhydrit	A2	
					Hauptdolomit Stinkschiefer	Ca2	
				Werra-Formation	Oberer Werra-Anhydrit	A1r	nur lokal, in West-Niedersachsen örtl. >200 m
					Oberer Werra-Ton	T1r	
					Werra-Steinsalz	Na1	
					Werra-Anhydrit	A1	
					Zechsteinkalk	Ca1	
					Kupferschiefer	T1	
					Zechstein-Konglomerat	C1	
		ca. 255					

Grundlagen: Gliederung des Salzstocks Göttingen

Stand 02.2017

Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12; <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-12.jpg>

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.; Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016, Potsdam (GeoForschungsZentrum).

2.3.2. Lebewelt des Perms

Das Perm ist als Nachfolger des „Kohle-Zeitalters“ Karbon zunächst festländisch geprägt (Rotliegend). Nachweise sind in Niedersachsen selten. Fossil sind häufig nur Pflanzenreste überliefert. Auf das durch Wüstenklima geprägte Rotliegend folgte eine Meerestransgression, die einen erzführenden Horizont hinterließ: den Kupferschiefer. In ihm sind relativ zahlreiche Fossilien erhalten geblieben, vor allem Fische. Darauf folgte der Zechstein, in dem aus einem flachen Meer unter warmen trockenen Bedingungen riesige Mengen Salz ausgefällt wurden. Vor allem im niedersächsischen Tiefland entstanden so große Salzlagerstätten, die lange Zeit eine große wirtschaftliche Bedeutung hatten.

In der Pflanzenwelt vollzog sich in dieser Zeit ein Wandel. Die Vorherrschaft der oft riesenhafte Farne, Schachtelhalm- und Bärlappgewächse wird von der der nacktsamigen Pflanzen (Gymnospermen, Koniferen) abgelöst. Pollen und Sporen dieser Pflanzen sind häufig die einzigen überlieferten Fossilien, die auch zur Altersbestimmung der Schichten herangezogen werden können. Aufgrund der festländischen Bedingungen konnten sich viele Reptilien entwickeln, darunter auch Raubechsen mit säugetierähnlichem Gebiss.

Das Zeitalter des Perms ist die jüngste Einheit des Erdaltertums (Paläozoikum). An seinem Ende kam es zum größten Massensterben in der Erdgeschichte, dem ca. 90 % der Meeresbewohner zum Opfer fielen. Als Auslöser gelten gigantische Vulkanausbrüche, die das Weltklima nachhaltig beeinflussten.



Abb. 21: Koniferenpollen aus dem Zechstein einer Bohrung bei Helmstedt (Teufe: 402 m); Größe: zwischen 0,05 und 0,08 mm.
Foto: C. Heunisch.

2.3.3. Liste der Perm-Geotope in Niedersachsen

- Die Osteroder Kalkberge,
- die Rhumequelle – die ergiebigste Karstquelle in Niedersachsen,
- Einblick in eine Erdöl- und Erdgaslagerstätte: Dolomitwerk Uhrde,
- die Einhornhöhle bei Scharzfeld/Harz,
- Steinbruch und Verarbeitung – Gipswerk Dorste,
- Kupferschiefer und mehr – rund ums Schwiebachtal,
- Steinbruch und Renaturierung am „Kranichstein“,
- Seesen, die Stadt am Meer – vor über 250 Millionen Jahren,
- die Asse und ihre Gesichter: Lehrpfad in einer Salzstruktur,
- das Bergbaumuseum im ehemaligen Pfortnerhaus von „Schacht Weser“ in Hagenburg-Altenhagen/Steinhuder Meer,
- die Stadt auf dem Salz: Der historische Steinbruch am Kalkberg und Salzbewegungen unter Lüneburg,
- das Deutsches Erdölmuseum in Wietze an der Aller bei Celle,
- Flussversickerung der Sieber bei Hörden,
- ehemaliger Gemeindesteinbruch Bartolfelde,
- Nüxeier Dolomitbruch,
- der Römerstein nördlich von Nüxei,
- die „Zwerglöcher“ bei Walkenried,
- Fuchshalle – der klassische Aufschluss in Osterode,
- die Westersteine bei Bartolfelde,
- Steinkirche bei Scharzfeld/Harz,
- der Mackenröder Forst (Niederterrasse über Hauptanhydrit),
- Pöhlder Wald und Wiedensee – Erdfälle im Pöhlder Becken,
- Kuckanstal und Ravensberg, Bad Sachsa,
- Beienrode/Dorm,

- vom Steinbruch zum Spezialgips – Werksführung durch das Gipswerk Kutzhütte,
- der Staufenbüttel bei Bad Sachsa – Steina.



Abb. 22: Die Einhornhöhle ist mehr als eine Höhle; sie ist Geo- und Biotop, Natur- und Kulturdenkmal.

Foto: R. Nielbock.

2.4. Trias (252,17 – 201,3 Millionen Jahre)

In weiten Teilen Südniedersachsens kommen an der Erdoberfläche Gesteine der Trias-Zeit vor. Die Trias-Zeit gliedert sich in die Abschnitte Buntsandstein (ca. 252 Millionen bis 243 Millionen Jahre), Muschelkalk (ca. 246 Millionen bis 239 Millionen Jahre) und Keuper (ca. 239 Millionen bis 201 Millionen Jahre), die als Bezeichnungen sowohl für die Bildungszeit der Gesteine als auch für die Gesteine selbst verwendet werden. Während der Buntsandstein-Zeit bildeten sich überwiegend rot gefärbte Sedimente unter festländischen Bedingungen. Die unteren und oberen Partien dieser Gesteinsabfolge bestehen vor allem aus Tonstein, während im mittleren Abschnitt oft fester Sandstein dominiert. Die Sandsteinbänke des Buntsandsteins werden als Werk- und Ornamentstein bis heute genutzt. Sie haben im Solling und in Teilen des Weserberglandes erhebliche wirtschaftliche – und weit darüber hinaus – auch kulturgeschichtliche Bedeutung. So wurden z. B. in der Umgebung von Karlshafen an der Weser Werksteine gebrochen, die als so genannte „Solling-“ oder „Weserplatten“ oft prägend für den lokalen Baustil waren. Sie wurden nicht nur als Bau- und Fassadensteine, sondern häufig auch zur Dachdeckung eingesetzt (z. B. Kloster Corvey). Von wirtschaftlicher Bedeutung waren auch die im Oberen Buntsandstein (Röt) gebildeten, zum Teil mächtigen Salzlager.

Über den Gesteinen des Buntsandsteins folgt der Muschelkalk mit Kalkstein im unteren und oberen, bzw. Mergelstein und Gips im mittleren Abschnitt. Im Bereich des Göttinger Waldes bildet der Kalkstein markante Muschelkalk-Plateaus, die sich mit steilem Rand über das flachhügelige Umland erheben. In einigen Bereichen sind Schollen aus festem Gestein des Muschelkalks auf dem darunter liegenden Tonstein der Buntsandstein-Zeit in das angrenzende Vorland geglitten, wobei sich Risse und Spalten bildeten, die frühen Menschen als Wohn- und Zufluchtsstätten dienen konnten. In der Abfolge des Muschelkalks gibt es auch wichtige Werksteinbänke, die in großem Umfang als Bausteine u. a. für Gebäudefundamente und Sakralbauten (z. B. Kaiserdom in Königsutter) verwendet wurden.

Im jüngsten Abschnitt der Trias-Zeit lagerten sich Keupersedimente ab. Sie bestehen vorherrschend aus Ton- und Mergelstein, eingeschaltet sind Sand-, Kalk-, Dolomitstein sowie Verdunstungsgesteine (Evaporite), z. B. Gips. Sowohl der Tonstein des Keupers als auch des Buntsandsteins bildeten lokal die Rohstoffbasis für die Herstellung von Ziegeln.

Zum Ausstrich der Trias-Schichten s. Abbildung 20.

2.4.1. Stratigraphische Tabellen der Trias

Tab. 7: Lithostratigraphische Tabelle der Germanischen Trias in Niedersachsen.

System	Serie	Internationale Stufen- gliederung	Numerisches Alter in Mio a.	Lithostratigraphie		
				Gruppe	Unter- gruppe	Formationen
TRIAS	OBERTRIAS	RHAETIUM	201,3	KEUPER	OBER	Exter-Formation (Rhatkeuper)
			206,5			Di
		NORIUM				Amstadt-Formation (Steinmergelkeuper)
						Di
	MITTELTRIAS		227,0	KEUPER	MITTEL	Weser-Formation (Oberer Gipskeuper)
						Badger-Formation (Schiefandstein)
		KARNIUM				Grabfeld-Formation (Unterer Gipskeuper)
			237,0			
	MITTELTRIAS	LADINIUM		MUSCHELKALK	U	Erfurt-Formation (Lettenkeuper)
			242,0		OBER	Warburg-Formation
						Meißen-Formation
						Trochenschicht-Formation
	MITTELTRIAS				M.	Elm-Formation
						Hellborn-Formation
						Harzburger-Formation
						Rotensand-Formation
		ANISIUM			UNTER	Jena-Formation
	UNTERTRIAS		247,5	BUNTSANDSTEIN	O	Röt-Formation
		OLENEKIUM				Solling-Formation
						Hardeggen-Formation
			251,2		MITTEL	Detfurth-Formation
						Volprehausen-Fm.
	UNTERTRIAS					Quacken-Formation
		INDUSIUM				Bernburg-Formation
			252,17		UNTER	Calvörde-Formation

Stand 02.2017

Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12
<http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-12.jpg>

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.: Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016)
 Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016, Potsdam (Geoforschungszentrum)

Tab. 8: Lithostratigraphische Tabelle des Buntsandsteins in Niedersachsen.

System	Serie	Internationale Stufen-gliederung	Numerisches Alter in Mio a.	Lithostratigraphie					
				Gruppe	Untergruppe	Formation	Berglandgliederung	Beckengliederung	Klein-zyklen
TRIAS	UNTERTRIAS	ANISIUM	243	MUSCHELALK		Jena-Formation			
				BUNTSANDSTEIN	OBERER	Röt-Formation	Röt 4	Myophorienschichten	
								Grauviolette Serie	
							Röt 3	Rotbraune Serie	
							Röt 2	Oberes Röt-salinär	R2-Deckanhydrit R2-Steinsalz R2-Basisanhydrit
						Rötsalinär-Zwischenmittel			
					Röt 1	Unteres Röt-salinär	R1-Deckanhydrit R1-Steinsalz R1-Basisanhydrit		
					Solling-Formation	Stammen-Schichten	Rote Tonsteinfazies (regional mit Barrensandsteinen: Dötlingen-, Salzwedel-Sandstein)		
						Karsholen-Schichten			
						Trendelburg-Schichten			
						Tonige Zwischenschichten			
						Solling-Basisandstein		Solling-Basisandstein	
					Hardeggen-Formation	Hardeggen-Wechselfolge	H.-Abfolge 5 ¹	4	
							H.-Abfolge 4 ¹	4	
				Hardeggen-(Basis-)Sandstein		H.-Abfolge 3 ¹	4		
						H.-Abfolge 2 ¹	4		
		H.-Abfolge 1 ¹	4						
		Detfurth-Formation	Detfurth-Ton		Detfurth-Wechselfolge				
			Detfurth-Wechselfolge						
			Detfurth-Sandstein	Oberbank	Detfurth-Sandstein	Oberbank			
				Zwischenmittel		Zwischenmittel			
				Unterbank		Unterbank			
			Volpriehausen-Formation	Avicula-Schichten	Avicula-Schichten	Kleinzylinder 3 (regional mit Göttinger-Sandstein)	4-8		
		Volpriehausen-Wechselfolge		Volpriehausen-Wechselfolge	Sandig-tonige Av.	1+2			
					Tong-sandige Wechselfolge	5-7			
					Sandig-tonig-schichtliche Wechselfolge	3+4			
		Volpriehausen-Sandstein		Volpriehausen-Sandstein	Tonige Wechselfolge	1+2			
		Quickborn-Fm.		Quickborn-Folge					
		BUNTSANDSTEIN	MITTLERER	Bernburg-Formation		Urom-Schichten			
						Oberer Wechselfolge	8-14		
						Kalkolithe-Schichten	4-7		
						Oolithische Wechselfolge	1-3		
			Calvörde-Formation		Sandig-schichtliche Tonsteinschichten	8-10			
					Oolithschichten	5-7			
	Oolithische Sandstein-Tonstein-VV			3+4					
	Sandig-tonige Basisschichten			2					
PERM	OBER-PERM	CHANGHSING	252,17	ZECHSTEIN	Fulda-Formation	Oberer Bröckelschiefer		1	

¹ Nicht identisch mit der Hardeggen-Abfolge 1-5 sensu KRAMER (1961) und HERRMANN & HOFRICHTER (1963a)

² Im nördlichen Harzvorland Gliederung in Untere (Kleinzyklen 1-3), Mittlere (Kleinzyklen 4-6) und Obere Rogensteinzone (Kleinzylinder 7); lokal wird in alten Gliederungen ein(e) Hauptrogenstein(-zone) abgegrenzt, die verschiedenen stratigraphischen Niveaus angehören kann.

Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-12.jpg>

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.; Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016; Potsdam (GeoForschungsZentrum).

Stand 02.2017

2.4.2. Lebewelt der Trias

Weltweit ist die Wende Perm/Trias durch ein großes Aussterbeereignis gekennzeichnet, das größte im Verlauf der Erdgeschichte. Betroffen davon waren fast 90 % aller im Meer lebenden Arten. Da Niedersachsen zu dieser Zeit nicht vom Meer überflutet war, gibt es für dieses Ereignis nur indirekte Nachweise über die ebenfalls in Mitleidenschaft gezogene Vegetation, die zu dieser Zeit vorwiegend aus Koniferen und weiteren Nacktsamern (Gymnospermen) sowie Farnen, Bärlappen und Schachtelhalmen bestand. Pflanzenfossilien sind nicht häufig, jedoch lässt sich der Wechsel innerhalb der Vegetation durch die in den Sedimenten vorhandenen Sporen und Pollen der Pflanzen nachweisen. Die spärlichen Pflanzenfossilien werden im Buntsandstein durch Fährten von landlebenden Tieren, vor allem Sauriern, ergänzt. Innerhalb der Kleinlebewesen sind es vorwiegend Conchostraken und Ostrakoden, beide zu den Krebstieren gehörend, die fossil überliefert sind und auch zur stratigraphischen Einstufung der Schichten verwendet werden können.

Das Charakterfossil unter den Pflanzen des Mittleren Buntsandsteins im Mitteleuropäischen Becken ist *Pleuromeia*. Es handelt sich dabei um Lycophyten (Bärlappgewächse), die in Flussebenen und küstennahen Gebieten weit verbreitet waren und wahrscheinlich halophytisch (salztolerant) lebten. Sie waren vielfach die einzigen Pflanzen, die hier wuchsen. Daneben sind manchmal Schachtelhalme und Farne charakteristische Vertreter und – vor allem im Röt – Koniferen (häufig: *Voltzia*: Voltziensandstein).

In der Mittleren Trias, dem Muschelkalk, hatte sich die Lebewelt in den Weltmeeren erholt; innerhalb der Ammoniten hatte sich eine neue Gruppe – die Ceratiten – entwickelt, die neben Muscheln, Brachiopoden und Seelilien die Meere und auch das Niedersächsische Becken bevölkerte und mit deren Hilfe eine gute stratigraphische Einstufung der Abfolge möglich ist. Innerhalb der Mikrofossilien sind es vor allem Conodonten, die gute Zonierungsmöglichkeiten bieten.



Abb. 23: Farn (*Anomopteris mougeotii*) aus dem Mittleren Buntsandstein; Karlshafen. Sammlungen LBEG/BGR Hannover (Original Ma 13705).



Abb. 24: Seelilie (*Enocrinus liliiformis*) aus dem Oberen Muschelkalk; Königsutter. Sammlungen LBEG/BGR Hannover.

Auf den Muschelkalk folgte der wieder festländisch geprägte Keuper. Hier sind pflanzliche Fossilien häufiger als tierische. In dieser Zeit entwickelten sich die ersten Dinosaurier und die ersten primitiven Säugetiere.

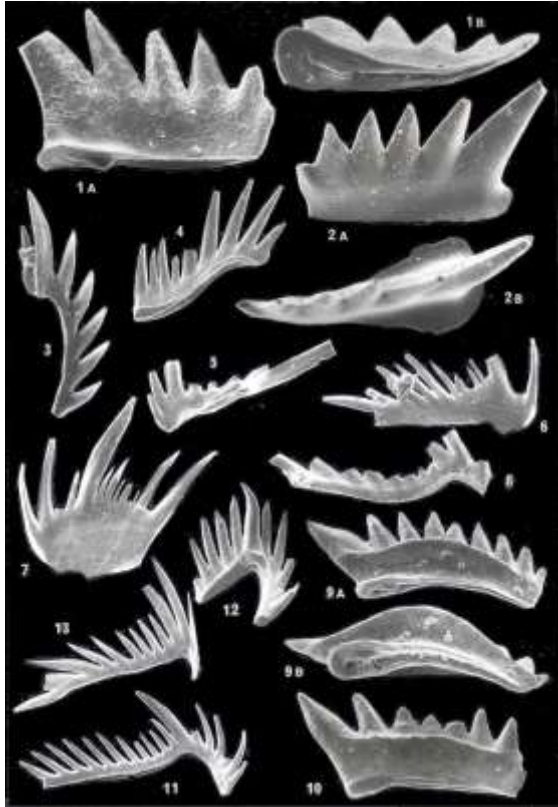


Abb. 25: Conodonten aus dem Oberen Muschelkalk (Mittellandkanal bei Sehnde, Hannover); Größe: kleiner als 0,5 mm.

Tafel 1 aus BEUTLER et al. (1996);
Bearbeiter: F. W. Luppold.



Abb. 26: Wirbeltierreste (Knochen, Zähne) aus einem Rhät-Bonebed (Oberkeuper); Ochtersum, Hildesheim.
Sammlungen LBEG/BGR Hannover.

2.4.3. Liste der Trias-Geotope in Niedersachsen

- Die Gletscherschrammen auf dem Keupersandstein bei Velpke,
- der Triaszeit-Wanderweg im Dorm bei Gr. Steinum/Königslutter,
- Rogensteine und Algenriffe im aufgelassenen Steinbruch am Heeseberg bei Jerxheim,
- ein Erlebnissteinbruch im Muschelkalk im Forst Hainholz/Elm bei Königslutter,
- die Asse und ihre Gesichter: Lehrpfad in einer Salzstruktur,
- der Buntsandstein und die „Hannoverschen Klippen“ an der Weser bei Bad Karlshafen,
- der Dillsgraben bei Bockenem/ Königsdahlum: der größte Einzelerdfall in Niedersachsen,
- geologischer Überblick von der Bismarcksäule (Galgenberg): Landschaftsentwicklung der Umgebung von Hildesheim,
- der Schlossberg „Marienburg“ im Leinetal bei Nordstemmen,
- Rhätsandsteine am Fuchsberg östlich von Seinstedt,
- Steinbruch an der Glückaufhalle bei Salzgitter-Gebhardshagen (Unterer Muschelkalk),
- die Amplebener Kühlen im Elm,
- Stromatolithen im unteren Buntsandstein des Harly bei Vienenburg,
- Seelilien im Muschelkalk – der Steinbruch „Am Markmorgen“ am Elmrand bei Evessen,
- Ziegeleitongrube Bilshausen: Mehr als Matsch: Vom roten Ton zum Dachziegel,
- Beienrode/Dorm,
- der Rogenstein vom Braunschweiger Nußberg,
- das Großrippelfeld im Oberen Muschelkalk an der ICE-Trasse Sibbesse im Landkreis Hildesheim.



