

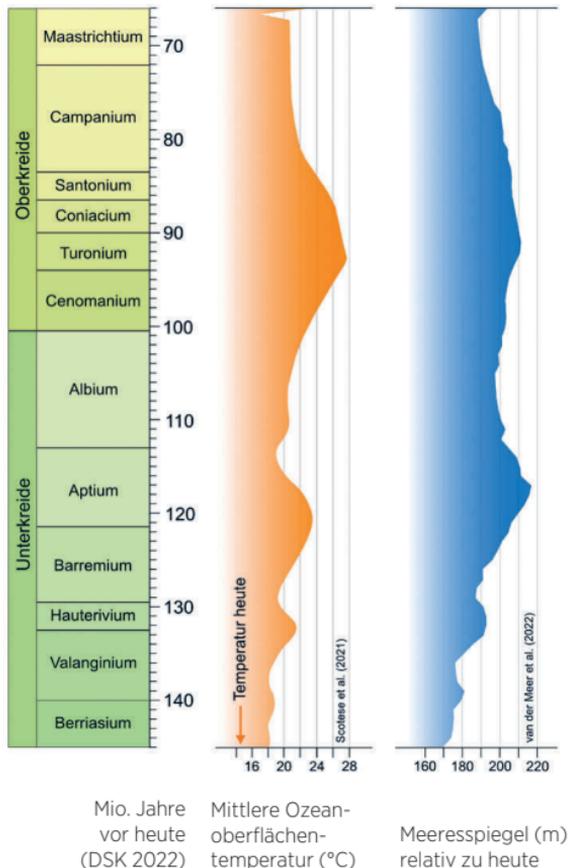


**Kreidezeit im
GeoPark Ruhrgebiet**

Kreidezeit im GeoPark Ruhrgebiet

Weltweite Temperaturerhöhung durch zunehmende Gehalte von Kohlendioxid (CO₂) und anderen Treibhausgasen in der Atmosphäre, Gletscherschmelze und ein Anstieg des Meeresspiegels – der aktuelle Klimawandel ist längst spürbar geworden. Bis zum Jahr 2100 könnte der Meeresspiegel um einen Meter ansteigen. Wenn dabei auch die Temperatur um 5 °C zunimmt, würde der Meeresspiegel anschließend auch ohne weitere Erderwärmung über die nächsten 2000 Jahre um etwa 20 m ansteigen. Denn dann setzt sich die Eisschmelze fort, das ozeanische Tiefenwasser wird ebenfalls wärmer und dehnt sich dabei langsam aus. Dann werden weltweit tiefliegende Landflächen überflutet und im Bereich

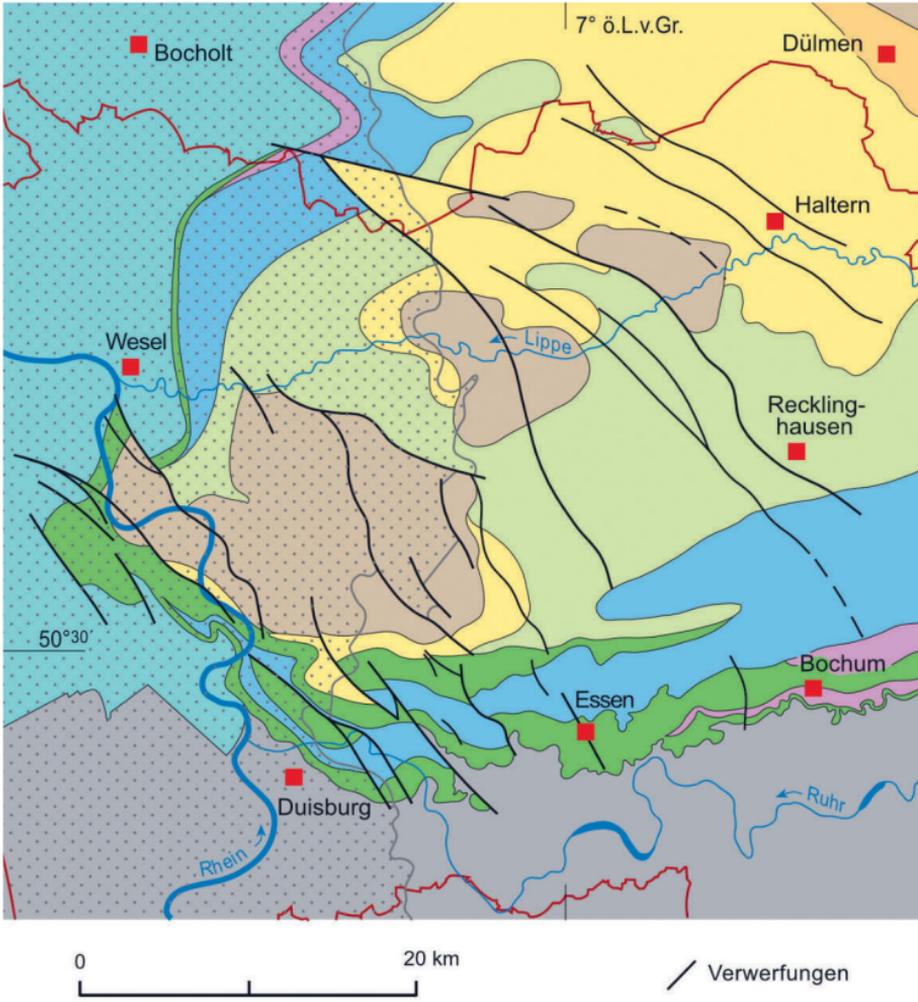
Abb. 1:
Temperatur
und Meeresspiegel in der
Kreidezeit