Abb. 27: Buntsandsteinfelsen in Reinhausen.

Foto: H.-G. Röhling.

2.5. Jura (201,3 – 145,0 Millionen Jahre)

In der unteren und mittleren Jura-Zeit (ca. 201 Millionen bis 163 Millionen Jahre) lagerte sich unter Meeresbedeckung bis mehrere 100 m mächtiger, dunkler Ton mit Einschaltungen von Eisen-Oolith ab, die als Eisenerz-Lagerstätten bedeutsam waren. Eisenerz des Unteren Juras wurde z. B. bei Bad Harzburg und Echte gewonnen, Eisenerz des Mittleren Juras bei Porta an der Weser.

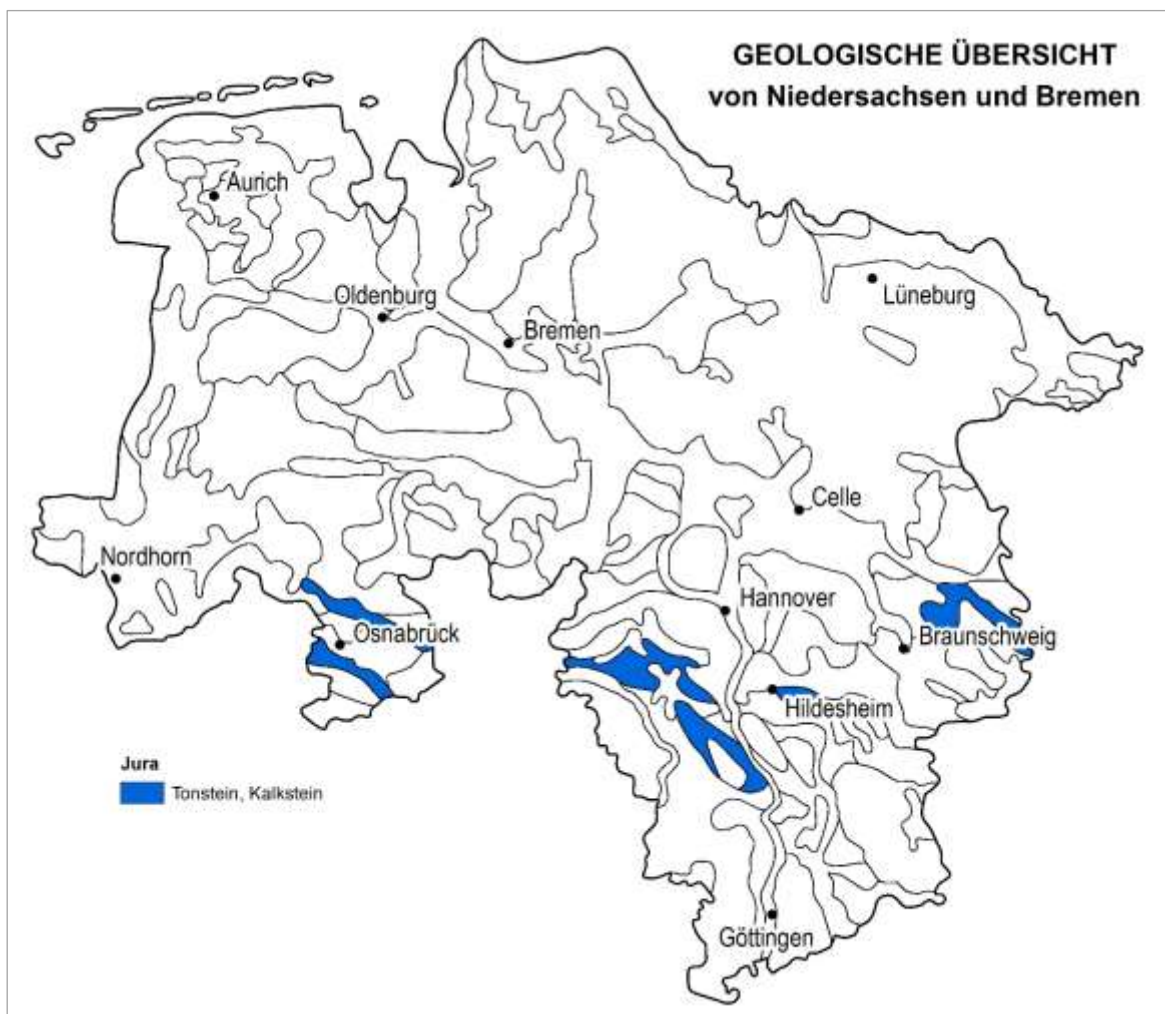


Abb. 28: Ausstrich der Juraschichten in Niedersachsen.

Die Abfolge des Oberen Juras (ca. 163 Millionen bis 145 Millionen Jahre) setzt im Leine- und Weserbergland mit Mergelstein und ersten Einschaltungen von Kalkstein ein. Im höheren Teil des tiefen Oberen Juras gibt es mächtigen, grauen Kalkstein, der als Korallenoolith bezeichnet wird und markante Felswände wie den Hohenstein im Süntel oder die Ithklippen bildet. Nach Westen gehen die Kalksteinschichten in sehr festen Sandstein, den Wiehengebirgs-Quarzit, über. Im östlichen Teil Niedersachsens sind Gesteine des Mittleren und des Oberen Juras kaum verbreitet. Zu den markantesten Aufschlüssen im östlichen Niedersachsen gehört die Oberjura-Abfolge des Steinbruchs am Langenberg bei Oker, der in der geologischen Aufrichtungszone am nördlichen Harzrand liegt.

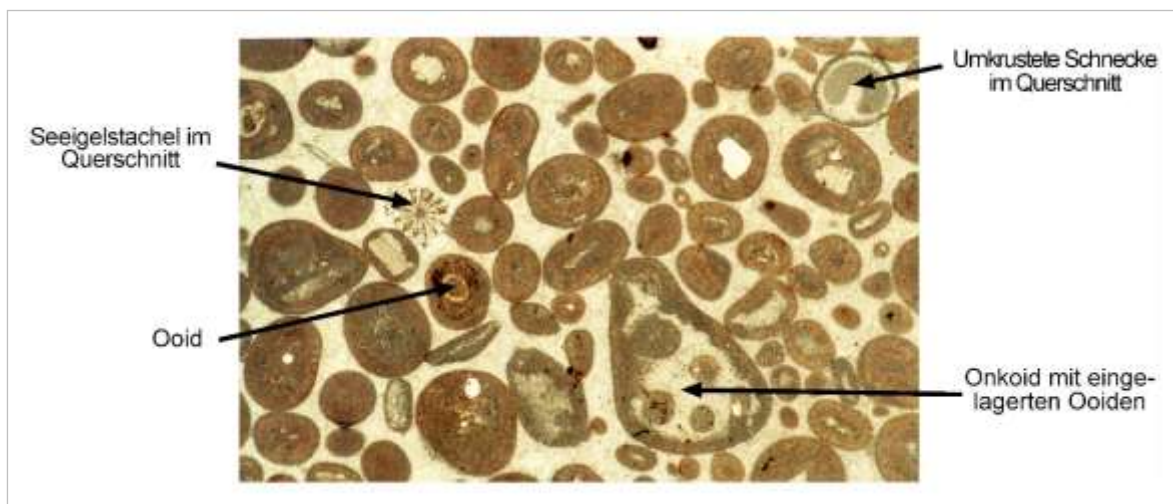


Abb. 29: Dünnschliff eines Oolith-Kalksteins des Korallenooliths. Eisenreiche Ooide (runde bis eiförmige Rindenkörner) und Onkoide (schlecht gerundete Rindenkörner) aus dem tieferen Korallenoolith in einer feinkörnigen kalkigen Grundmasse; Bildbreite ca. 5 mm.

Foto: LBEG.

2.5.1. Stratigraphische Tabellen des Juras

Tab. 9: Unterer Jura (Lias) in Niedersachsen.

System	Serie	Internationale Stufen- gliederung	Numerisches Alter in Mio. a.	Lithostratigraphie		Ammoniten-Zone
				Gruppe	Formation	
JURA	UNTERJURA	TOARCUM	174,1	Schwarzjura-Gruppe (Lias)	Opalinuston- Formation	<i>Dumortiera hesperis</i>
			Jurensismergel- Formation		<i>Gemmoceras houcardense</i>	
					<i>Haupta variabilis</i>	
					<i>Holoceras bifrons</i>	
			Posidonienschiefer- Formation		<i>Haploceras falckei</i>	
					<i>Dactyloceras lamellosatum</i>	
		Amatheenton- Formation			<i>Pseudoceras apertum</i>	
			<i>Amatheus margaritaceus</i>			
			Capricornumergel- Formation		<i>Proterotyloceras divosii</i>	
		<i>Trochocyrtoceras iliesi</i>				
		<i>Upoteia jurensis</i>				
		Obolusenton- Formation	<i>Echoceras nicosiolum</i>			
			<i>Oligonoceras cognatum</i>			
			<i>Asteroceras obtusum</i>			
			<i>Caenoceras tumens</i>			
		Arietenton- Formation	<i>Arrioceras aemulosatum</i>			
			<i>Arietes bucklandi</i>			
		HETTANGIUM	199,3		Angulatenton- Formation	<i>Schistoceras angulata</i>
			Psilonotenton- Formation		<i>Algaltes faciosus</i>	
					<i>Psiloceras planotile</i>	
						201,3

Quellen:
 SCHULZE, R. (1976): Die Ammoniten des süddeutschen Lias. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart - New York.
 BRÄMMER, R. (1991): Atlas der Geologie - 2. Band Historische Geologie, Eisele-Verlag, Stuttgart.
 MÖLLER, E.: Opalinuston-Formation, Posidonienschiefer-Formation, Amatheenton-Formation, Obolusenton-Formation. In: LithoLex [Online-Datenbank] Hannover: BGR. Available from: <http://www.bgr.bund.de/lithoLex>
 Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart > 2019/12: <http://www.stratigraphy.org/CSchart/ChronostratChart2019-12.jpg>
 Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg., Redaktion: Meinig, M. & Hentsch, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016. Potsdam (Deutsches Zentrum)

Stand 02.2017

Tab. 10: Mittlerer Jura (Dogger) in Niedersachsen.

System	Serie	Internationale Stufen- gliederung	Numerisches Alter in Mio a.	Lithostratigraphie		Ammoniten-Zone		
				Gruppe	Formation			
JURA	MITTELJURA	OXFORDIUM	163,5	Braunjura-Gruppe (Dogger)	Ornatenton- Formation	<i>Quenstedtoceras mariae</i>		
		CALLOVIUM				<i>Quenstedtoceras lamberti</i>		
						<i>Peltoceras (Peltoceras) ethelsi</i>		
						<i>Eymnoceras coronatum</i>		
						<i>Kosmoceras (Zugoskum) jason</i>		
						<i>Spatoceras (Sg.) calloviense</i>		
						<i>Proplanulites koenigi</i>		
		<i>Macrocephalites harveyi</i>	166,1		Aspidodeston- Formation	<i>Cydonoceras decuss</i>		
		<i>Cypoceras urtis</i>						
		<i>Procerites bodoni</i>						
		BATHONIUM			<i>Moniaceras (Monis) monis</i>			
					<i>Tullius (Tullius) subcontractus</i>			
					<i>Procerites prognostis</i>			
					Württembergica- Formation	<i>Zigzagoceras (Zigz.) zigzag</i>		
		Parkinsonien- Formation	<i>Parkinsonia (Park.) parkinson</i>					
		Garantien- Formation	<i>Garantiana (Garantiana) garantiana</i>					
		BAJOCIUM	Coronatenton- Formation		<i>Stereoceras nortense</i>			
					<i>Stephanoceras humphreianum</i>			
			Sonnien- Formation		<i>Emilia (Otites) sautei</i>			
					<i>Witchella laeviuscula</i>			
		<i>Hypericoceras discifol</i>						
		AALENIUM	Ludwigien- Formation		<i>Graphoceras (Graphoceras) concavum</i>			
					<i>Ludwigia (Ludwigia) multicoana</i>			
		UNTER	Opalinuston- Formation		<i>Leioceras opalinum</i>			
					174,1			

Quellen: SCHLEGELMÜLLER, R. (1991): Die Ammoniten des süddeutschen Dogger - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
MÖLLER, E.: Ornatenton-Formation, Aspidodeston-Formation, Württembergica-Formation, Parkinsonien-Formation, Garantien-
Formation, Coronatenton-Formation, Sonnien-Formation, Wehden-Sandstein, Ludwigien-Formation Opalinuston-Formation. In
LithoLex [Online-Datenbank] Hannover: BGR. Available from: <http://www.bgr.bund.de/lithoLex>

Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2019/12: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2019-12.jpg>

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.), Redaktion: Mörner, M. & Hindrich, A. (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016, Potsdam (Geoforschungszentrum).

Stand 02.2017

Tab. 11: Oberer Jura (Malm-Gruppe) mit dem Übergang zur Unterkreide in Niedersachsen.

System	Serie	Internationale Stufengliederung	Numerisches Alter in Mio. a.	Lithostratigraphie			Biostratigraphie (Zonen)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				Gruppe	Formation	Synchroneale Geologie (2016)	Ammonoiten (Dorsalzonierung)	Ostrakoden (J. SCHMIDT) *	Ostrakoden (F. GRAMANN) *	Charophyten (M. SCHMIDT) *	Dinoflagellaten (C. HARTMANN) *	Sporen und Pollen (C. HARTMANN) *																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KREIDE	UNTERKREIDE	BERRIASIUM	145,0	Bückeberg-Gruppe	W Isterberg-Fm. Oesede-Fm. Deister-Fm. Fuhse-Formation E						9		Hils 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
JURA	OBERJURA	TITHONIUM	152,1	Norddeutscher Malm	Münder-Formation	Obere	joOM6	Zonen in NWD nicht nachweisbar	23		8		(c)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
							joOM5		22		7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
						Mittlere	joOM4		21		6			4	(b)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
							Untere		joOM3		20					5	4	(a)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
						Einbeckhausen-Fm.	joOM2		19		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
						Holzen-Formation	joOM1		Gigas		17						16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		KIMMERIDGIUM	157,3		Süntel-Formation	Obere	joMM3	Aufassiodonensis	15	3	b	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
						Mittlere	joMM2	Eudoxus	14	2	a																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
							Untere	joMM1	Mutabilis				13	1	c																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
						Korallenoolith-Formation	Obere	joUM6	Baylei	Cymodoce	12		hiltermanni/lineata/pulchra			d																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
											11			2	b																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
											10						1	a																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		9	1		a																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Heersum-Formation				Obere	joUM3	Pumilis	3	oxfordiana																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
													Mittlere	joUM5	Cautisnigrae	5			2	b																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
																	Untere	joUM4			4	1	a																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			Obere		joUM2								Cordatum	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		Untere				joUM1	1	dorni																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	Braunjura-Gruppe	Ornatenton-Formation																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

Quellen:
 * Nach Tabelle 1 aus GRAMANN et al. (1997): Das Niedersächsische Oberjura-Becken - Ergebnisse interdisziplinärer Zusammenarbeit - Z. dt. geol. Ges., 148 (2).
 ERBACHER, J., HISS, M., LUPPOLD, F.W. & MUTTERLOSE, J. (2015): Isterberg-Formation, Oesede-Formation, Deister-Formation, Fuhse-Formation. In LithoLex [Online-Datenbank]. Hannover: BGR. Available from: <http://www.bgr.bund.de/litholex>
 MÖNNIG, E.: Heersum-Formation. In LithoLex [Online-Datenbank]. Hannover: BGR. Available from: <http://www.bgr.bund.de/litholex>
 Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-12.jpg>
 Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.; Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016; Potsdam (GeoForschungsZentrum).

2.5.2. Lebewelt des Juras

Niedersachsen lag unter der Bedeckung eines flachen warmen Meeres, das sich weltweit und damit auch im Niedersächsischen Becken ausgebreitet hatte. Gegen Ende des Unteren Juras wurden aufgrund verbreiteter Sauerstoffarmut am Boden des flachen Meeres stark bituminöse Sedimente gebildet (Posidonienschiefer), deren klassische Verbreitung in Süddeutschland ist, die aber auch in Niedersachsen in gleicher Ausbildung und mit ähnlichem Fossilinhalt gefunden werden. Sie sind gute Muttergesteine für die Erdölbildung.

In den Meeren gab es eine reiche Lebewelt aus Ammoniten, Belemniten, Korallen, Muscheln, Schnecken und anderen wirbellosen Tiergruppen, Fischen und Fischeosauriern (z. B. in Hondelage bei Braunschweig) und Krokodilen, daneben auch zahlreiche Kleinlebewesen, die heute als Mikrofossilien wichtige Informationen über die stratigraphische Einstufung der Schichten geben. Auf dem Land entwickelten sich die in der Trias entstandenen Dinosaurier rasch und artenreich. Auch Flugsaurier waren weit verbreitet. Im höheren Jura (Malm) machte der von Dinosauriern abstammende Urvogel *Archaeopteryx lithographica* seine ersten Flugversuche. Von ihm sind aus Niedersachsen keine fossilen Reste bekannt, wohl aber von Dinosauriern, vor allem Fährten, wie zum Beispiel in Barkhausen und Münchehagen. Am Langenberg bei Oker, im östlichen Niedersachsen, wurden neben zahlreichen Einzelknochen das Skelett einer neuen Dinosaurierart gefunden – *Europasaurus holgeri*.

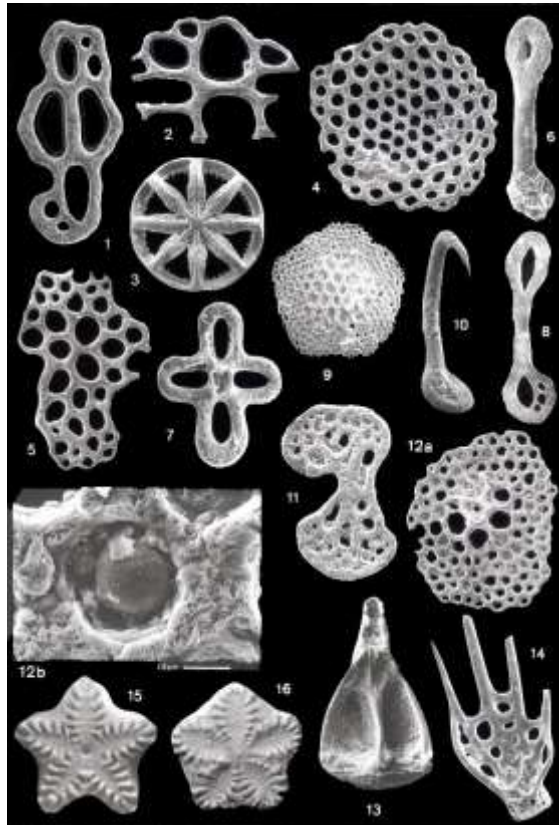


Abb. 30: Mesofauna (Skelettreste wirbelloser Tiere) aus dem Unteren Jura (Mittellandkanal bei Sehnde, Hannover); Größe zwischen 0,3 und 5 mm.

Tafel 10 aus BEUTLER et al. (1996);
Bearbeiter: F. W. Luppold.



Abb. 31: Ammoniten in Pyriterhaltung.
Unterer Jura, Lias Alpha; Ringelheim.
Sammlungen LBEG/BGR Hannover.



Abb. 32: Schneckenführender Kalkstein aus dem Oberen Jura (Korallenoolith – Kimmeridge). Steinbruch Marienhagen; natürliche Anätzung durch Moorwasser.
Sammlungen LBEG/BGR Hannover.

2.5.3. Liste der Jura-Geotope in Niedersachsen

- Der Steinbruch am Langenberg bei Oker: die geologische Aufrichtungszone am nördlichen Harzrand,
- oberjurazeitliche Karstfläche am „Grünen Altar“ am Hohenstein im Süntel,
- oberjurazeitliche Korallenriffe im Steinbruch am Hainholz im Osterwald,
- Blick vom Hohenstein/Süntel auf das Wesertal: Die Weser und das Eiszeitalter,
- geologischer Überblick von der Bismarcksäule (Galgenberg): Landschaftsentwicklung der Umgebung von Hildesheim,
- Besucherbergwerk Klosterstollen in Barsinghausen,
- die Tropfsteinhöhlen im Süntel,
- die Saurierfährten von Barkhausen bei Bad Essen im Wiehengebirge,
- alter Steinbruch in Hannover-Ahlem,
- die Eisenerzgrube Ernst-August in Rottorf am Klei,
- Posidonienschiefer-Profil am Innerste-Ufer,
- Saurierfährten Münchehagen.



Abb. 33: Saurierfährten von Barkhausen.
Foto: T. Kluttig.

2.6. Kreide (145,0 – 66,0 Millionen Jahre)

2.6.1. Entwicklung des niedersächsischen Berglandes in der Kreide

Am Übergang von der Jura- zur Kreide-Zeit verstärkten sich die festländischen Einflüsse. Dadurch entstanden Ton- und Sandsteinschichten mit Kohleflözen, die z. B. im Deister und Süntel lange Zeit abgebaut wurden. Die Sandsteinschichten, auch generell als Wealden-Sandstein bezeichnet, liefern hochwertige Bau- und Ornamentsteine, die beispielsweise im Opernhaus in Hannover verbaut wurden. Über die nahe gelegene Weser konnte der Wealden-Sandstein verschifft werden und ist daher auch überregional weit verbreitet.

Im höheren Teil der Unterkreide und während der Oberkreide (ca. 135 Millionen bis 66 Millionen Jahre) dominierten erneut marine Ablagerungsbedingungen. Zunächst sedimentierten Ton- und Sandsteinschichten, in die so genannte Trümmereisenerzhorizonte eingeschaltet sind, die bei Salzgitter abgebaut wurden. Unter zunehmendem Meereseinfluss lagerte sich im Raum Hannover eine mächtige Kalk-Mergel-Abfolge ab, deren Abbau als Massenrohstoff für die Zementindustrie von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist. Die jüngsten Schichten der Oberkreide sind als Schreibkreide ausgebildet. Nach Norden werden die Oberkreideschichten zunehmend sandig und führen bei Peine Trümmererze, die in Gruben, z. B. bei Bülten und Lengede, abgebaut wurden.



Abb. 34: Rot-braunes Kalkerz aus Bülten-Adenstedt.
Sammlungen BGR, Berlin; Foto: M. Sack.

Gegen Ende der Oberkreide begann im Süden die Heraushebung der Alpen. Auch in Norddeutschland kam es im Verlauf der Kreide zu einer Gebirgsbildung, in deren Zug der Harz, der Osnig (Teutoburger Wald) und das Weser-Wiehengebirge herausgehoben wurden. In der Kreidezeit begann ebenfalls die Mobilisierung und Aufwölbung der mächtigen Salzablagerungen im Untergrund Norddeutschlands, die zum Beispiel zur Heraushebung des Hildesheimer Waldes oder der Asse führten.

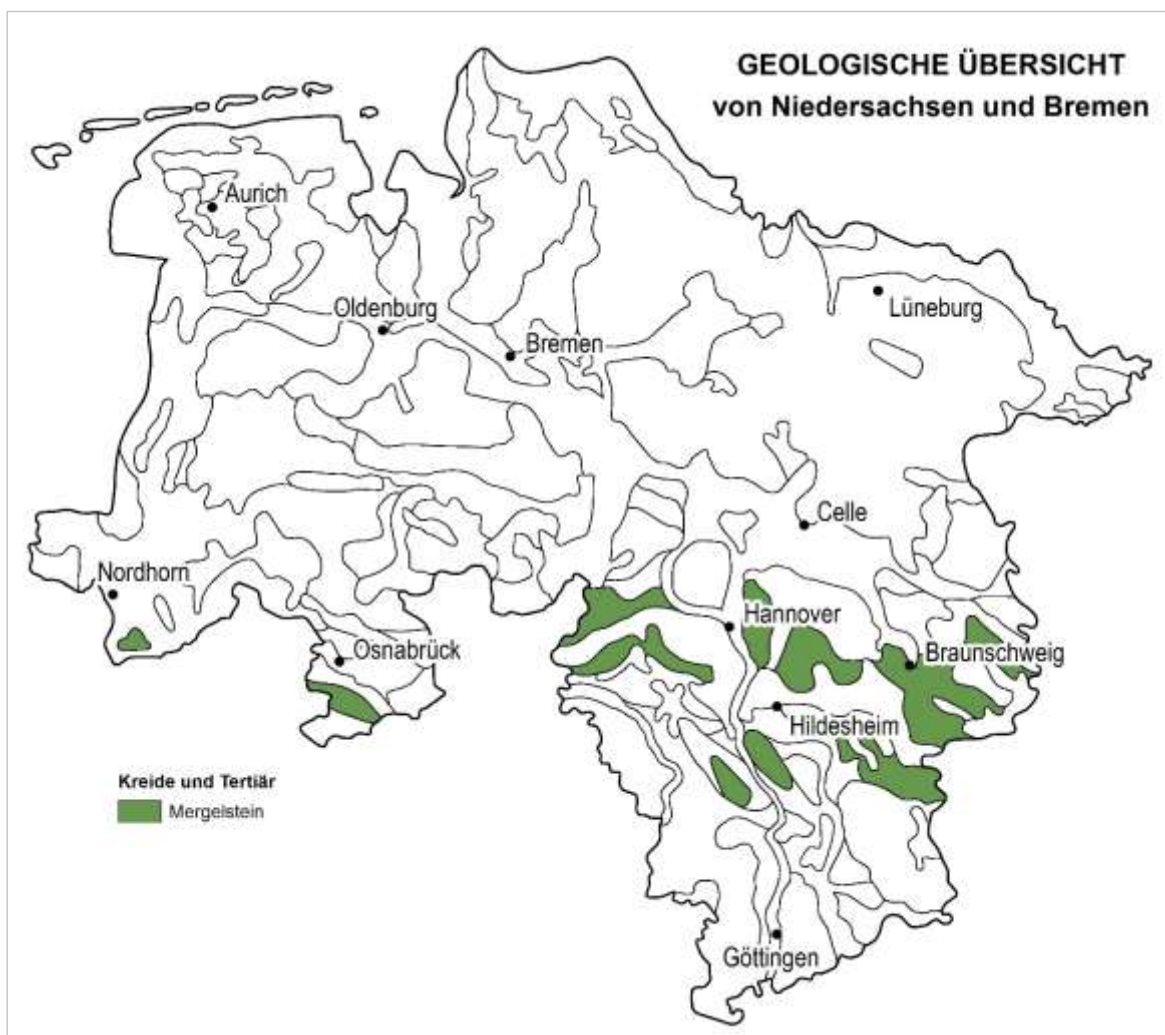


Abb. 35: Ausstrich der Kreide- und Tertiärschichten in Niedersachsen.

2.6.2. Entwicklung des niedersächsischen Tieflandes in der Kreide

Obwohl weite Teile Norddeutschlands – und damit auch das niedersächsische Tiefland – in der höheren Unterkreide und der Oberkreide vom Meer überflutet waren, sind heute an der Erdoberfläche keine oder nur relikartige Kreideablagerungen vorhanden. Von diesen waren vor allem die in der Oberkreide gebildeten mächtigen, charakteristischen Schreibkreidesedimente, Ablagerungen eines maximal 300 m tiefen, offenen Meeres, begehrte Rohstoffe, die in der Vergangenheit großflächig abgebaut wurden.

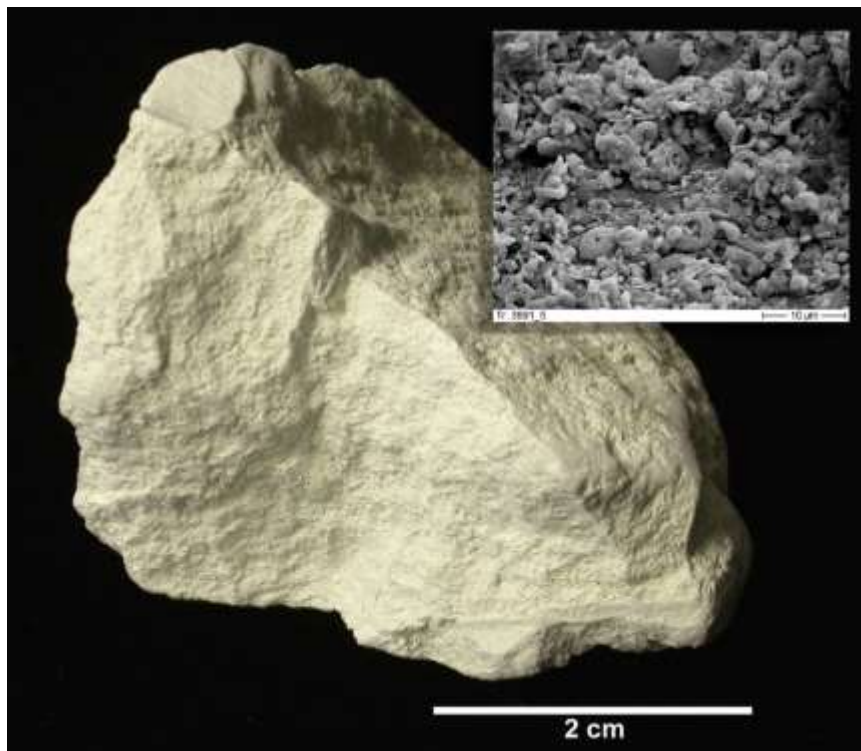


Abb. 36: Kreidesediment (Maastricht, Hemmoor) mit zerfallenen Coccolithen (kalkige Kleinfossilien; Aufnahme mit dem Rasterelektronenmikroskop). Sammlungen LBEG/BGR, Hannover.

2.6.3. Stratigraphische Tabellen der Kreide

Tab. 12: Lithostratigraphische Gliederung der Unterkreide in Niedersachsen.

System	Serie	Numerisches Alter in Mio a.	Stufe Untersstufe	Gruppe	Zentralteil des Niedersächsischen Beckens	Nord-Niedersachsen/Schleswig-Holstein-Vogelndal (nördlich der Pompeck-Schwelle)	Emmendinger West- und Zentral-Münsterland	Teutoburger Wald/ Egge-Gebirge/ Südost-Münsterland	Leine-Bergland	Südharz/ West (Salzgitter-Oberharz)	Südost- rand der Pompeck-Schwelle
KREIDE	UNTERKREIDE	100,5	Ober-	Münster-Gruppe	Kirchrade-Subformation	Weserhagen-Subformation	Flammen- mergel- Formation	Flammen- mergel- Formation	Flammen- mergel- Formation	Flammen- mergel- Formation	
			Mittel-			Haltebinder Düne- Subformation	Kirchrade-Subformation	Flammen- mergel- Formation	Altefeld- Formation	Altefeld- Formation	
			Unter-		Schwicheldt- Subformation	Peine-Formation (außenhaft)	Schwicheldt- Subformation	Altefeld- Formation	Peine-Formation	Peine-Formation	Peine-Formation
		113,0	Ober-				Rothenberg- Formation	Dorthe- Subformation	Hils- Formation	Hils- Formation	
			Unterr-		Sanstedt- Subformation		Sanstedt- Subformation	Tockelburg- Subformation	Sanstedt- Subformation	Sanstedt- Subformation	
		125,0	Ober-		Hoheneggelsen- Formation	Hoheneggelsen- Formation (außenhaft)	Hoheneggelsen- Formation	Dörping- Formation	Hoheneggelsen- Formation (außenhaft)	Salzgitter- Formation	Weser- dorf- Formation
			Unterr-					Gravenhorst- Subformation			
		129,4	Ober-				Kuhfeld-Formation	Schierloh- Subformation			Stadt- hagen- Formation
			Unterr-		Stadthagen- Formation	Stadthagen- Formation (außenhaft)	Georgsdorf- Formation	Stadthagen- Formation	Stadthagen- Formation (außenhaft)		
		132,9	Ober-				Georgsdorf- Formation	Bockel- Subformation			Nien- hagen- Formation
			Unterr-				Besthorn- Fm.				
		139,6	Ober-	Südharz-Gruppe	Isterberg- Formation	Isterberg- Formation (außenhaft)	Isterberg- Formation	Desede- Formation	Desede- Formation		Fuhse- Formation
		145,0	Unterr-								

Quellen: Ebacher, J., Hils, M., Lippold, F.W. & Mutterlose, J. (2015): Isterberg-Formation, Stadthagen-Formation, Hoheneggelsen-Formation, Peine-Formation, Kuhfeld-Formation, Rothenberg-Formation, Besthorn-Formation, Georgsdorf-Formation, Göldehaus-Formation, Desede-Formation, Salzgitter-Formation, Hils-Formation, Altefeld-Formation, Flammenmergel-Formation, Quedlinburg-Formation, Wesendorf-Formation, Ostring-Formation, Desede-Formation. In: LithoLex (Online-Datenbank). Hannover: BGR. Available from: <http://www.bgr.bund.de/lithoLex/modifier>

Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12; <http://www.stratigraphy.org/ICChart/ChronostratChart2016-12.jpg>

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg./Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016. Potsdam (Geoforschungszentrum)

Stand 02.2017

Tab. 13: Lithostratigraphische Gliederung der Oberkreide in Niedersachsen.

System	Serie	Numerisches Alter in Mio. a.	Stufe Unterstufe	Lithostratigraphische Gliederung der Oberkreide in Niedersachsen		
				Mecklenburg-Vorpommern, nördliches Niedersachsen	Niedersachsen, nördl. NRW, Sachsen-Anhalt, Brandenburg	Subherzynische Kreidemulde
KREIDE OBERKREIDE		66,0	Maastrichtium	Ober-	Reitbrook-Formation	
					Hennmoor-Formation	Nennhausen-Formation
		72,1	ob. Campanium	Unter-	Kronsmoor-Formation	Walbeck-Formation
				Ober- unt.	Dägeling-Formation	Beltenode-Formation
					Lägerdorf-Formation	Emscher-Formation
					Krempe-Formation	Gehrden-Formation
		83,6	Santonium	Ober-		Sudmerberg-Formation
				Mittel-		
		86,3	Coniacium	Unter-		
				Ober-		
			Turonium	Mittel-		
				Unter-		
		89,8	? ?	Ober-	Erwitte-Formation	
					Salder-Formation	
			Sohde-Formation			
		93,9	Plänerkalk-Gruppe		Hesseltal-Formation	
					Brochterbeck-Formation	
					Baddeckenstedt-Formation	
			Cenomanium	Ober-		
				Mittel-		
				Unter-	Helgoland-Formation	
		100,5			Herbram-Formation	

Stand 02 2017

Quellen:
 Niebuhr, B., Hiss, M., Kaplan, U., Tröger, K.-A., Voigt, S., Voigt, T., Wiese, F. & Wilsen, M. (2007): Lithostratigraphie der norddeutschen Oberkreide - SDGG, 55: 136 S., Hannover, modifiziert
 Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12: <http://www.stratigraphy.org/ICChart/ChronostratChart2016-12.jpg>
 Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.; Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016, Potsdam (GeoForschungsZentrum).

2.6.4. Lebewelt der Kreide

Schon während des Oberen Juras hatte sich das Meer aus dem Niedersächsischen Becken allmählich nach Norden zurückgezogen. Daraufhin entwickelte sich eine von Flussdeltas und Brackwassersümpfen geprägte Landschaft, bekannt als Wealden oder Bückeberg-Gruppe.

Zeugen dieser Zeit sind kohlige Ablagerungen mit vielen Pflanzenfossilien (Kohlevorkommen im Hils, Süntel und Deister) und Saurierfährten, wie zum Beispiel in Münchehagen, westlich von Hannover. Auf diese Phase folgte ein erneuter Meeresvorstoß; in der höheren Unterkreide erreichte das Meer seine größte Ausdehnung.



Abb. 37: Pflanzenfossilien (Cycadophyten: *Pterophyllum schauburgense*) aus dem Wealden (Bückeberg-Gruppe, Unterkreide); Bückeberg. Sammlungen LBEG/BGR Hannover.

Viele der Meeresablagerungen sind sehr fossilreich. Neben zahlreichen Ammoniten, Belemniten, Seeigeln und Schwämmen gibt es eine Vielzahl verschiedener Mikrofossilien, die sich zur zeitlichen Einstufung und zur Milieuanalyse heranziehen lassen. Die Schreibkreide wird fast vollständig aus Mikrofossilien aufgebaut, wobei Coccolithophoriden mit ca. 75 % den Hauptanteil stellen.

Zu den wichtigsten paläontologischen Ereignissen in der Kreide gehört das Auftreten der bedecktsamigen Blütenpflanzen (Angiospermen) in der höheren Unterkreide. Die Kreide war die Blütezeit der Dinosaurier, die auch in Niedersachsen ihre Spuren hinterließen und die – ebenso wie die Ammoniten und Belemniten – diese Zeit nicht überlebten.

Grundsätzlich war das Klima zu dieser Zeit weltweit relativ ausgeglichen und sehr warm, allerdings gibt es auch Hinweise auf Kaltzeiten. Die weltweite Verbreitung der Kreidesedimente, die hohen Sedimentmächtigkeiten und die deutlichen Unterschiede in der Ausbildung lassen zeitlich hoch auflösende Sequenzen erkennen und erlauben damit Rückschlüsse auf das Klima und seine Entwicklung über Jahrtausende, wobei zahlreiche, bis 20 000 Jahre dauernde Klimazyklen nachgewiesen worden sind. Sie sind den quartären Milankovitch-Zyklen vergleichbar.



Abb. 38: Seeigel aus dem Unter-Campan; Höver, Hannover. Seeigel sind die häufigsten Makrofossilien in der Oberkreide. Sammlungen LBEG/BGR Hannover.

2.6.5. Liste der Kreide-Geotope in Niedersachsen

- das Eisenerz im geologischen „Salzgitterer Sattel“: ehemaliger Tagebau Glockenberg bei Dörnten,
- die Saurierfährten bei Münchehagen im Dinosaurierfreilichtmuseum,
- Steinkohlenflöz nahe „Alte Taufe“ bei Nienstedt am Deister,
- die Obernkirchener Sandsteinbrüche in den Bückebergen,
- oberkreidezeitliche Fossilien im Kalkmergel-Steinbruch Höver der Holcim (Deutschland) AG, östlich Hannover,
- oberkreidezeitliche Fossilien im Kalkmergelsteinabbau „Teutonia“ in Misburg/Hannover,
- das Sandsteinmuseum in Bad Bentheim,
- das Deutsche Erdölmuseum in Wietze an der Aller bei Celle,
- nahe der Brandung – Salzgitter vor 135 Millionen Jahren – die kalkigen Eisenerze der Unterkreide an der Grenzlerburg,
- Besucherbergwerk Klosterstollen in Barsinghausen.