des GeoParks läge der Duisburger Binnenhafen an der Küste. Doch selbst dieses Szenario wäre noch nichts im Vergleich zur Kreidezeit, als der Meeresspiegel zeitweise mehr als 200 m höher lag als heute [Abb. 1]. Werfen wir einen Blick zurück in diese eisfreie Treibhauswelt vor 145 – 66 Millionen Jahren.

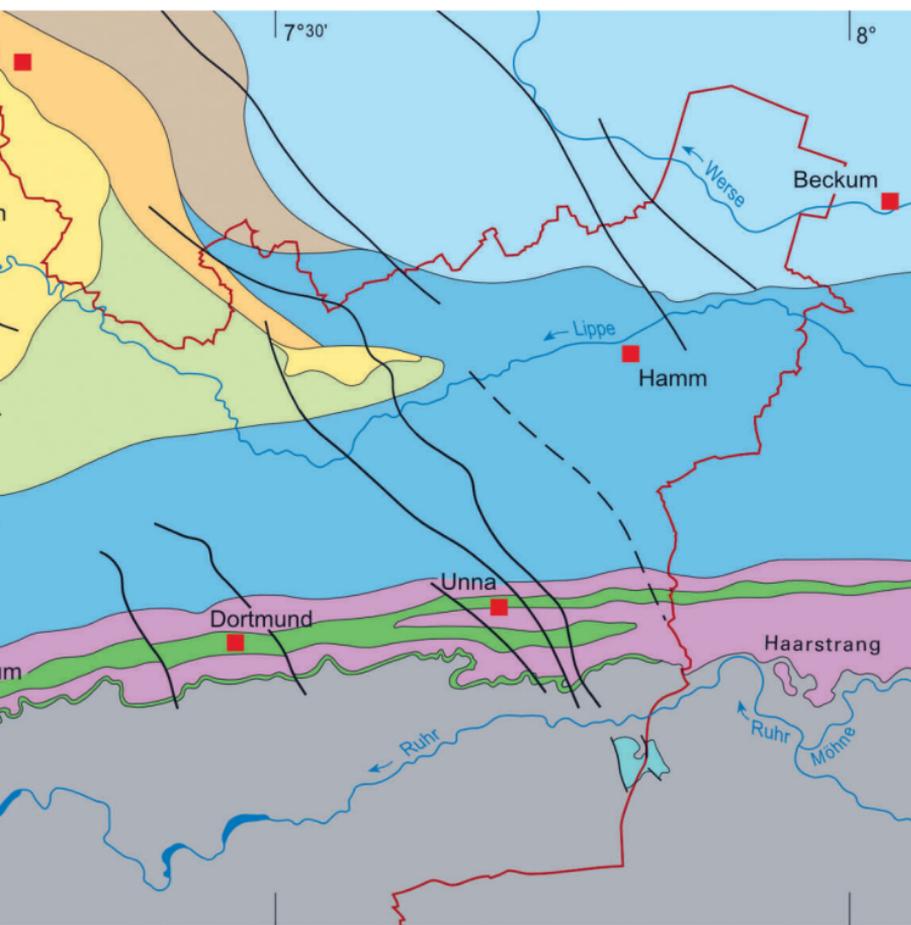
Kreidezeit und Ruhrgebiet

Rund 60 % der Fläche des GeoParks Ruhrgebiet werden von Ablagerungen der Kreidezeit eingenommen, die hier überwiegend flach auf dem gefalteten Steinkohlengebirge der jüngeren Karbonzeit (Oberkarbon, 330 – 300 Mio. J.) liegen. Zwischen den Kreideschichten und ihrem Unterlager klafft also eine große Lücke von teilweise mehr als 200 Millionen Jahren. Kreidezeitliche Gesteine bilden den größten Teil des von den Bergleuten so genannten Deckgebirges, das die Steinkohle führenden Schichten überdeckt. Es wurde von hunderten Schächten durchteuft, um an die Kohlevorräte des Karbons zu gelangen. Die Kreideschichten sind daher gut bekannt, auch wenn sie an der Oberfläche meist von einem dünnen Schleier aus eiszeitlichen Ablagerungen und im Westen auch von tertiärzeitlichen Schichten verhüllt werden. Ablagerungen der Kreidezeit finden sich nördlich der Linie Mülheim – Essen – Bochum – Dortmund flächenhaft verbreitet, wobei ihre Mächtigkeit nach Norden stetig zunimmt und am Nordrand des GeoParks, zum Beispiel bei Wulfen (westlich Haltern), bis zu 1000 m erreichen kann [Abb. 2]. Die Kreideablagerungen des GeoParks sind Teil des Münsterländer Kreidebeckens, in dem vom Ruhrgebiet bis zum Teutoburger Wald in einer trogartigen Struktur bis zu 2500 m mächtige kreidezeitliche Gesteine überliefert sind [Abb. 3].



Mergelstein, Kalkstein	Ahlen-Formation	Campanium
Mergelstein, z.T. sandig	Bottrop-Formation Holtwick-Formation	Untercampanium
Sandstein, kalkig, Sandmergelstein	Dülmen-Formation	Untercampanium
Sand	Haltern-Formation	Santonium- Untercampanium
Sandmergelstein	Recklinghausen-Formation	Santonium

Abb. 2:
Verbreitung von Kreidegesteinen im GeoPark Ruhrgebiet



Überdeckung durch Tertiär-Schichten



Grenze des GeoPark Ruhrgebiet

vorwiegend Tonmergelstein	Emscher-Formation	Coniacium-Untercampanium
Kalkstein, Mergelstein	Plänerkalk-Gruppe	Cenomanium-Untercenomanium
Sandmergelstein, stark glaukonitisch (Grünsand)	Emscher-Grünsand-Subformation Duisburg-Formation (Mülheim-, Soest- u. Bochum-Grünsand-Subfm.) Essen-Grünsand-Formation	Coniacium-Santonium Coniacium Turonium Cenomanium
		Perm, Trias, Jura
		Devon, Karbon