Abb. 39: Kiesgrube Uhry; diskordante Überlagerung quartärer Kiese über weißen Quarzsanden der Kreide. Foto: H.-G. Röhlting.

2.7. Tertiär (66,0 – 2,58 Millionen Jahre)

2.7.1. Entwicklung des niedersächsischen Berglandes im Tertiär

Ablagerungen der Tertiär-Zeit verfüllten in oft großer Mächtigkeit Mulden, die durch Salzabwanderung im Untergrund entstanden. In solchen Senken blieben sie als Reste der ehemals weit verbreiteten, inzwischen aber größtenteils abgetragenen Sedimente erhalten. Zu diesen Senken gehört die Doppelmulde von Helmstedt, in der bis zu 250 m mächtige, vorwiegend ältere Tertiär-Sedimente (ca. von 66 bis 35 Millionen Jahre) vorkommen, die Braunkohleflözgruppen mit bis zu 20 m mächtigen Einzelflözen enthalten. Im südlichen Niedersachsen blieben bei Weenzen am Hils und bei Bornhausen am Harz-Westrand tertiäre Ablagerungen in Mulden erhalten, die durch Auslaugung von Salzgestein entstanden.



Abb. 40: Tertiärquarzit aus dem Steingarten
am Geozentrum Hannover.
Foto: LBEG.

Ebenfalls während der Tertiär-Zeit bildete sich so genannter „Tertiärquarzit“ durch lokal auftretende geochemische Veränderung von ursprünglich unverfestigtem tertiärem Ton und Sand. Es handelt sich dabei um knollige Blöcke, die bis zu einigen Kubikmetern groß sind und eine charakteristische beulig-wellige Oberfläche aufweisen. Da Tertiärquarzit sehr verwitterungsbeständig ist, blieb er nach Abtragung der ehemals umgebenden Sedimente zurück und ist in weiten Teilen des niedersächsischen Berglandes an der Oberfläche als Zeuge von früher weit verbreiteten Tertiärablagerungen erhalten. Im Raum Helmstedt wurde Tertiärquarzit nicht selten beim Bau von Megalithgräbern verwendet.

2.7.2. Entwicklung des niedersächsischen Tieflandes im Tertiär

Im Anschluss an das Erdmittelalter überflutete das Meer im Tertiär wiederholt große Teile Norddeutschlands. So war das zentrale Niedersachsen im späten Tertiär bis vor etwa 8 Millionen Jahren (Ober-Miozän) vom Meer bedeckt. Zeugen davon sind mehrere Zehner Meter mächtige dunkelgraue Tone und Feinsande. Darüber liegen Flussablagerungen, in der Regel Sande mit stark wechselnden Korngrößen. Diese Sande sind heute nur noch lückenhaft erhalten. Sie wurden von dem „Baltischen Urstrom“ angeliefert, einem Ost-West gerichteten Flusssystem, das in das heutige Nordseegebiet entwässerte. Das Flussnetz existierte sehr wahrscheinlich während des gesamten jüngsten Tertiärs (Neogen), im Unter-Pleistozän und bis zu den Vorstößen des elsterzeitlichen Inlandeises im Mittelpleistozän. Sein Einzugsbereich reichte von Südschweden über das damals noch nicht vorhandene Ostseebecken bis in die baltischen Staaten.

2.7.3. Stratigraphische Tabelle des Tertiärs

Tab. 14: Lithostratigraphische Gliederung des Tertiärs in Niedersachsen.

System	Subsystem	Serien	Internationale Stufengliederung	Numerisches Alter in Mio a.	Lithostratigraphie	Dino-system-Zonen	Kalk-nanno-plankton-Zonen
TERTIÄR	NEOGEN	PLIOZÄN	PIACENZIMUM	2,58			

Quellen:
 * Köhne, A. (2012): A revised Cenozoic dinoflagellate cyst and calcareous nannoplankton zonation for the German sector of the southeastern North Sea Basin. Newsletter on stratigraphy, 45/3, 189–220.
 Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12:
<http://www.stratigraphy.org/CSChart/ChronostratChart2016-12.jpg>
 Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.: Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016; Potsdam (GeoForschungsZentrum).

2.7.4. Lebewelt des Tertiärs

Zu Beginn des Tertiärs waren weite Teile Niedersachsens vom Meer überflutet. Der Nachweis gelingt unter anderem mit Hilfe von Mikrofossilien, die zahlreich in den Sedimenten vorhanden sind und die zur detaillierten biostratigraphischen Gliederung herangezogen werden. Das Klima war zunächst feuchtwarm und wurde dann allmählich kühler. Aus den alttertiären küstennahen Mooren und Urwäldern wurde im Laufe der Zeit Braunkohle, die heute noch im Raum Helmstedt abgebaut wird.



Abb. 41: Dinozysten (Algen; pflanzliche Mikrofossilien) aus dem Tertiär Niedersachsens.

Foto: A. Köthe.



Abb. 42: Foraminiferenfauna aus dem Obermiozän der Bohrung UE 17 (Teufe: 111–114 m; Drochtersen bei Glückstadt). Größe der Exemplare: 0,3–0,5 mm.

Foto: C. v. Daniels.

Während Säugetiere bisher nur ein Schattendasein fristeten, stand ihnen nach dem Aussterben der Dinosaurier am Ende der Kreidezeit ein riesiger Lebensraum zur Verfügung. Alle existierenden Säugetiergruppen entwickelten sich innerhalb des Tertiärs rasch weiter oder entstanden neu. Die Lebewelt des Messel-Sees in Hessen dokumentiert exemplarisch eindrucksvoll die Verhältnisse vor ca. 50 Millionen Jahren. Aber auch aus Niedersachsen liegen Fossilfunde aus verschiedenen Abschnitten des Tertiärs vor. In Afrika entwickelten sich die ersten Menschenarten (Hominiden).



Abb. 43: Haizahn aus dem Tertiär, Miozän;
Hamburg-Langenhöfen.
Sammlungen LBEG/BGR Hannover.

2.7.5. Liste der Tertiär-Geotope in Niedersachsen

- Der Braunkohle-Tagebau Schöningen,
- die tertiärzeitliche Bockshornklippe und die archäologische „Baustelle Großsteingrab“ bei Groß Steinum/Königsutter,
- der geowissenschaftliche Lehrgarten der Universität Vechta.



Abb. 45: Blick in den Tagebau Schöningen.
Foto: H.-G. Röhling.



Abb. 44: „Schneckenkalk“ aus dem Tertiär,
Ober-Oligozän; Freden.
Sammlungen LBEG/BGR Hannover.

2.8. Quartär (seit 2,58 Millionen Jahren bis zur Gegenwart)

Im Quartär, in dessen jüngstem Abschnitt (Holozän) wir heute leben, wechselten sich im Pleistozän 80 000 bis 100 000 Jahre dauernde Kaltzeiten (Glaziale) mit nur 10 000 bis 25 000 Jahre langen Warmzeiten (Interglaziale) ab. Niedersachsen wurde in drei Kaltzeiten

(Elster-, Saale-Komplex und Weichsel-Kaltzeit) von fünf Eisvorstößen überfahren, die das Landschaftsbild grundlegend geprägt und nahezu alle älteren Landschaftsformen verwischt haben. Wiederholt schoben sich bis zu tausend Meter mächtige Eismassen, aus Skandinavien und dem Baltikum kommend, unterschiedlich weit nach Süden und teilweise bis in die Niederlande vor.

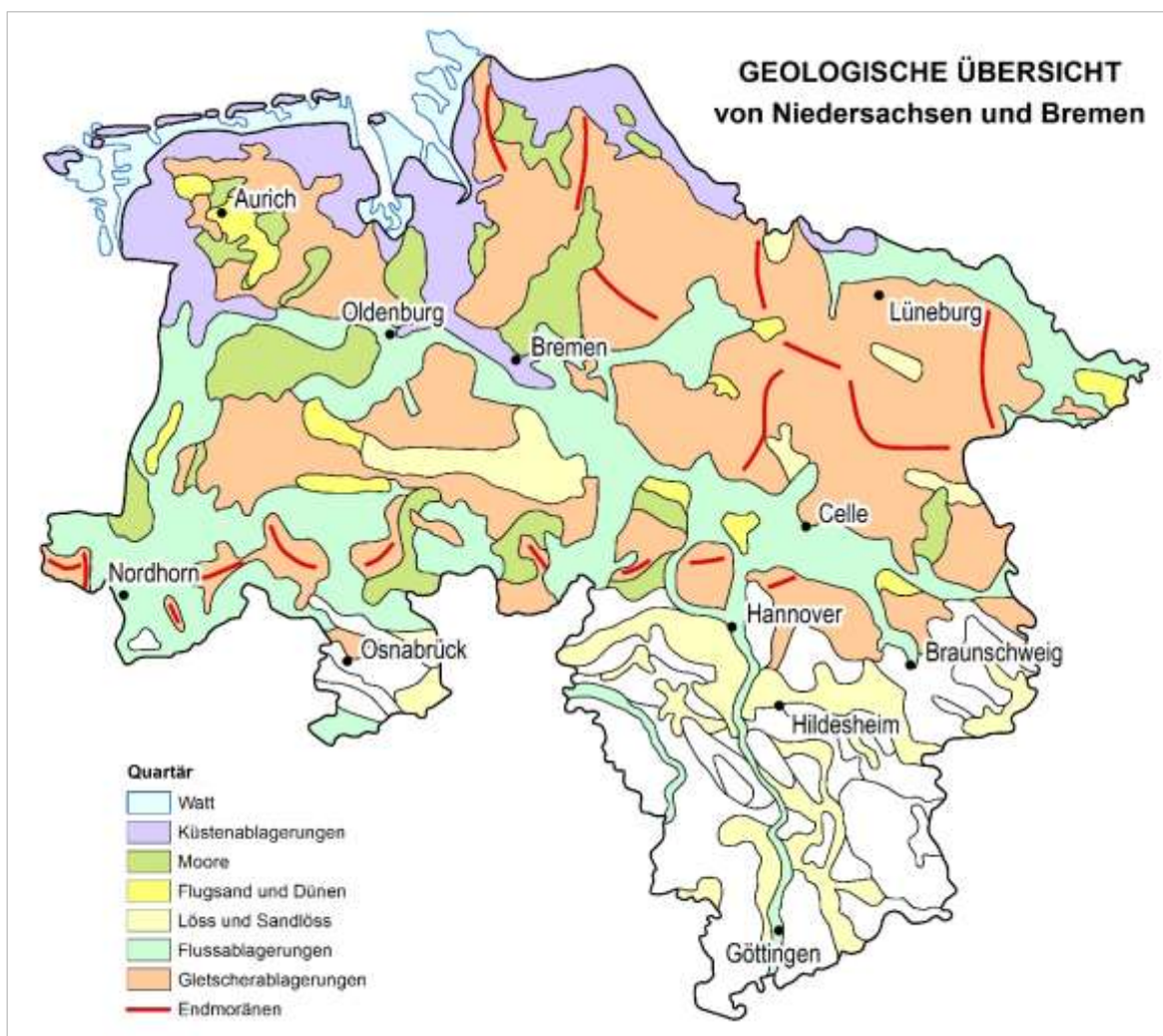


Abb. 46: Übersicht über die quartärzeitlichen Ablagerungen in Niedersachsen.

2.8.1. Entwicklung des niedersächsischen Berglandes im Quartär

Während der Elster-Kaltzeit und im Saale-Komplex (Pleistozän) drangen die von Skandinavien ausgehenden Inlandeismassen bis in das niedersächsische Bergland vor und lagerten Schmelzwasser-Sedimente und Grundmoränen ab. Aus der Verbreitung dieser Sedimente lässt sich ablesen, dass das Inlandeis bis etwa in die Gegend nördlich von Göttingen vordrang und weite Teile des Osnabrücker, des Weser- und Leineberglandes sowie des nördlichen Harzvorlandes bedeckte. Im Harz waren außerdem hoch gelegene Bereiche um den Brocken und den Acker-Bruchberg von isolierten Gebirgsgletschern bedeckt. Das Eis kam hier nicht aus Skandinavien, sondern entstand als Eigenvergletscherung im Harz.

In den eisfreien Gebieten herrschten während der Kaltzeiten periglaziäre Bedingungen. Die Vegetation war auf Grund der niedrigen Temperaturen schütter, so dass der Untergrund weitgehend ungeschützt war und feinkörniges Sediment schon bei geringen Windgeschwindigkeiten ausgeblasen werden konnte. Der Staub lagerte sich während der Kaltzeiten in weiten Teilen des niedersächsischen Berglandes als Löss ab und bildet heute fruchtbare Böden. Gleichzeitig kam es durch Frostsprengung zu intensiver Verwitterung der Gesteine. Schuttdecken entstanden, tauten im Sommer an der Oberfläche auf und bewegten sich in Wasser gesättigtem Zustand die Hänge hinab. In den Tälern wurde der Gesteinsschutt durch die Flüsse umgelagert und bildete mächtige Flussschotter. Durch den Wechsel von Warm- und Kaltzeiten kam es in den Flusstälern zum mehrfachen Wechsel von Einschneidung und Aufschotterung, wodurch sich auf verschiedenen Höhenniveaus Flussterrassen bildeten.

Die Ablagerungen des Quartärs werden im Bergland nicht so mächtig wie im niedersächsischen Tiefland und überdecken das unterlagernde Festgestein oft nur in dünner Schicht. Im Bereich des Bergvorlandes tauchen die älteren Gesteine dann unter immer mächtiger werdenden eiszeitlichen Ablagerungen ab.



Abb. 47: Blick in das Leinetal bei Sarstedt (rechts oben) nach Norden.
Foto: F. Böker.

2.8.2. Entwicklung des niedersächsischen Tieflandes im Quartär

Die aus Skandinavien kommenden Eismassen erreichten im Verlauf der Elster-Kaltzeit und des Saale-Komplexes das niedersächsische Bergland, während sie in der Weichsel-Kaltzeit die Elbe nicht mehr überschritten. Die vom Eis mitgeführten Gesteine („Geschiebe“) zeigen, dass die Eisvorstöße anfangs aus nördlicher (Norwegen, Schweden), später aus nordöstlicher und östlicher Richtung (Schweden, Ostseegebiet,

Finnland, Baltikum) in unseren Raum vorgezogen sind.

Das Eis, seine Bewegungen, seine große Auflast und der mitgeführte Gesteinsschutt überprägten die ursprüngliche Landschaft. Flache Senken und Becken wurden ausgeschürft, der Untergrund teilweise abgehobelt. Das ausgeschürfte und von fern her mitgeführte Material wurde an der Sohle der Gletscher als Grundmoräne aus Sand, Lehm und Gesteinsbrocken abgesetzt. Riesige Gesteinsblöcke wurden über

mehr als 1 000 km mit dem Eis heran transportiert und beim Schmelzen des Eises als tonnenschwere „Findlinge“ hinterlassen. Der in Niedersachsen größte nachgewiesene Findling ist der Giebichenstein bei Stöckse nahe Nienburg/Weser mit 330 Tonnen Gewicht. Darüber hinaus treten in den Moränenablagerungen örtlich bis zu mehrere hundert Meter große Schollen älterer Gesteinsschichten auf (z. B. Kreidegesteine

sowie tonige, sandige oder Braunkohle führende Ablagerungen des Tertiärs), die durch das Inlandeis in gefrorenem Zustand in die quartären Deckschichten eingeschuppt wurden. Wie übergroße Planieraugen schoben die Gletscher an ihrer Front Endmoränenwälle auf, die, wie z. B. die Dammer Berge oder der schon erwähnte Wilseder Berg, markante Geländepunkte im niedersächsischen Tiefland bilden.



Abb. 48: Der Giebichenstein, größter Findling Niedersachsens.
Foto: H.-G. Röhling.

Im Vorfeld der Eisfronten bildeten sich durch austretende Schmelzwässer weitflächige Sand- und Kieskörper, so genannte Sander. Die nicht vom Eis bedeckten Gebiete waren in den Kaltzeiten einem Permafrost-Klima mit tief reichendem Bodenfrost sowie an der Geländeoberfläche auftretenden temporären Auftau- und Gefriervorgängen ausgesetzt. Wie auch im Bergland kam es in diesen Gebieten zu Erosionsprozessen, Gesteinsverwitterung, Bodenfließen

und Rutschungen sowie andererseits zur Akkumulation von Fluss- und Windsedimenten (Lössböden, Flugsanddünen).

In der Elster-Kaltzeit drangen mindestens zwei Gletschervorstöße aus nördlicher Richtung vor. Von ihnen abgelagerte Moränen sind im niedersächsischen Tiefland verbreitet, allerdings meistens von jüngeren Ablagerungen bedeckt. Oberflächlich frei liegende Elster-Moränen gibt es u. a. im Raum Oldenburg im nordwestlichen

Niedersachsen und, unter geringer Überdeckung, auch in der nördlichen und nordöstlichen Umgebung von Hannover. Wesentlich größere Verbreitung haben elsterzeitliche Schmelzwasserablagerungen, die einerseits flächenhaft vorkommen, besonders jedoch als Füllungen tief in den Untergrund eingeschnittener ehemaliger Rinnen. Diese früheren, heute längst verfüllten Rinnensysteme sind bis zu 500 m tief, ca. 1 bis 8 km breit, oft über 100 km lang, verzweigt und meist steilwandig in tertiäre Schichten eingeschnitten. Bevorzugt verlaufen sie in Nord-Süd- oder Nordwest-Südost-Richtung. Ihre Füllungen bestehen aus Beckenablagerungen aus Ton und Schluff sowie Sand, Kies und mächtigen Paketen von Moränenmaterial. Heute spielen diese ehemaligen Rinnensysteme als Grundwasserträger im gesamten nördlichen Niedersachsen eine bedeutende Rolle.

Dunkelgrauer, schluffig-feinsandiger „Lauenburger Ton“ stellt das jüngste Sediment der Elster-Kaltzeit dar. Er ist z. T. flächenhaft ausgebildet und wird besonders als oberste „abdeckende“ Schicht über den elsterzeitlichen Rinnenfüllungen oft mehrere Zehner Meter mächtig. Er wurde von Schmelzwässern als Gletschertrübe herantransportiert und in ehemaligen Seebecken abgesetzt. In der Küstenregion, z. B. bei Oldenburg, Zetel und Jever ist der oberflächennah und daher leicht abzubauen „Lauenburger Ton“ die Grundlage für die Ziegelindustrie.

Beendet wurde die Elster-Kaltzeit durch die Holstein-Warmzeit (Interglazial), die in die Zeitspanne vor ca. 320 000 bis 300 000 Jahren eingeordnet wird und damit insgesamt 12 000 Jahre dauerte. Der vom warmzeitlichen Klima ausgelöste Meeresspiegelanstieg hatte zur Folge, dass das Holstein-Meer von Norden her Teile des heutigen Festlandes überflutete. Typische Ablagerungen dieser Zeit sind Torfe und Mudden, Meeres- und Brackwassersedimente, verbreitet z. B. im Elbmündungsgebiet, sowie weiter südlich in Seen abgelagerte Tone und Sande. In der Lüneburger Heide bildete sich u. a. bei Munster, Unterlüß und Hetendorf in tiefen Binnenseen Kieselgur.



Abb. 49: Eiszeitlich geprägte Landschaft in Norddeutschland.

Foto: C. Heunisch.

Die Moränen des sich anschließenden Saale-Komplexes sind drei Phasen der Eisausbreitung zuzuordnen. Zusammen mit den dazugehörigen Schmelzwasserablagerungen sind sie im niedersächsischen Tiefland oberflächennah am weitesten verbreitet und landschaftsprägend. Die beiden älteren Eisvorstöße werden dem Drenthe-Stadium, der jüngere Vorstoß dem Warthe-Stadium zugeordnet. Ausläufer des Inlandeises erreichten das niedersächsische Bergland nur in der älteren Drenthezeit. Alle späteren Eisvorstöße der Saale-Kaltzeit haben die Täler von Weser und Aller nicht nach Westen bzw. Süden überschritten. Das von den Vorstößen hinterlassene Moränenmaterial (Geschiebelehm und -mergel) lässt sich anhand der Tongehalte, der Kies- und Geschiebeführung sowie der Farbe unterscheiden. Die einzelnen Vorstöße sind außerdem durch zwischengeschaltete Schmelzwasserablagerungen und glazilimnische Beckenablagerungen (Bänder-tone) voneinander getrennt.

2.8.3. Entwicklung der niedersächsischen Küstenlandschaft im Quartär

Der Nordseeraum, die Ostfriesischen Inseln, die Watten und Marschen bilden gemeinsam die jüngsten Landschaftselemente in Niedersachsen. Ihre Sedimente sind nahezu ausschließlich im Quartär entstanden, und der Sedimentationsprozess hält unvermindert an. Zur Beschreibung dieses Naturraumes s. Kapitel 1.3.

2.8.4. Stratigraphische Tabellen des Quartärs

Auf das vor 2,58 Millionen Jahre beginnende Eiszeitalter (Pleistozän) folgt das Holozän, das heutige Erdzeitalter. Es begann vor 11 560 Jahren und dauert an.

Tab. 15: Stratigraphische Gliederung des Pleistozäns in Niedersachsen.

System	Internationale Stufengliederung	Numerisches Alter	Lithostratigraphie		Klimaperioden	Kalibrierte Kalenderjahre vor heute nach Jahresschichtenzählungen
QUARTÄR	HOLOZÄN		OBER-PLEISTOZÄN	11700		11560 cal J.v.h. bis heute
	WEICHSEL-KALTZEIT	Ober-Weichsel			Jüngere Tundrenzeit	12700 bis 11560 cal J.v.h.
					Alleröd-Interstadial	13350 bis 12700 cal J.v.h.
					Ältere Tundrenzeit	13480 bis 13350 cal J.v.h.
					Bölling-Interstadial	13730 bis 13480 cal J.v.h.
					Älteste Tundrenzeit	13860 bis 13730 cal J.v.h.
				Meiendorf-Intervall	14500 bis 13860 cal J.v.h.	
		Mittel-Weichsel			Konventionelle Radiokarbonalter BP	
				Phase extremer Abkühlung	22000 bis 18000 BP	
				Denekamp-Intervall	32000 bis 28000 BP	
				Hengelo-Intervall	38700 bis 36900 BP	
				Moershoofd-Intervall-Komplex		
				Glinde-Intervall	51000 bis 48000 BP	
				Ebersdorf-Stadial		
	Oerel-Interstadial	57700 bis 55400 BP				
	Schaikholz-Stadial					
	Unter-Weichsel	Odderade-Interstadial		um 74000 BP		
		Rederstall-Stadial				
		Brörup-Interstadial				
		Herning-Stadial				
	MITTEL-PLEISTOZÄN	115000	Eem-Warmzeit	Dauer 11000 Jahre in der Zeitspanne zwischen 128000 und 117000 BP		
		126000	Saale-Komplex	Warthe-Stadium		
				Drenthe-Stadium	Jüngere Drenthe Haupt Drenthe	
				Dömnitz-Warmzeit (= Wacken-, Schöningen-, Hoozeveen-Warmzeit)		
				Fuhne-Kaltzeit		
		Holstein-Warmzeit	Dauer 16000 Jahre in der Zeitspanne zwischen 320000 und 300000 BP			
		Elster-Komplex	Elster-Kaltzeit sensu stricto			
			Gelkenbach-Interstadial			
			Roter Ton von Bilshausen			
		Cromer-Komplex	Ruhme-Warmzeit (= Kärlich-, Noordbergum-Warmzeit) Dauer ~25000 Jahre, zwischen 425000 und 385000 J.v.h.			
			Kaltzeit (Glazial C)			
			Rosmalen-Warmzeit			
			Kaltzeit (Glazial B)			
			Hunteburg-Warmzeit (= Harreskov-, Westerhoven-Warmzeit)			
		UNTER-PLEISTOZÄN	780000	Kaltzeit (Glazial A)		
				Osterholz-Warmzeit (= Schölingen-, Waardenburg-Warmzeit)		
			Bavel-Komplex	Dorst-Kaltzeit		
				Leerdam-Warmzeit (= Pinneberg-Warmzeit)		
				Linge-Kaltzeit (= Seth-Kaltzeit)		
	Bavel-Warmzeit (= Uetersen-, Marleben-Warmzeit)					
	2,6 Mio		Menap-Komplex			
		Waal-Komplex				
		Eburon-Kaltzeit				
		Tegelen-Komplex				
		Prätegelen-Kaltzeit				

Quelle: Das Quartär in Niedersachsen und benachbarten Gebieten - Gliederung, geologische Prozesse, Ablagerungen und Landschaftsformen. STREIF, H. (2004) mit Beiträgen von: CASPERS, G., FREUND, H., GEYH, M.A., KLENMANN, A., MERKT, J., MEYER, K.-D., MÜLLER, H., ROHDE, P. & SCHWARZ, C.

Numerisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2018/12: <http://www.stratigraphy.org/ICChart/ChronostratChart2018-12.jpg>

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.; Redaktion: Menning, M. & Hendrich, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016; Potsdam (GeoForschungsZentrum).

Tab. 16: Stratigraphische Gliederung des Holozäns in Niedersachsen.

System	Internationale Stufen-gliederung	Numerisches Alter	Klimaperioden (BLYTT & SERNANDER)		Biostrati-graphie (FIRBAS 1949)	Kalibrierte Kalenderjahre (vor/nach Chr.)	
QUARTÄR	HOLOZÄN	0 (+1950)	Jüngeres Subatlantikum		X	+1950	Neuzeit
		1150 (+800)	Älteres Subatlantikum		IX	+800	Volkerwanderungszeit
			Subboreal		VIII	0	Röm. Kaiserzeit
			Atlantikum		VII	-800	Vorröm. Eisenzeit
		5680 (-3710)	Boreal		V	-1000	Bronzezeit
			Präboreal		IV	-2000	Neolithikum
			Weichsel-kaltzeit		III	-3000	Jüngeres Mesolithikum
		11560 (-9610)	Jüngere Tundrenzzeit			-4000	Älteres Mesolithikum
						-5550	Jungpaläolithikum (bis 100000 Jahre vor heute)
	PLEISTOZÄN						

LITT, T., BRAUER, A., DOSLAR, T., MERKT, J., BALAGA, K., MÜLLER, H., BALSPA-JASIEWICZOWA, M., STEICH, M. & NEGENDANK, J.F.W. (2001) Correlation and synchronisation of Lateglacial continental sequences in northern central Europe based on annually laminated lacustrine sediments. *Quaternary Science Reviews*, 20, 11 1233-1249. Oxford (Elsevier).

BEHRE, K.-E. (1995) Die Entstehung und Entwicklung der Natur- und Kulturlandschaft der ostpreussischen Halbinsel. S. 5-37. In: BEHRE, K.-E. & van LINGEN, H. (Hrsg.) Ostpreußen - Geschichte und Geistes einer Kulturlandschaft. (Auch: Ostpreussische Landschaft).

Numertisches Alter: International Chronostratigraphic Chart v. 2016/12: <http://www.stratigraphy.org/ACSchart/ChronostratChart2016-12.pdf>

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg., Redaktion: Mörner, M. & Hendrich, A.) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016, Potsdam (GeoForschungsZentrum).

Eine aktuelle Standarddarstellung der Quartärstratigraphie von Niedersachsen und benachbarten Gebieten (Tab. 17) bündelt die in den letzten Jahrzehnten gesammelten Ergebnisse von Geowissenschaftlern des LBEG (ehemals NLFb), der BGR und des LIAG (ehemals

GGA-Institut). Über die zeitliche Gliederung des Quartärs hinaus liefert diese Tabelle vielfältige Hinweise zu geologischen Prozessen, abgelagerten Sedimenten sowie zu den geschaffenen Landschaftsformen.

Tab. 17: Quartärstratigraphie von Niedersachsen und benachbarten Gebieten.

Zeitschnitte	Holozän		Zeitschnitte	Ereignisse und Prozesse	Ablagerungen, Böden, Strukturen	
	Beginn vor 11 500 Jahren, dauert noch an	Zeitschnitte			Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen
Ober-Pliozän	Weichsel-Kaltzeit	Oliver-Weichsel	Beginn vor 11 500 Jahren, dauert noch an	Meerespiegelanstieg und Meerespegelabsenkung	Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen
		Mittel-Weichsel	Phase extremer Abkühlung 22 000-18 000 J.v.h.	Meerespiegelabsenkung auf -135 m	Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen
		Unter-Weichsel	Phase extremer Abkühlung 22 000-18 000 J.v.h.	Meerespiegelabsenkung auf -135 m	Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen
		Unter-Weichsel	Phase extremer Abkühlung 22 000-18 000 J.v.h.	Meerespiegelabsenkung auf -135 m	Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen
Mitte-Pliozän	Saale-Komplex	Warthe-Stadium	Beginn vor 11 500 Jahren, dauert noch an	Meerespiegelabsenkung auf -135 m	Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen
		Drenthe-Stadium	Beginn vor 11 500 Jahren, dauert noch an	Meerespiegelabsenkung auf -135 m	Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen
		Drenthe-Stadium	Beginn vor 11 500 Jahren, dauert noch an	Meerespiegelabsenkung auf -135 m	Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen
		Drenthe-Stadium	Beginn vor 11 500 Jahren, dauert noch an	Meerespiegelabsenkung auf -135 m	Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen
Unter-Pliozän	Bavel-Komplex	Elster-Kaltzeit	Beginn vor 11 500 Jahren, dauert noch an	Meerespiegelabsenkung auf -135 m	Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen
		Elster-Kaltzeit	Beginn vor 11 500 Jahren, dauert noch an	Meerespiegelabsenkung auf -135 m	Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen
		Elster-Kaltzeit	Beginn vor 11 500 Jahren, dauert noch an	Meerespiegelabsenkung auf -135 m	Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen
		Elster-Kaltzeit	Beginn vor 11 500 Jahren, dauert noch an	Meerespiegelabsenkung auf -135 m	Meeres- und Brackwasserablagerrungen	Landablagerrungen

Das Quartär in Niedersachsen und benachbarten Gebieten - Gliederung, geologische Prozesse, Ablagerungen und Landschaftsformen. STREIF, H. mit Beiträgen von: CASPERS, G., FREUND, H., GEYH, M.A., KLEINMANN, A., MERKT, J., MEYER, K.-D., MÜLLER, H., ROHDE, P. & SCHWARZ, C. Aktualisiert nach LITT et al. (2005, 2007) Stand: 01. August 2007

2.8.5. Lebewelt des Quartärs

Das für die Menschheit bedeutsamste Ereignis im Quartär war die Entwicklung des modernen Menschen (*Homo sapiens sapiens*). Er verließ vor ca. 100 000 Jahren seine ursprüngliche Heimat Afrika und verbreitete sich über die gesamte Erde, vermutlich erreichte er Niedersachsen vor ca. 35 000 Jahren. Jedoch lebten auch vor dem modernen Menschen seit ungefähr 500 000 Jahren Menschen in diesem Raum. Eine Weltsensation war 1994 die Entdeckung von acht Wurfspeeren am Rande des Braunkohlentagebaus von Schöningen, Landkreis Helmstedt (Südost-Niedersachsen), die dem *Homo erectus* zugeschrieben wurden und ca. 300 000 Jahre (Holstein-Warmzeit) alt sind. Auch der Neandertaler hat seine Spuren hinterlassen. Eine Übersicht über die Entwicklungsgeschichte des Menschen im Quartär gibt z. B. das Landesmuseum Hannover.

Geprägt war das Leben im Quartär durch die klimatischen Wechsel von Warm- und Kaltzeiten, denen sich die gesamte Lebewelt – Pflanzen, Tiere und Menschen – anpassen mussten. Auskunft über die Tierwelt geben vor allem Funde aus Kiesgruben, die Pflanzengeschichte lässt sich aus Mooren und Seesedimenten rekonstruieren. Über die Pollenanalyse ist eine detaillierte Gliederung des Quartärs möglich.

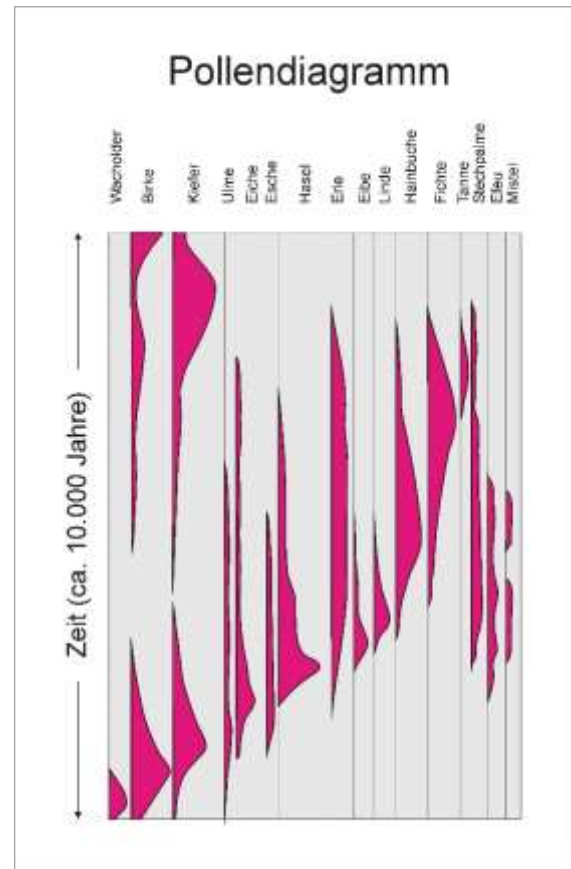


Abb. 50: Schematisches und vereinfachtes Pollendiagramm der Eem-Warmzeit (Oberes Pleistozän, 128 000 – 117 000 Jahre) in Nordwestdeutschland.

Verändert nach: CASPERS et al. (1999: Abb. 5).



Abb. 51: Pollen und ihre Erzeuger;
oben: Sonnenblume; unten: Kiefer.

Mikropaläontologische Sammlung LBEG/BGR Hannover.



Abb. 52: Mammutzahn im Unterkiefer.
Pleistozän, ca. 200 000 Jahre alt; Schinna.
Sammlungen LBEG/BGR Hannover.

2.8.6. Liste der Quartär-Geotope in Niedersachsen

- Tropische Wollsackverwitterung im Brockengranit am Oderteich,
- Iberger Tropfsteinhöhle bei Bad Grund im Harz,
- Lonauer Wasserfall in Herzberg,
- die Einhornhöhle bei Scharzfeld/Harz,
- die Rhumequelle,
- das Lüderholz an der Großen Steinau,
- Steinkirche bei Scharzfeld/Harz,
- die Gletscherschrammen auf dem Keupersandstein bei Velpke,
- der Findlingsgarten bei Königslutter,
- Geopark Infozentrum Königslutter,
- Spaltenfüllungen im eiszeitlichen Gletschereis: der heutige Grandkuhlenberg bei Winnigstedt,
- der größte eiszeitliche Findling in Niedersachsen, der „Giebichenstein“,
- das Steinhuder Meer: der See, der aus der Kälte kam und langsam verlanden wird,
- der Moorgarten in Hagenburg am Steinhuder Meer,
- der Findlingsgarten in Hagenburg am Steinhuder Meer,
- eiszeitliche Stauchungen in den „Brelinger Bergen“ nördlich von Brelingen/Wedemark bei Hannover,
- der Findlingsgarten in Möllenbeck bei Rinteln,
- die Kames von Krankenhagen – Möllenbeck bei Rinteln – Zeugen der Eiszeiten,
- der „Wasserbaum“ von Ockensen am Ith,
- der Dillsgraben bei Bockenem/Königsdahlum: der größte Einzelerdfall in Niedersachsen,
- Blick vom Hohenstein/Süntel auf das Wesertal: die Weser und das Eiszeitalter,
- die Tropfsteinhöhlen im Süntel,
- der geowissenschaftliche Lehrgarten der Universität Vechta,
- die große Binnendüne bei Klein Schmölen im Naturpark Mecklenburgisches Elbtal,
- der Findlingspfad „Groß-Modder-Eiche“ im Forst Rosengarten, westlich von Sottorf bei Harburg,
- der Findlingsgarten Bleckede – Breetze,
- der Findlingspark Clenze,
- Flussversickerung der Sieber bei Hörden,
- die „Zwerglöcher“ bei Walkenried,
- Geopark-Infozentrum Königslutter,
- der Jues-See,
- das Schwarzerde-Profil von Asel,
- die Sandgrube Freißenbüttel,
- der Wollingster See,
- der Mackenröder Forst (Niederterrasse über Hauptanhydrit),
- Pöhlder Wald und Wiedensee – Erdfälle im Pöhlder Becken,
- Steinkirche Scharzfeld.



Abb. 53: Kiessandgrube Brelingen der Fa. Rheinumschlag: gestauchte rötliche Weser-Terrasse unter gelbgrauen Schmelzwassersanden.
Foto: W. Irrlitz.

3. Nutzbare Rohstoffe und ihre stratigraphische Verbreitung in Niedersachsen

3.1. Oberflächennahe Rohstoffe

Kies und Sand gehören mengenmäßig zu den wichtigsten Rohstoffen Niedersachsens. Rund 50 Millionen Tonnen pro Jahr werden davon allein in Niedersachsen und Bremen benötigt, Hauptverbraucher ist die Bauindustrie. Hochwertige Industriesande, wie Quarz- oder Formsande mit speziellen Eigenschaften sind dagegen für die Eisen- und Stahl-, die Glas- und Keramikindustrie sowie die chemische Industrie sehr wichtig.

Aufgrund geologischer Gegebenheiten sind **Kies und Sand** in Niedersachsen ungleichmäßig verteilt. Kieslagerstätten finden sich bevorzugt an den Ober- und Mittelläufen von Weser, Leine, Oker, Oder, Sieber und Rhume. Schwach kieshaltige Sande sind besonders im Norddeutschen Tiefland verbreitet, allerdings sind die Qualitäten regional sehr unterschiedlich. Kiese aus den nordöstlichen Teilen des Landes können (höhere) Anteile an alkalireaktiven Bestandteilen haben, die ihre Verwendbarkeit bei der Betonherstellung einschränken.