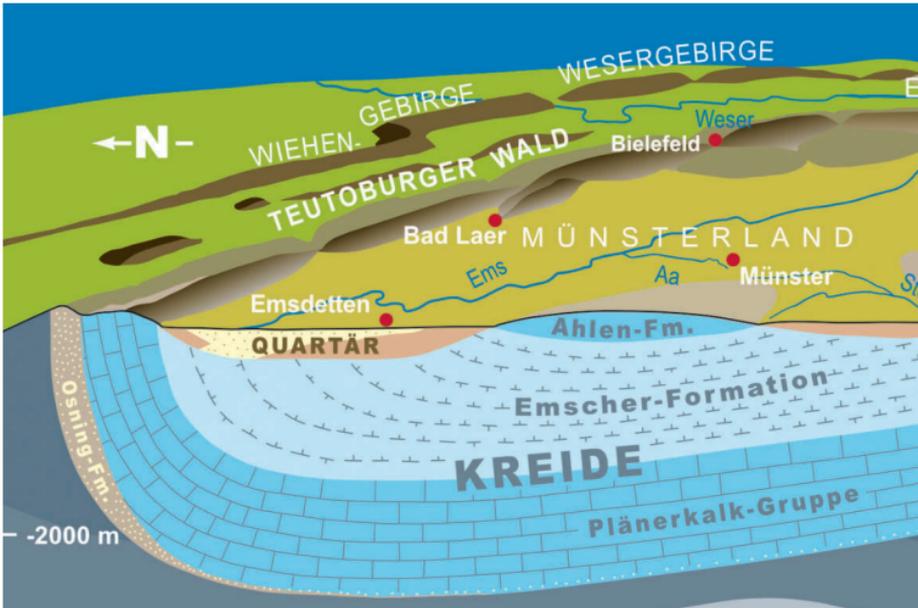
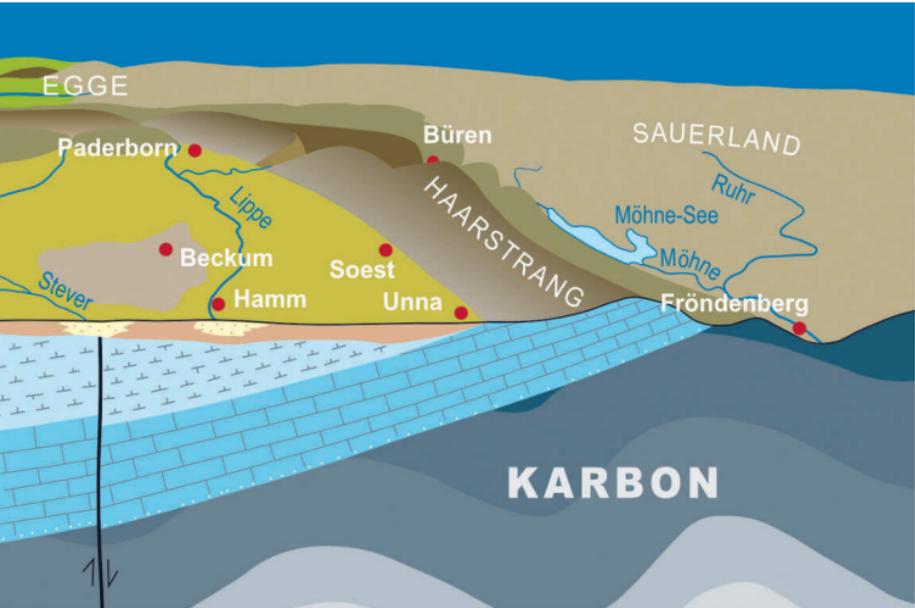


Abb. 3: Schematischer Schnitt durch die Münsterländer Kreidemulde

Die Geschichte einer Meeresüberflutung

Das Festland vor der großen Flut

In der älteren Kreidezeit (Unterkreide, 145 – 100,5 Mio. J.) waren das Gebiet des GeoParks sowie das gesamte Münsterland ein flaches, eingerumpftes Festlandsgebiet, dessen Oberfläche größtenteils durch die Gesteine der jüngeren Karbonzeit gebildet wurde. Bei einer damaligen geographischen Breite von 30 bis 32°N (heute 52°N), also in einer Lage wie heute die Städte Kairo und Jerusalem, herrschten warm-feuchte Klimabedingungen. Bei einem geringen Relief hatten sich tiefgründig verwitterte Böden entwickelt. Es gab Seen und langsam nach Norden entwässernde Flüsse. Eine üppige Vegetation mit Nacktsamern (z. B. Palmfarne, Nadelholzgewächse u. a.) und den gerade aufkommenden Bedecktsamern (Blütenpflanzen) bestimmte das Landschaftsbild. In Höhlenfüllungen, die bei Wülfrath im Bergischen Land entdeckt wurden, ist uns die damalige Pflanzenwelt in Form von detailreichen Holzkohleresten überliefert worden [Abb. 4].



Dinosaurier mit pflanzenfressenden Vertretern der Gattung *Iguanodon* sind aus Höhlenfüllungen des Sauerlandes, z. B. bei Brilon-Nehden, bekannt; sogar Zähne von frühen Säugetieren wurden gefunden. Die Küste des nördlich angrenzenden Meeres verlief wenige Kilometer südlich von Osnabrück und wird durch die Sandsteine des Teutoburger Waldes und des Eggegebirges markiert [Abb. 5].