Da sich in den letzten Jahren der Trend, Tongruben und Ziegeleien zu schließen, fortgesetzt hat, ist natürlich der Abbau von **Ziegeleirohstoffen** rückläufig. Verziegelt werden heute noch marine Ablagerungen des Unteren und Mittleren Juras, tonige Schluffsteine des Buntsandsteins sowie quartärzeitlichen Sedimente, z. B. der elsterzeitliche (Quartär, Pleistozän) limnische Lauenburger Ton. Da nicht mehr der Rohstoff an sich, sondern bestimmte Eigenschaften im Vordergrund stehen, werden Tone meist verschnitten, um die gewünschten Eigenschaften zu erzielen.

Tone, die für die Herstellung feinkeramischer Erzeugnisse geeignet sind, finden sich in Niedersachsen nur bei Fredelsloh (Landkreis Nottb.-Helmstedt). Es handelt sich wahrscheinlich um verwittertes Material des Keupers, das im Tertiär in einer Senke zusammengeschwemmt wurde. Sie wurden über Jahrhunderte abgebaut und an Ort und Stelle in einer florierenden Keramikindustrie verarbeitet. Obwohl heute kein Abbau mehr stattfindet, knüpfen die Künstler im Töpferdorf Fredelsloh an diese lange Tradition an.



Abb. 54: Abbau von Ziegelrohstoffen südlich von Göttingen.

Für die Herstellung von **Blähton** geeignete Tone sind in Niedersachsen an mehreren Stellen vorhanden. Voraussetzung für die Eignung sind hohe Gehalte an Montmorillonit, Eisenverbindungen und organischer Substanz, Kalkgehalte sind störend. Verwendung finden sie vor allem als Dichtungsmaterial im Deponie- und Dammbau. Zurzeit stellt nur ein Werk im Landkreis Cuxhaven Blähton her. Rohstoffbasis ist der eozäne London-Ton.

Gebrochene **Natursteine** werden vor allem im Verkehrswegebau, als Zuschlag bei der Betonherstellung und als Wasserbausteine genutzt. Festgesteine, die die für diese Einsatzbereiche hohen Qualitätsanforderungen (z. B. Frostbeständigkeit, Schlagfestigkeit) erfüllen, treten nur im Mittelgebirgsraum in Südniedersachsen auf. Geeignet sind magmatische Gesteine (Basalt, Diabas und Gabbro), Kalk- und Dolomitsteine sowie metamorph überprägte Sandsteine (Quarzite).

Zusätzlich werden im südlichen Niedersachsen **Kalksteine** des Unteren Muschelkalks, des Oberen Juras und der Oberkreide abgebaut, die früher nur für den Wegebau eingesetzt werden konnten. Durch verbesserte Aufbereitungstechniken und Spezialisierungen hat sich ihr Einsatzspektrum deutlich vergrößert, zum Beispiel finden sie als Düngekalke Verwendung.

Während früher fast alle in Niedersachsen vorkommenden Festgesteine als **Naturwerksteine** verwendet wurden, beschränkt sich die Gewinnung heute auf nur wenige Gesteinsarten in verschiedenen Gebieten des Berglandes. Bevorzugt abgebaut werden heute verwitterungsresistente, in großen Blöcken gewinnbare Gesteine. Im Vergleich zu Festgesteinsabbau stellen sind die Fördermengen allerdings äußerst gering. Eine wichtige Rolle dabei spielt die Tatsache, dass die heimischen Betriebe wegen ihres hohen Anteils der Arbeitskosten an den Endprodukten einem enormen Druck von weltweiten Billigimporten ausgesetzt sind.

Im Abbau stehen noch

- Bentheimer Sandstein (1 Steinbruch),
- Münchehagener Sandstein (1 Steinbruch),
- Obernkirchener Sandstein (1 Steinbruch),
- Wesersandstein (etwa 10 Steinbrüche),
- Thüster Kalkstein (2 Steinbrüche).



Abb. 55: Gipsabbau am südlichen Harzrand.

Die **Zementherstellung** konzentriert sich heute auf den Raum Hannover. Als Rohstoffe werden die Kalkmergelsteine der Oberkreide genutzt. Die Zementherstellung aus dem Mergelstein des Unteren Muschelkalks wurde inzwischen eingestellt.

Die aufgrund der großen Reinheit bzw. dem sehr hohen Kalziumkarbonat-Gehalt höchstwertigen **Kalksteine** in Niedersachsen stehen am Winterberg bei Bad Grund an. Es handelt sich um Massenkalk des Devons. Sie sind für vielfältige Verwendungszwecke geeignet.

Dolomitsteine mit einem MgO-Gehalt von mehr als 18 M.-% werden vor allem für die Herstellung von Düngemitteln und in der Glasindustrie eingesetzt. Auch in der chemischen Industrie, in der Eisen- und Stahlerzeugung, im Straßenbau (hier vorwiegend der Zechstein-Dolomit) und als Filtermaterial für die Wasseraufbereitung finden Dolomitsteine Verwendung. Sie stehen bei Nüxei und Scharzfeld (Zechstein: Landkreis Osterode) sowie bei Salzhemmendorf (Oberer Jura: Landkreis Hameln-Pyrmont) in Abbau. Bei der Lagerstätte von Salzhemmendorf handelt es sich um einen sekundär in Dolomitstein umgewandelten Kalkstein (sog. Korallenoolith), der im Niedersächsischen Bergland weit verbreitet, aber nur lokal dolomitisiert ist.

In Niedersachsen treten **Gips- und Anhydritstein** in bestimmten Schichtabschnitten des Zechsteins, des Oberen Buntsandsteins, des Mittleren Muschelkalks und des Oberen Juras auf. Wirtschaftliche Bedeutung haben vor allem die Sulfatgesteine des Zechsteins, die insbesondere am südlichen Harzrand, aber auch bei

Stadtoldendorf im Abbau stehen. Bei Bodenwerder wird seit dem Jahr 1999 Gipsstein des Mittleren Muschelkalks im Tiefbau gewonnen. Ein untertägiger Gipssteinabbau im Oberen Buntsandstein nahe Stadtoldendorf wurde im Jahr 2001 stillgelegt.

Torflagerstätten sind vor allem im niedersächsischen Tiefland weit verbreitet. Der Hochmoortorf wird ganz überwiegend für die Herstellung von Kultursubstraten für den Gartenbau verwendet, geringe Mengen an Niedermoortorf werden für balneologische Zwecke abgebaut. Zur Energiegewinnung wird Torf in Deutschland, im Gegensatz zu Irland oder Finnland, nicht mehr herangezogen.

Die stratigraphische Tabelle nutzbarer Rohstoffe (Tab. 18) gibt einen Überblick über die in Niedersachsen gewinnbaren Rohstoffe und ihre Verwendung. Weitere Informationen sind im Internet unter <http://www.lbeg.niedersachsen.de> abrufbar. Der Rohstoffsicherungsbericht für Niedersachsen steht dort zum Download zur Verfügung.

Tab. 18: Stratigraphische Verbreitung der nutzbaren Rohstoffe in Niedersachsen.

Die stratigraphische Tabelle gibt einen Überblick über die in Niedersachsen gewinnbaren Rohstoffe und ihre Verwendung. Die Rohstoffe sind chronologisch nach Erdzeitaltern aufgelistet, für jeden Rohstoff werden beispielhaft Lagerstätten genannt.

Zeitalter (Beginn in Mio. Jahren)	Nutzbare Rohstoff	Verwendung (Beispiele)	Lagerstätten (Beispiele)
QUARTÄR 2,6	Weiß- und Schwarztorf Auelehm, Marschenklei Flug- und Dünenand Kieselgur* Fluviatiler Sand und Kies Lauenburger Ton Quarzsand	Kultursubstrat, Aktivkohle Ziegelrohstoff Füllsand, Porenbeton Filtermaterial Bauindustrie Ziegelrohstoff Bauindustrie, Gießerei- und Spezialsande	Bourtanger Moor, Esterweger Dose Weser- und Emstal Nieders. Tiefland Lüneburger Heide Flusstäler, Stauchmoränen Oldenburg, Bockhorn Leer, Ammerland, Wittmund
TERTIÄR 66	Schwermineralsand* Basalt Ton Spezialton Quarzsand Braunkohle	Farbindustrie Bauindustrie, Filtermaterial Ziegelrohstoff Feinkeramik Füller, Gießereisande, Spezialsande Stromerzeugung	Cuxhaven, Varel Adelebsen Sittensen, Vechta, Nordhorn, Kirchhellersen Fredelsloh* Duingen Helmstedt
KREIDE 145	Quarzsand Kalkmergelstein Eisenerz* Kalkstein Schwerspat* Erdöl** Steinkohle* Tonstein Sandstein	Industrie- und Gießereisande, Glasherstellung Zementrohstoff Eisen- und Stahlerzeugung Düngemittel, Füllstoff, Bauindustrie Füllstoff Energieerzeugung Energieerzeugung Ziegelrohstoff Naturwerkstein	Königsutter, Helmstedt Hannover, Wunstorf Salzgitter Sohlde, Langelsheim Bad Lauterberg Emsland, Georgsdorf Schaumburg, Barsinghausen, Osnabrück Osterwald, Hils* Obernkirchen, Bad Bentheim
JURA 201	Tonstein Eisenerz* Kalkstein Dolomitstein Asphaltkalk* Erdöl, Erdgas** Quarzit Kalkoolith Olschiefer*	Ziegelrohstoff Stahlerzeugung Bauindustrie Bauindustrie, Eisen- und Stahlindustrie, chemische Industrie Fußbodenplatten Energieerzeugung Bauindustrie Dekor- und Werkstein Energieerzeugung	Wiehengebirge nördliches Harzvorland Weserbergland Salzhemmendorf Holzen / Ith Hankensbüttel, Thönse (Erdgas) Gehn Thüste Schandelah / Braunschweig
TRIAS 252	Ton- und Schluffstein Sandstein Gipsstein Kalkstein Kalkmergelstein Erdgas**	Ziegelrohstoff Dekor- und Werkstein Bauindustrie Bauindustrie, Werkstein Zementrohstoff, Bauindustrie Energieerzeugung	Südniedersachsen Solling, Velpke Bodenwerder Osnabrück, Südniedersachsen, Elm Hehlen an der Weser, Elze Hengstlage, Siedenburg, Barenburg
PERM 299	Gips- und Anhydritstein Kalk- und Magnesiumsalz Steinsalz Dolomitstein Erdgas**	Bau- und Zementindustrie Düngemittel, chem. Industrie chem. und Nahrungsmittelindustrie Glas- und Bauindustrie, Werkstein Energieerzeugung	Südl. Harzvorland, Stadoldendorf Bokeloh (Steinhude) Grasleben, Stade südlicher Harzrand Rotenburg-Taaken, Goldenstedt, Söhlingen
KARBON 359	Steinkohle* Quarzit Gabbro Erdgas** Grauwacke	Energieerzeugung Bauindustrie Bauindustrie Energieerzeugung Bauindustrie	Piesberg / Osnabrück Piesberg / Osnabrück Bad Harzburg Husum, Hamwiede, Iltterbeck-Halle Clausthal-Zellerfeld
DEVON 419	Kalkstein Diabas	Stahl- und Bauindustrie, Düngemittel Bauindustrie	Bad Grund Bad Harzburg

* nicht im Abbau ** Förderhorizont

Stand 02.2017

3.2. Energierohstoffe

Kohle und Ölschiefer – „eiserne Reserven“

Die wirtschaftliche Bedeutung der Kohle liegt in der Vergangenheit. Auch der letzte Braunkohlenabbau im Tagebau Schöningen (östliches Niedersachsen, Raum Helmstedt) wurde am 30. August 2016 eingestellt. Die in geringmächtigen Flözen vorhandene Steinkohle am Nordrand des Teutoburger Waldes, in der Schaumburg-Lippischen Kreidemulde, am Deister, Süntel sowie im Osterwald hatte eine lange Abbau-tradition, ist aber seit den 1960er Jahren Vergangenheit; der untertägige Abbau von Anthrazitkohle am Piesberg bei Osnabrück wurde bereits 1898 eingestellt. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde er kurzzeitig wieder aufgenommen, kam aber 1951 endgültig zum Erliegen.

Im östlichen Niedersachsen wurden große Ölschiefer-Vorkommen nachgewiesen, die mit 150–180 Millionen Tonnen Ölinhalt mehr als das Fünffache der niedersächsischen Erdölreserven betragen. Ein Abbau findet aus Kostengründen derzeit nicht statt, ist aber für die Zukunft nicht völlig auszuschließen.

Erdöl und Erdgas – Energieträger der Gegenwart

Niedersachsen ist reich an Bodenschätzen. Zu den wertvollsten zählen die Energierohstoffe Erdöl und Erdgas. 2016 stammten 33,9 % des in Deutschland geförderten Erdöls und fast 95 % des Erdgases aus niedersächsischen Lagerstätten. 24,7 % der Erdöl- sowie 98 % der deutschen Gesamtreserven an Erdgas lagern in Niedersachsen. Unter dem Eindruck des momentanen niedrigen Öl- und Gaspreises sowie der öffentlichen Diskussion über fossile Brennstoffe wurde die Exploration nach neuen Erdöl- und Erdgasfeldern in den letzten Jahren stark zurückgefahren. Die produzierenden Felder hingegen werden weiter ausgebaut. Der aktuelle Stand wird jeweils in den LBEG-Jahresberichten „Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland“ und „Erdöl- und Erdgasreserven in der Bundesrepublik Deutschland“ veröffentlicht.

Das Ausgangsmaterial für Erdöl und Erdgas sind organische Bestandteile der Floren- und Faunenwelt der vergangenen Jahrmillionen. Wenn die Gesteinsschichten tief versenkt werden, wandeln sich die organischen Bestandteile unter bestimmten Bildungsbedingungen zu Kohlenwasserstoffen um, wandern in höher lagernde Gesteinsschichten und reichern sich in so genannten „geologischen Fallen“ an. In Niedersachsen lagern die meisten Erdgasvorkommen in Sandsteinen und Karbonaten des Perms und der Trias, Erdöl in den Sandsteinen des Juras und der Kreide.

Erdöl, Erdgas und Kohle enthalten Schwefel in unterschiedlichen Anteilen und chemischen Verbindungen. Bei der Reinigung z. B. von per-mischem Zechstein-Erdgas sind 2015 nach Angaben des Bundesverbandes Erdgas, Erdöl und Geoenergie e. V. (BVEG) 630 000 Tonnen Elementarschwefel angefallen, der größtenteils exportiert wurde. Teile davon wurden und werden aber auch in Deutschland (z. B. zu Dünger) verarbeitet.



Abb. 56: Erdgasbohrung Lilienthal Süd-Z1.
Foto: LBEG.

Geothermie – Energie der Zukunft

Geothermische Energie ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Erdoberfläche. Durch Sonneneinstrahlung, Eintrag durch Niederschläge und den Wärmestrom aus dem Erdinneren gelangt Wärme in die für die Nutzung erreichbaren Bereiche des Untergrundes. Bis zu einer Tiefe von ca. 15 m wird die Temperatur des Untergrundes durch solare Einflüsse geprägt. Unterhalb dieser Zone herrscht eine im Wesentlichen von Tages- und Jahreschwankungen unabhängige Temperatur von 7–12 °C. Mit zunehmender Tiefe erfolgt im Mittel eine Temperaturzunahme von ca. 3 °C je 100 m, auch als „geothermischer Gradient“ bezeichnet. Oberflächennahe Geothermieranlagen dienen in der Regel zur Beheizung und/oder Kühlung von Gebäuden oder technischen Bauwerken. Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Nutzung geothermischer Energie im Bereich zwischen der Geländeoberfläche und einer Tiefe von 400 m. Oberflächennahe Erdwärmesysteme benötigen meist eine Wärmepumpe, um die dem Untergrund entzogene

Wärme vom niedrigen Quelltemperaturniveau (Erdreichtemperatur) auf ein höheres, zur Gebäudebeheizung nutzbares Temperaturniveau anzuheben. Die tiefe Geothermie dient üblicherweise der Gewinnung von Erdwärme für die Versorgung von Nah- und Fernwärmenetzen sowie in manchen Fällen für die Erzeugung von Strom. Von tiefer Geothermie spricht man in der Regel bei Geothermieranlagen mit Bohrtiefen von mehr als 400 m. Die meisten der derzeit in Deutschland genutzten tiefen Geothermiebohrungen zur Speisung von Wärmenetzen bzw. zur Stromerzeugung sind zwischen ca. 2 000 und ca. 3 500 m tief. Die Eignung des Untergrundes zur geothermischen Nutzung ist je nach Erschließungstechnologie von dessen thermophysikalischen, hydraulischen und petrophysikalischen Eigenschaften abhängig.

Die meisten Gesteine Niedersachsens können grundsätzlich als Wärmequelle, Kältequelle und als thermische Energiespeicher für oberflächennahe Geothermieranlagen genutzt werden. Besonders gut für die Wärmegewinnung mit oberflächennaher Geothermie geeignet sind beispielsweise grundwassergesättigte Sande, die

in Niedersachsen weit verbreitet sind. Die Anzahl oberflächennaher Geothermieranlagen in Niedersachsen stieg in den letzten Jahren kontinuierlich an. Für die Nutzung tiefer Geothermie sind Gesteinsschichten erforderlich, die tief genug liegen, um ausreichende Temperaturen aufzuweisen, und gleichzeitig mächtig und durch gut verbundene Poren oder vorhandene Klüftigkeiten wasserdurchlässig genug sind, um ausreichende Thermalwasser-Förderraten zu gewährleisten. Da diese Voraussetzungen nur in einigen Gebieten lokal gegeben sind, wird an Verfahren gearbeitet, die Durchlässigkeit tiefer Schichten, insbesondere durch hydraulische Stimulation, künstlich zu erhöhen und dadurch so genannte Enhanced Geothermal Systems (EGS) zu schaffen.

Weitere Informationen hierzu erhalten Sie über das Zentrum für Tiefe Geothermie, Oberflächennahe Geothermie des LBEG und die entsprechenden Themenkarten im NIBIS®-Kartenserver.

3.3. Tiefliegende Rohstoffe

Eisenerze werden in Niedersachsen auf Grund der Konkurrenz zu preisgünstigen Importerzen nicht mehr abgebaut. Die letzte von ehemals mehr als 20 betriebenen Gruben wurde bereits im Jahr 1982 geschlossen. In Niedersachsen noch vorhandene, mengenmäßig nicht beträchtliche Eisenerzvorkommen (ca. 2 Milliarden Tonnen Erz mit ca. 700 Millionen Tonnen Eiseninhalt) stellen somit eine Zukunftsreserve dar, deren wirtschaftliche Gewinnbarkeit aber nicht absehbar ist.

Buntmetallerze sind gegenwärtig in Niedersachsen ebenfalls wirtschaftlich nicht mehr gewinnbar. Die heute bekannten, im Harz bei Bad Grund und Goslar liegenden Roherzvorrate mit kumulativen (Blei-, Zink- und Kupfer-) Metallgehalten zwischen 10 % und 30 % im Reicherz sind aus heutiger Sicht unbedeutend und betragen nur noch wenige Millionen Tonnen. Eine potenzielle wirtschaftliche Bedeutung dieser nur unter schwierigen Bedingungen gewinnbaren

Vorkommen ist beim derzeitigen Kenntnisstand, auch unter veränderten wirtschaftlichen Bedingungen, kaum erkennbar.

Nach Einstellung des Abbaus von schichtgebundenem grauem **Schwerspat** im Bereich des Erzlagers am Rammelsberg in Goslar im Jahre 1988 wurde in Niedersachsen ausschließlich gangförmiger Schwerspat gewonnen. Dieser Abbau erfolgte nur noch auf der Ganglagerstätte der Grube Wolkenhügel bei Bad Lauterberg/Südharz und wurde Mitte 2007 endgültig eingestellt.

In der einzigen untertägigen **Asphaltekalkstein**-Grube Europas wurden bei Holzen im Lth seit Anfang des letzten Jahrhunderts bis 2008 Asphalt-imprägnierte Kalksteine des Oberen Juras abgebaut. Die 13 verschiedenen 3,5 bis 14 m mächtigen Kalksteinlager dieser Asphaltekalkstein-Lagerstätte sind wechselnd stark mit bis zu 12,5 % Asphalt imprägniert.

Salzgesteine sind wichtige Ressourcen und aufgrund ihrer unterschiedlichen Zusammensetzung Grundlage für vielfältige Produkte. Niedersachsen kann sich über Salzangel nicht beklagen, im Untergrund liegen große Vorräte davon. Es existieren mehr als 200 Salzstrukturen, die im Laufe ihrer erdgeschichtlichen Entwicklung in das überlagernde Deckgebirge aufgedrungen sind und Salzstöcke im weiteren Sinn darstellen. Bergbau erfolgt in Niedersachsen jedoch nur noch an zwei Standorten: Kaliwerk Sigmundshall (Bokeloh, Wunstorf) und Steinsalzbergwerk Braunschweig-Lüneburg (Landkreis Helmstedt). In den Salzstöcken können nicht nur Salzgesteine gewonnen werden, sie dienen auch der Anlage von Kavernen zur Speicherung von Gas, Öl und Produkten wie Ethylen oder Propylen. Darüber hinaus werden Salzstrukturen auf ihre Eignung zur Einlagerung chemisch-toxischer und radioaktiver Abfallstoffe untersucht. Im Tiefsolverfahren wird Sole für die chemische und die Lebensmittelindustrie gewonnen. Salzlagerstätten sind in Niedersachsen in unterschiedlichen erdgeschichtlichen Epochen entstanden; die bedeutendsten stammen aus dem Perm (Zechstein, vor ca. 255 Millionen Jahren).

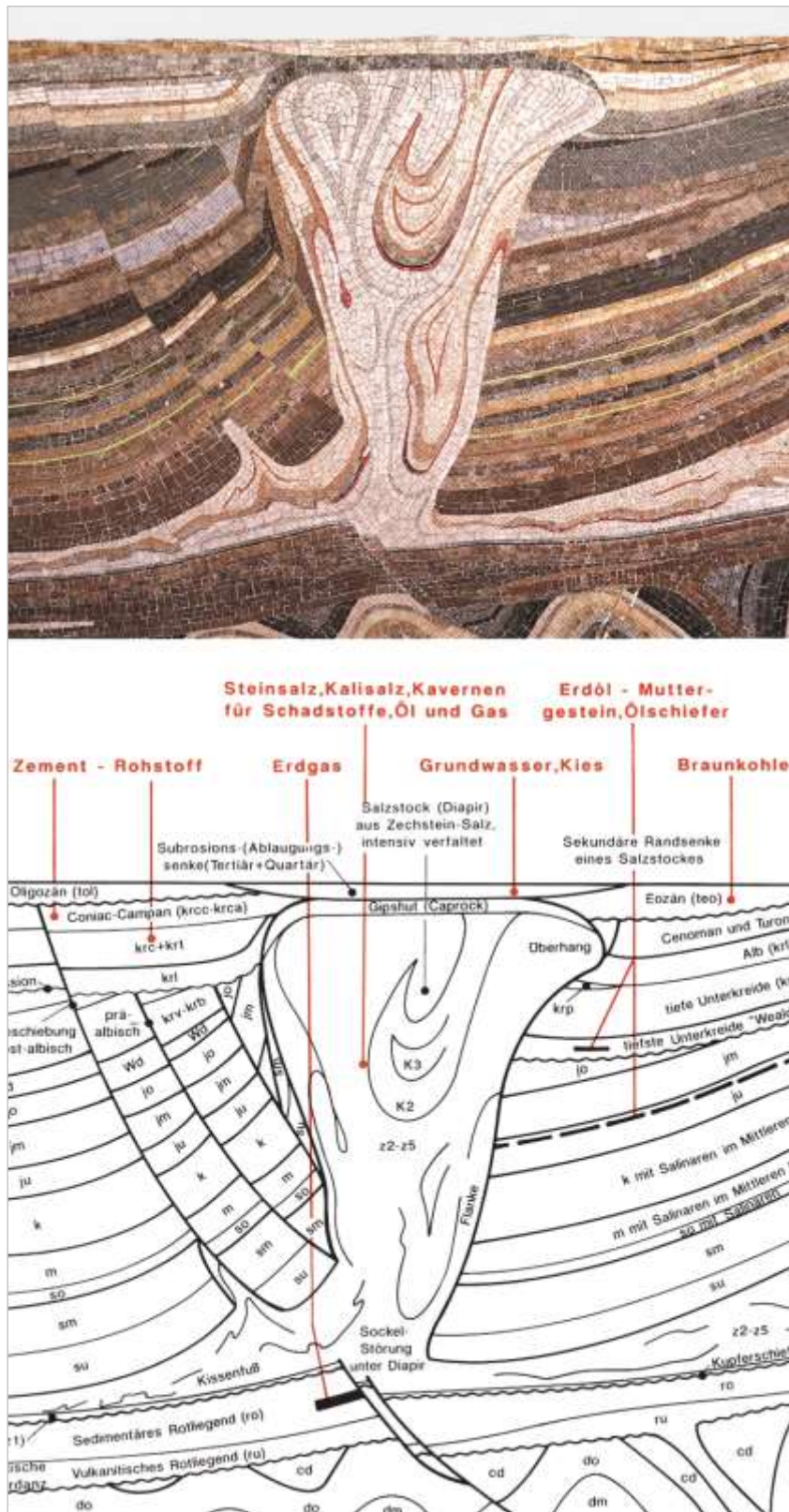


Abb. 57: Zechsteinsalz, zu einem Salzstock aufgewölbt. Ausschnitt aus dem großen Naturstein-Mosaik (16 x 4 m) zur Geologie Nordwestdeutschlands im Foyer des Geozentrums Hannover.

3.4. Rohstoffe für die Herstellung von Spezialprodukten

Die größten **Kieselgur**-Lagerstätten Deutschlands befinden sich in der Lüneburger Heide in einem Nord-Süd-Streifen von nördlich bis südlich Munster (Oberlauf von Luhe und Örtze). Die niedersächsischen Lagerstätten wurden während des Eem- und Holstein-Interglazials in Binnenseen abgelagert. Aus den noch vorhandenen Vorräten dürften sich etwa 2,5 Millionen Tonnen Fertiggur herstellen lassen. Aufgrund relativ niedriger Preise auf dem Weltmarkt und vergleichsweise hoher Kosten bei der Förderung und Aufbereitung wurde die Produktion trotz der Hochwertigkeit des Rohstoffs in Niedersachsen 1994 aus wirtschaftlichen Gründen eingestellt.

Basalt kommt nur in Südniedersachsen vor. Hier steht noch eine Lagerstätte im Abbau. Der dort abgebaute Rohstoff ist auch für die Herstellung von Basalt-Filterstoffen für Gase und Wasser geeignet.

In den Landkreisen Friesland und Cuxhaven wurde in jungtertiären Sanden ein maximal 15 m mächtiger Horizont mit **Schwermineralanreicherungen** nachgewiesen, der in 35 bis 70 m Tiefe liegt. Die genauer untersuchte Lagerstätte bei Cuxhaven enthält ca. 10 Millionen Tonnen Wertminerale, die hauptsächlich aus Ilmenit, Rutil und Zirkon bestehen. Aufgrund der gegenwärtigen Weltmarktpreise für diese Wertminerale sind die niedersächsischen Vorkommen derzeit wirtschaftlich nicht nutzbar. Sie sind vor allem wegen der hohen Abraumbelastung unwirtschaftlich, da die Förderung im Tagebau realisiert werden müsste (ungünstiges Abraum-Rohstoff-Mächtigkeitsverhältnis).

4. Literatur zur Geologie und Landschaftsgeschichte Niedersachsens

Die vorliegende Literaturliste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Zitiert sind vorwiegend Publikationen, die einen möglichst weit gefassten geographischen oder stratigraphischen Rahmen umfassen bzw. als Grundlage für die Texte und stratigraphischen Tabellen Verwendung fanden.

4.1. Übergreifende Literatur

- BEIHEFT ZUR STRATIGRAPHISCHEN TABELLE VON DEUTSCHLAND (2002). – 16 S.; Deutsche Union der Geologischen Wissenschaften/Stratigraphische Kommission; Potsdam (DSK).
- BOENIGK, G. (Hrsg.) (1990): Geologie im Niedersächsischen Landesmuseum Hannover. – 472 S.; Hannover.
- CASPERS, G., ELBRACHT, J., SCHWARZ, C. & STREIF, H. (2004): Lebensraum Niedersachsen – Geologie und Landschaftsgeschichte. – In: FANSA, M., BOTH, F. & HASSMANN, H. (Hrsg.): Begleitschrift zur Ausstellung „ArchäologieLandNiedersachsen“ – Archäol. Mitt. aus Nordwestdeutschland, Beiheft **42**: 41–53, 6 Abb., 1 Tab.; Oldenburg (Theiss).
- CASPERS, G., ELBRACHT, J. & SCHNEIDER, E. (2005): Hochwassergefährdungskarte von Niedersachsen - Ergebnis einer methodischen Auswertung geologischer Fachdaten. – Geol. Jb. **C 70**: 39–65; Hannover.
- FRANKE, W., GRAVE, J., SCHÜPP, H. & STEINWASCHER, G. (Hrsg.) (2002): Der Landkreis Emsland: Geographie, Geschichte, Gegenwart – eine Kreisbeschreibung. – S. 79–90; Meppen.
- GEOLOGISCHER DIENST NRW (Hrsg.) (2003): Geologie im Weser- und Osnabrücker Bergland. – 219 S.; Krefeld.
- HENNINGSSEN, D. & KATZUNG, G. (2006): Einführung in die Geologie Deutschlands. – 7. Aufl.; München (Spektrum).
- KLASSEN, H. (Hrsg.) (1984): Geologie des Osnabrücker Berglandes. – 672 S.; Osnabrück.
- KRÜGER, F. J. (1993): Geologie und Paläontologie: Niedersachsen zwischen Harz und Heide. – 244 S.; Bindlach (Gondrom).
- MESCHÉDE, M. (2015): Geologie Deutschlands: Ein prozessorientierter Ansatz. – 249 S., 273 Abb.; Berlin/Heidelberg (Springer Spektrum).
- NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM (2006): Leitfaden Erdwärmenutzung in Niedersachsen. – 20 S.; Hannover.
- ROTHER, P., STORCH, V. & V. SEE, C. (2014): Lebensspuren im Stein – Ausflüge in die Erdgeschichte Mitteleuropas. – 285 S.; Weinheim (Wiley-VCH).
- SCHWARZ, C. (2013): Geologische Verhältnisse. – In: KAISER, T. (Hrsg.): Das Naturschutzgebiet Lüneburger Heide - Natur- und Kulturerbe von europäischem Rang – II. Der Naturraum. – VPN-Schriften **4**: 120–134, 3 Abb., 1 Tab.; Niederhaverbeck (Hauschild).
- SCHWARZ, C., KATZSCHMANN, L. & RADZINSKI, K.-H. (2002): Geologische Kartieranleitung, Teil A - Allgemeine Grundlagen. – Geologisches Jahrbuch **C 9**: 135 S., 16 Abb., 6 Tab., 4 Anl.; Hannover.
- DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.), MENNING, M. & HENDRICH, A. (Redaktion, Koordination und Gestaltung) (2016): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016 (STD 2016). – Potsdam (GeoForschungsZentrum).

4.2. Karten und Daten

Das LBEG bietet zahlreiche Karten und Daten sowie geowissenschaftliche Publikationen an, die u. a. als Planungs- und Bewirtschaftungsgrundlage dienen. Die schnelle Verfügbarkeit wird durch den NIBIS®-Kartenserver und zahlreiche Download-Angebote gewährleistet. Bezugsadresse und Preiseinformationen zu allen Kartenwerken sowie anderen Produkten erhalten Sie auf der Homepage des LBEG (www.lbeg.niedersachsen.de).

Über lithostratigraphische Einheiten, vorwiegend Formationen, können Sie sich über LithoLex (http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/GG-Stratigraphie/LithoLex/litholex_inhalt.html) informieren, eine dynamische Datenbank, in der lithostratigraphische Einheiten in Deutschland erfasst und im Internet einem breiten Nutzerkreis zur Verfügung gestellt werden.

BECKER-PLATEN, J. D. unter Mitarbeit von BRANDES, H., BÜCHNER, K.-H., DREIMANN, T., FOMICZENKO, R., ERNST, G., GRAMANN, F., HEINEMANN, B., HINZE, C., HÖFLE, H.-C. (1979): Geologische Wanderkarte Landkreis Hannover

1 : 100 000. – 2. überarb. Aufl., Naturhistorische Gesellschaft zu Hannover (Hrsg.); Hannover.

GEOLOGISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT & NLfB (Hrsg.) (1998): Geologische Karte Harz 1 : 100 000. – Halle.

HINZE, C., HÖFLE, H.-C., JORDAN, H., MENGELING, H., MEYER, K.-D., ROHDE, P. & STREIF, H. (1995): Quartärgeologische Übersichtskarte von Niedersachsen und Bremen 1 : 500 000. – Hannover.

HÖFLE, H.-C., JÜRGENS, U., MENGELING, H., & TEMPEL, W.-D. (1981): Geologische Wanderkarte Landkreis Rotenburg 1 : 100 000. – Heimatbund Rotenburg/Wümme und Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (Hrsg.); Hannover.

JORDAN, H. (Hrsg.) (1989): Geologische Wanderkarte Leinebergland 1 : 100 000. – Hannover.

LEPPER, J. (1991): Beiheft zur Geologischen Wanderkarte Mittleres Weserbergland mit Naturpark Solling-Vogler 1 : 100 000. – Beih. Ber. naturhist. Ges. Hannover **10**: 1–51; Hannover.

LEPPER, J. & MENGELING, H. (1990): Geologische Wanderkarte 1 : 100 000 Mittleres Weserbergland mit Naturpark Solling-Vogler. – Zweckverband Naturpark Solling-Vogler und Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (Hrsg.); Hannover (NLfB).

LOOK, E.-R. (1984): Geologie und Bergbau im Braunschweiger Land (Nördliches Harzvorland, Asse, Elm-Lappwald, Peine-Salzgitter, Allertal). Dokumentation zur geologischen Wanderkarte 1 : 100 000. – Geol. Jb. **A 78**: 3–467; Hannover.

LOOK, E.-R. (Hrsg.) (1984): Geologische Wanderkarte 1 : 100 000 Braunschweiger Land, nördliches Harzvorland, Asse, Elm-Lappwald, Peine-Salzgitter, Allertal. – Königsutter.

LUPPOLD, F. W., ROHDE, P. & WEISS, W. (2001): Karte der Festgesteinsverbreitung 1 : 50 000 und neue Gliederung der Kreide-Schichten durch Mikrofossilien - besonders Ostrakoden - im Gebiet Hannover. – Ber. Naturhist. Ges. Hannover **143**: 27–97, Hannover.

NLfB (Hrsg.) (1984): Geologische Wanderkarte Landkreis Osnabrück 1 : 100 000. – Hannover.

NLfB (Hrsg.) (1986): Geologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 500 000. – Hannover.

NLfB (Hrsg.) (1998): Geologische Stadtkarte Hannover 1 : 25 000 - Festgestein, Grundwasser, Geotechnik, Erläuterungen. – Hannover.

4.3. Schwerpunkt Stratigraphie

4.3.1. Silur – Karbon/Paläozoikum

AMLER, M. R. & GEREKE, M. (2002): Karbon- Korrelationstabelle. – Senckenbergiana lethaea **82** (2); Frankfurt/Main.

DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.) (2001): Stratigraphie von Deutschland 2.3. II: Ordovizium, Kambrium, Vendium, Riphäikum. Teil 3: Nordthüringen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, deutscher Anteil Ostsee, Schleswig-Holstein, deutscher Anteil Nordsee. – Cour. Forsch.-Institut Senckenberg **235**: 186 S.; Frankfurt/Main.

DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.) (2006): Stratigraphie von Deutschland VI - Unterkarbon (Mississippium). – Dt. Ges. für Geowiss. **41**: 590 S.; Hannover.

DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.) (2006): Stratigraphie von Deutschland VII - Silur. – Dt. Ges. für Geowiss. **46**: 191 S., Hannover.

DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.) (2008): Stratigraphie von Deutschland 8 - Devon. – Dt. Ges. für Geowiss. **52**: 578 S.

MEYERS LEXIKON VERLAG (Hrsg.) (1995): Meyers Naturführer Harz. – 173 S.; Mannheim.

MOHR, K. (1986): 400 Millionen Jahre Harzgeschichte. – 93 S.; Clausthal-Zellerfeld.

MOHR, K. (1998): Harz: westlicher Teil. – Slg. geol. Führer **58**: 216 S.; Berlin.

WEDDIGE, K. (Ed.) (1986): Devonian Correlation Table. – Senckenbergiana lethaea **76** (1/2); Frankfurt/Main.

WEDDIGE, K. (Ed.) (2003): Devonian Correlation Table, Supplements 2003. – Senckenbergiana lethaea **83** (1/2); Frankfurt/Main.

4.3.2. Perm

GAST, R. E. (1988): Rifting im Rotliegenden Niedersachsens. – Die Geowissenschaften, 6. Jahrg., **4**: 115–122; Weinheim.

GAST, R. E. (1991): The Perennial Rotliegend Saline Lake in NW-Germany. – Geol. Jb., **A 119**: 25–59; Hannover.

- GEBHARDT, U. (1994): Zur Genese der Rotliegend-Salinare in der Norddeutschen Senke (Oberrotliegend II, Perm). – Freib. Forsch.-H. **C 452**: 3–22; Freiberg.
- GAITZSCH, B., HOTH, K., HUEBSCHER, H.-D., MARX, J. & SCHNEIDER, J. (1995): Altmark-Subgruppe. – In: PLEIN, E. (Hrsg.) (1995): Stratigraphie von Deutschland I - Norddeutsches Rotliegendbecken - Rotliegend-Monographie Teil II. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg **183**: 98–101; Frankfurt/Main.
- GRALLA, P. (1988): Das Oberrotliegende in NW-Deutschland - Lithostratigraphie und Faziesanalyse. – Geol. Jb. **A 106**: 1–59; Hannover.
- KULICK, J. & PAUL, J. (1987): Internationales Symposium Zechstein 1987 Kassel · Hannover. Exkursionsführer I, Zechsteinsalinare und Bohrkernaussstellungen. – 173 S.; Wiesbaden.
- KULICK, J. & PAUL, J. (1987): Internationales Symposium Zechstein 1987 Kassel · Hannover. Exkursionsführer II, Zechsteinaufschlüsse in der Hessischen Senke und am westlichen Harzrand. – 310 S.; Wiesbaden.
- MENNING, M. (1995): A numerical timescale for the Permian and Triassic periods: an integrated time analysis. – In: SCHOLLE, P. A., PERYT, T. M. & ULMER-SCHOLLE, D. S. (Hrsg.) (1995): The Permian of Northern Pangea, Vol. **1**: 77–97; Berlin (Springer).
- PLEIN, E. (Hrsg.) (1995): Stratigraphie von Deutschland I - Norddeutsches Rotliegendbecken - Rotliegend-Monographie Teil II. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg **183**: 1–193; Frankfurt/Main.
- SCHRÖDER, L., PLEIN, E., BACHMANN, G. H., GAST, R. E., GEBHARDT, U., GRAF, R., HELMUTH, H.-J., PASTERNAK, M., PORTH, H. & SÜSSMUTH, S. (1995): Stratigraphische Neugliederung des Rotliegend im Norddeutschen Becken. – Geol. Jb. **A 148**: 3–21; Hannover.
- #### 4.3.3. Trias
- BEUTLER, G., HEUNISCH, C., LUPPOLD, F. W., RETTIG, B. & RÖHLING, H.-G. (1996): Muschelkalk, Keuper und Lias am Mittellandkanal bei Sehnde (Niedersachsen) und die regionale Stellung des Keupers. – Geol. Jb. **145**: 67–197; Hannover.
- DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.) (2005): Stratigraphie von Deutschland IV - Keuper. – Cour. Forsch.-Institut Senckenberg **253**: 296 S., 64 Abb., 50 Tab., 2 Taf.; Frankfurt/Main.
- DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.) (2013): Stratigraphie von Deutschland **11** - Buntsandstein. – Dt. Ges. für Geowiss. **69**: 657 S.
- HAGDORN, H., SCHOCH, R. & SCHWEIGERT, G. (Hrsg.) (2015): Der Lettenkeuper – ein Fenster in die Zeit vor den Dinosauriern. – 438 S. – Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart und Muschelkalkmuseum Hagdorn Stadt Ingelfingen.
- HAUSCHKE, N. & WILDE, V. (Hrsg.) (1999): Trias - eine ganz andere Welt: Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter. – 647 S.; München.
- LEPPER, J. (2002): Ein Sockel aus Sandstein - die Geologie des Reinhardswaldes. – In: RAPP, H.-J. (Hrsg.): Reinhardswald - Eine Kulturschichte: 103–133; Kassel (Euregio).
- RETTIG, B. (1996): Die Solling-Folge (Mittlerer Buntsandstein) im Grenzgebiet Niedersachsen - Thüringen - Hessen. – Mitt. Geol. Inst. Univ. Hannover **35**: 1–105; Hannover.
- #### 4.3.4. Jura
- GRAMANN, F., HEUNISCH, C., KLASSEN, H., KOCKEL, F., DULCE, G., HARMS, F. J., KATSCHOREK, T., MÖNNIG, E., SCHUDACK, M., SCHUDACK, U., THIES, D. & WEISS, M. (1997): Das Niedersächsische Oberjura-Becken - Ergebnisse interdisziplinärer Zusammenarbeit. – Z. dt. geol. Ges. **148** (2): 165–236; Stuttgart.
- KOSMA, R. (Redaktion) (2014): Jurameer – Niedersachsens versunkene Urwelt. – 96 S.; München (Pfeil).
- #### 4.3.5. Kreide
- DÖRHÖFER, G. (1977): Palynologie und Stratigraphie der Bückeberg-Formation (Berriasium-Valanginium) in der Hilsmulde (NW-Deutschland). – Geol. Jb. **A 42**: 1–122; Hannover.
- ELSTNER, F. & MUTTERLOSE, J. (1996): The Lower Cretaceous (Berriasian and Valanginian) in NW Germany. – Cretaceous Research **17**: 119–133, Amsterdam.
- KEMPER, E. (1982): Das späte Apt und frühe Alb Nordwestdeutschlands. – Geol. Jb. **A 65**: 1–703; Hannover.
- KEMPER, E. (1987): Das Klima der Kreide-Zeit. – Geol. Jb. **A 96**: 1–399; Hannover.

KEMPER, E. (1989): Alb und Unter-Cenoman in Mittel- und Nordeuropa. – Geol. Jb. **A 113**: 1–469; Hannover.

KEMPER, E. (1995): Die Wende Barrême/Apt - Untersuchungen an Profilen des Borealgebietes. – Geol. Jb. **A 141**: 1–607; Hannover.

LUPPOLD, F. W., ROHDE, P. & WEISS, W. (2001): Karte der Festgesteinsverbreitung 1 : 50 000 und neue Gliederung der Kreide-Schichten durch Mikrofossilien - besonders Ostrakoden - im Gebiet Hannover. – Ber. Naturhist. Ges. Hannover **143**: 27–97; Hannover.

MUTTERLOSE, J., BORNEMANN, A., RAUER, S., SPAETH, C. & WOOD, C. J. (1998): Key localities of the Northwest European Cretaceous. – Bochumer geol. u. geotechn. Arb. **48**: 1–231; Bochum.

STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION DEUTSCHLANDS (Hrsg.) (2000): Stratigraphie von Deutschland III - Die Kreide der Bundesrepublik Deutschland. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg **226**: 1–207; Frankfurt/Main.

4.3.6. Tertiär

BENDA, L., BEST, G., BÜHMANN, D., ČEPEK, P., COSTA, L. I., FABER, E., FROMM, K., GRAMANN, F., HARRE, W., HEILMANN-CLAUSEN, C., HINSCH, W., HUFNAGEL, H., JÜRGENS, U., KNOX, R. W. O'B., KOCKEL, F., KRENZER, H., KUSTER, H., MATTIAT, B., MENGELING, H., MEYER, K.-J., REPSOLD, H., REUTER, G., SPIGLER, D., UFFENORDE, H. & WEHNER, H. (1989): Forschungsbohrung Wursterteide. – Geol. Jb. **A 111**: 542 S., 43 Abb., 25 Tab., 42 Taf.; Hannover.

BETTENSTAEDT, F., FAHRION, H., HILTERMANN, H. & WICK, W. (1962): Tertiär Norddeutschlands. – In: Leitfossilien der Mikropaläontologie: 339–378; Berlin.

KING, C. (2016): A revised correlation of Tertiary rocks in the British Isles and adjacent areas of NW Europe. – Gale, A. S. & Barry, T. L. (Eds.), Geological Society, London, Special Report **27**; 724 S.

KUSTER, H. (2005): Das jüngere Tertiär in Nord- und Nordostniedersachsen. – Geol. Jb. **A 158**: 3–193; Hannover.

MEYER, K. J. (Koord.) (2001): Forschungsbohrung Nieder Ochtenhausen - ein Beitrag zur Miozän-Stratigraphie in NW-Deutschland. – Geol. Jb. **A 152**: 1–512; Hannover.

PHILIPPI, R. A. (1843): Beiträge zur Kenntnis der Tertiärversteinerungen des nordwestlichen

Deutschlands I–IV. – S. 1–85; Kassel (T. Fischer).

REUSS, A. E. (1856): Beiträge zur Charakteristik der Tertiärschichten des nördlichen und mittleren Deutschlands. – Sitz. Ber. K. Akad. Wiss., Wien, Math.-Nat. Cl. **18**: 197–273; Wien.

TOBIEN, H. (Hrsg.) (1986): Nordwestdeutschland im Tertiär. – Beitr. Reg. Geol. Erde **18**: 763 S.; Berlin (Bornträger).

VINKEN, R. (Hrsg.) (1988): The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme, Proj. No. 124. – Geol. Jb. **A 100**: 7–508; Hannover.

4.3.7. Quartär

BAUEROCHSE, A. & HASSMANN, H. (Eds.) (2003): Peatlands; archaeological sites, archives of nature, nature conservation, wise use. – Proceedings of the Peatlands Conference 2002 in Hannover: 240 S.; Hannover.

BEHRE, K.-E. (1999): Die Veränderungen der niedersächsischen Küstenlinien in den letzten 3 000 Jahren und ihre Ursachen. – Probl. Küstenforsch. südl. Nordseegebiet **26**: 9–33; Oldenburg.

BEHRE, K.-E. (2002): Landscape development and occupation history along the southern North Sea coast. – In: WEFER, G., BERGER, W., BEHRE, K.-E. & JANSEN, E. (Hrsg.) (2002): Climate development and history of the North Atlantic Realm: 299–312; Berlin.

BLANKENBURG, J., CASPERS, G. & SCHMATZLER, E. (2000): Moore in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der Niedermoore - Verbreitung, Zustand und Bedeutung. – Telma **30**: 221–240; Hannover.

BOMBIEN, H. (1987): Geologisch-petrographische Untersuchungen zur quartären (früh-Saale-zeitlichen) Flussgeschichte im nördlichen Harzvorland. – Mitt. Geol. Inst. Univ. Hannover **26**: 1–131; Hannover.

CASPERS, G. (1993): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Flußauenentwicklung an der Mittelweser im Spätglazial und Holozän. – Abh. Westf. Mus. Naturkde. **55** (1): 1–101; Münster.

CASPERS, G., JORDAN, H., MERKT, J., MEYER, K.-D., MÜLLER, H. & STREIF, H. (1995): Niedersachsen. – In: BENDA, L. (Hrsg.) (1995): Das Quartär Deutschlands: 23–58; Berlin.

- CASPERS, G. & SCHWARZ, C. (1998): Fluviale und äolische Prozesse im Gebiet der unteren Elbe bei Neuhaus (Niedersachsen) seit dem Weichsel-Spätglazial. – Mitt. geol. Inst. Univ. Hannover **38**: 49–64; Hannover.
- CASPERS, G., FREUND, H., KLEINMANN, A. & MERKT, J. (1999): Das Klima im Quartär. – In: BOETZKES, M. (Hrsg.) (1999): *EisZeit: Das große Abenteuer der Naturbeherrschung*: 77–94; Stuttgart.
- EHLERS, J. (1994): Allgemeine und historische Quartärgeologie. – 358 S.; Stuttgart (Enke).
- EHLERS, J. (2011): *Das Eiszeitalter*. – 367 S.; Heidelberg (Springer Spektrum).
- FELDMANN, L. & MEYER, K.-D. (1998): Quartär in Niedersachsen - Exkursionsführer zur Jubiläums-Hauptversammlung der Deutschen Quartärvereinigung in Hannover. – 205 S.; Hannover.
- GERDES, G., PETZELBERGER, B. E. M., SCHOLZ-BÖTCHER, B. M. & STREIF, H. (2003): The record of climatic change in the geological archives of shallow marine, coastal, and adjacent lowland areas of Northern Germany. – Quat. Sc. Rev. **22**: 101–124; New York.
- ITES, R. (1996): Lagerungsverhältnisse und Schichtaufbau in Quartäraufschlüssen der östlichen Brelinger Berge (N Hannover). – Mitt. Geol. Inst. Univ. Hannover **36**: 1–99; Hannover.
- KALTWANG, J. (1992): Die pleistozäne Vereisungsgrenze im südlichen Niedersachsen und im östlichen Westfalen. – Mitt. Geol. Inst. Univ. Hannover **33**: 1–161; Hannover.
- LITT, T. (Hrsg.) (2007): *Stratigraphie von Deutschland - Quartär. – Eiszeitalter und Gegenwart* **56** (1/2): 138 S.; Stuttgart.
- LITT, T., ELLWANGER, D., VILLINGER, E. & WANSA, S. (2005): Das Quartär in der Stratigraphischen Tabelle von Deutschland 2002. – Newsletter on Stratigraphy **41**: 385–399; Stuttgart.
- LITT, T., BEHRE, K.-E., MEYER, K.-D., STEPHAN, H.-J. & WANSA, S. (2007): Stratigraphische Begriffe für das Quartär des norddeutschen Vereisungsgebietes. – *Eiszeitalter und Gegenwart* **56/1-2**: 7–65, 6 Abb.; Hannover.
- ROHDE, P. (1994): Weser und Leine am Berglandrand zur Ober- und Mittelterrassen-Zeit. – *Eiszeitalter und Gegenwart* **44**: 106–113; Hannover.
- SCHWARZ, C. (1997): Geologie. – In: CORDES, H., KAISER, T., LANCKEN, H. v. D., LÜTKEPOHL, M. & PRÜTER, J. (Hrsg.) (1997): *Naturschutzgebiet Lüneburger Heide, Geschichte - Ökologie - Naturschutz*: 19–28; Bremen.
- SERAPHIM, E. T. (1972): Wege und Halte des saalezeitlichen Inlandeises zwischen Osning und Weser. – Geol. Jb. **A 3**: 1–85; Hannover.
- SKUPIN, K., SPEETZEN, E. & ZANDSTRA, J. G. (1993): Die Eiszeit in Nordwestdeutschland: Zur Vereisungsgeschichte der Westfälischen Bucht und angrenzender Gebiete. – Geol. Landesamt Nordrhein-Westfalen: 143 S.; Krefeld.
- SKUPIN, K., SPEETZEN, E. & ZANDSTRA, J. G. (2003): Die Eiszeit in Nordost-Westfalen und angrenzenden Gebieten Niedersachsens: Elster- und saalezeitliche Ablagerungen und ihre kristallinen Leitgeschiebegesellschaften. – Geol. Dienst NRW: 95 S.; Krefeld.
- STREIF, H. (1990): Das Ostfriesische Küstengebiet - Nordsee, Inseln, Watten und Marschen. – Slg. geol. Führer **57**: 376 S.; Stuttgart.
- STREIF, H. (1998): Geologische Küstenkarte von Niedersachsen 1 : 25 000 - eine neue Planungsgrundlage für die Küstenregion. – Z. angew. Geol. **44**: 183–194; Hannover.
- STREIF, H. (2004): Sedimentary record of Pleistocene and Holocene marine inundations along the North Sea coast of Lower Saxony, Germany. – Quat. Intern. **112**: 3–28; New York.
- STREIF, H. mit Beiträgen von CASPERS, G., FREUND, H., GEYH, M. A., KLEINMANN, A., MERKT, J., MEYER, K.-D., MÜLLER, H., ROHDE, P. & SCHWARZ, C. (2004): *Das Quartär in Niedersachsen und benachbarten Gebieten - Gliederung, geologische Prozesse, Ablagerungen und Landschaftsformen*. – Tabelle, Stand: 30. März 2004, Download unter www.lbeg.niedersachsen.de.
- THIEM, W. (1988): Das Oberwesertal im Raum Polle - Bodenwerder - Hehlen. Zu aktuellen Problemen der Talgeschichte der Oberweser im Quartär. – Jb. Geogr. Ges. Hannover **14**: 273–326; Hannover.
- VESPERMANN, J. (1999): Geologie und Paläontologie des Eiszeitalters. – In: BOETZKES, M. (Hrsg.) (1999): *EisZeit: Das große Abenteuer der Naturbeherrschung*: 38–76; Hildesheim.
- WANSA, S. (1994): Zur Lithologie und Genese der Elster-Grundmoränen und der Haupt-Drenthe-Grundmoräne im westlichen Elbe-Weser-Dreieck. – Mitt. geol. Inst. Univ. Hannover **34**: 1–74; Hannover.

WEYMANN, H.-J., FELDMANN, L. & BOMBIEN, H. (2005): Das Pleistozän des nördlichen Harzvorlands - eine Zusammenfassung. – Eiszeitalter und Gegenwart **55**: 43–63; Hannover.

4.4. Naturwerksteine/Rohstoffe

BÖRNER, A., BORNHÖFT, E., HÄFNER, F., HUG-DIEGEL, N., KLEEBERG, K., MANDL, J., NESTLER, A., POSCHLOD, K., RÖHLING, S., ROSENBERG, F., SCHÄFER, I., STEDINGK, K., THUM, H., WERNER, W. & WETZEL, E. (Hrsg.) (2012): Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. – Sonderhefte Reihe D Geol. Jb. **10**: 356 S.; Hannover.

EHLING, A., LUGE, J., MEDERER, J. & STEIN, V. (1996): Bausteine romanischer Bauten nördlich des Harzes. – Ber. Naturhist. Ges. Hannover **138**: 95–112; Hannover.

LANGER, A. (1989): Lithostratigraphische, technologische und geochemische Untersuchungen im Muschelkalk des Osnabrücker Berglandes. – Mitt. geol. Inst. Univ. Hannover **29**: 114 S.; Hannover.

LBEG – LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (Hrsg.) (2006): Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland 2006. – 53 S.; Hannover.

LEPPER, J. (1997a): Naturwerksteine in Niedersachsen. – Z. angew. Geol. **43**, 1: 3–10; Hannover.

LEPPER, J. (1997b): Naturwerkstein im Stadtbild von Hannover. – Ber. Naturhist. Ges. Hannover **139**: Poster-Beilage; Hannover.

LEPPER, J. (1998): Die niedersächsischen Naturwerksteine - Vorkommen, Gewinnung, Verwendung. – Naturstein **53** (3): 76–78; Hannover.

LEPPER, J. (2000): Der Wesersandstein - ein historisches Baumaterial-Vorkommen, materialkundliche Aspekte, Verwendung. – Ber. zur Denkmalpflege Nds. **20** (3): 129–132; Holzmin-den.

KATZSCHMANN, L. & LEPPER, J. (1999): Naturwerksteine der Germanischen Trias. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. (Hrsg.) (1999): Trias - eine ganz andere Welt: Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter: 428–448; München.

NLFB – NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (Hrsg.) (2004): Rohstoffsicherungsbericht 2003 für Niedersachsen. – 76 S.; Hannover.

LBEG – LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (Hrsg.) (2012): Rohstoffsicherungsbericht 2012. – 92 S.; Hannover.

STEIN, V. (1981): Naturwerksteine im niedersächsischen Kirchenbau. – Geol. Jb. **D 44**: 1–18; Hannover.

STEIN, V. (1986): Bausteine ausgewählter romanischer Kirchen. – Niedersachsenbuch '86: 107–126; Hameln (Niemeyer).

Autoren

- Dr. Carmen Heunisch
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L3.9/B4.2 „Stratigraphie,
Sammlungen“
Stilleweg 2, 30655 Hannover.
- Dr. Gerfried Caspers
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L3.9/B4.2 „Stratigraphie,
Sammlungen“
Stilleweg 2, 30655 Hannover.
- Dr. Jörg Elbracht
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L3.6 „Hydrogeologie“,
Stilleweg 2, 30655 Hannover.
- Dr. Alfred Langer
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L3.1 „Rohstoffwirtschaft,
Steine, Erden, Salz“,
Stilleweg 2, 30655 Hannover.
- Dr. Heinz-Gerd Röhling
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L3.1 „Rohstoffwirtschaft,
Steine, Erden, Salz“,
Stilleweg 2, 30655 Hannover.
- Dr. Carsten Schwarz
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L3.5 „Geologie und Boden“,
Stilleweg 2, 30655 Hannover.
- Dr. Hansjörg Streif
ehemals
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Stilleweg 2, 30655 Hannover.

Grafik

- Barbara Piesker
Bundesanstalt für Geowissenschaften
und Rohstoffe
Referat L3.9/B4.2 „Stratigraphie,
Sammlungen“
Stilleweg 2, 30655 Hannover.
- Silvia Dieler
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L2.6 „Digitale Kartographie,
3D-Modellierung“
Stilleweg 2, 30655 Hannover.
- Jörn Kasch
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L3.5 „Geologie und Boden“
Stilleweg 2, 30655 Hannover.

Dank

Wir danken allen Kolleginnen und Kollegen,
die uns mit wertvollen Hinweisen bei der
Aktualisierung unterstützt haben.

ISSN 1864 – 7529