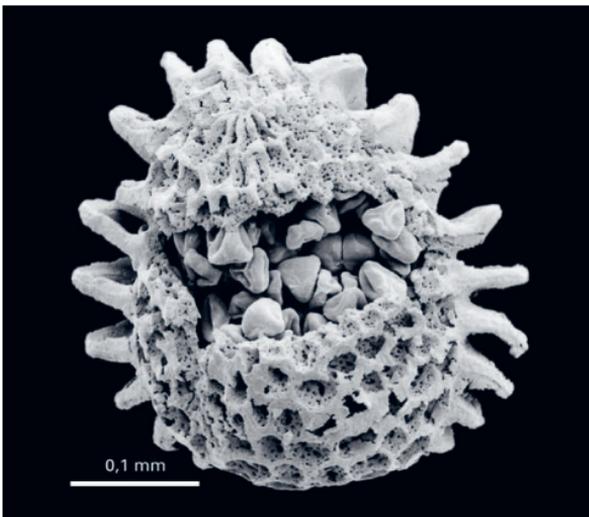


Abb. 4: Sporenbehälter (Sporangie) eines Farns aus Höhlensedimenten der Unterkreide aus dem Raum Wülf-rath. Im Innern sind noch Miosporen erhalten



Abb. 5:
Verteilung von Land und Meer während des Cenomaniums und frühere Küstenlinien im Abtium und Albiun

Im Westteil des heutigen GeoParks lag eine große Flussmündung, die sich trichterartig etwa von Duisburg bis ins nordwestliche Münsterland erstreckte.

Die große Flut beginnt

Im mittleren Albiun, also gegen Ende der Unterkreide vor etwa 105 Millionen Jahren, änderten sich die Verhältnisse grundlegend. Von Norden setzte eine großräumige Überflutung ein. Weite Bereiche des heutigen Ruhrgebiets wurden Teil einer Ur-Nordsee. Die Ursachen dieser Überflutung sind vielschichtig. Sicher spielten globale paläogeographische Veränderungen im Zusammenhang mit der allmählichen Öffnung des nördlichen Atlantiks und der beginnenden Alpenentstehung eine entscheidende Rolle. Schon vor Beginn der Kreidezeit war die Erde

weitgehend eisfrei und der Meeresspiegel lag entsprechend hoch. Plattentektonische Bewegungen führten in der Kreidezeit zu verstärkten Magmenausflüssen am Meeresboden. Das austretende Magma verdrängte viel Wasser, wodurch der Meeresspiegel nochmals stark anstieg. Zeitweise lag er 200 m höher als heute [Abb. 1]. Weltweit wurden tief liegende Landbereiche überflutet, so auch das heutige Münsterland und Ruhrgebiet.

Der subozeanische Vulkanismus setzte große Mengen CO_2 frei. Modellierungen der CO_2 -Konzentrationen auf Basis von Paläotemperaturen und paläobiologischen Daten, die nach wie vor mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sind, liegen für das Cenomanium und Turonium bei 600 bis 2400 ppm (parts per million). Diese Werte übertreffen deutlich den heutigen CO_2 -Gehalt von 415 ppm im Jahr 2021. Die erhöhte CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre führte zu einem globalen Anstieg der Temperaturen, die zeitweise um mehr als 10°C höher lagen als heute [Abb. 1].

Im Cenomanium (100,5–94 Mio. J.) verlief die Südküste des Meeres etwa entlang einer Linie Duisburg – Mülheim – Essen – Bochum – Dortmund und von dort weiter über Arnsberg in das nordöstliche Sauerland [Abb. 5]. Aus Mülheim, Bochum und Fröndenberg-Frörmern sind küstennah gebildete Strandsedimente mit groben Geröllen und Kiesen bekannt, so genanntes



Abb. 6: Geologischer Garten in Bochum-Wiemelhausen. Kreidegesteine lagern nahezu waagrecht auf den gefalteten Schichten der Karbonzeit.

Konglomerat. Außerdem kommt grüner oder brauner, kalkiger Sand- und Mergelstein vor, der direkt den gefalteten Gesteinen des Karbons aufliegt [Abb. 6, siehe auch „Geologie zum Anschauen“]. Diese Gesteine werden als Essen-Grünsand-Formation zusammengefasst [Abb. 7].

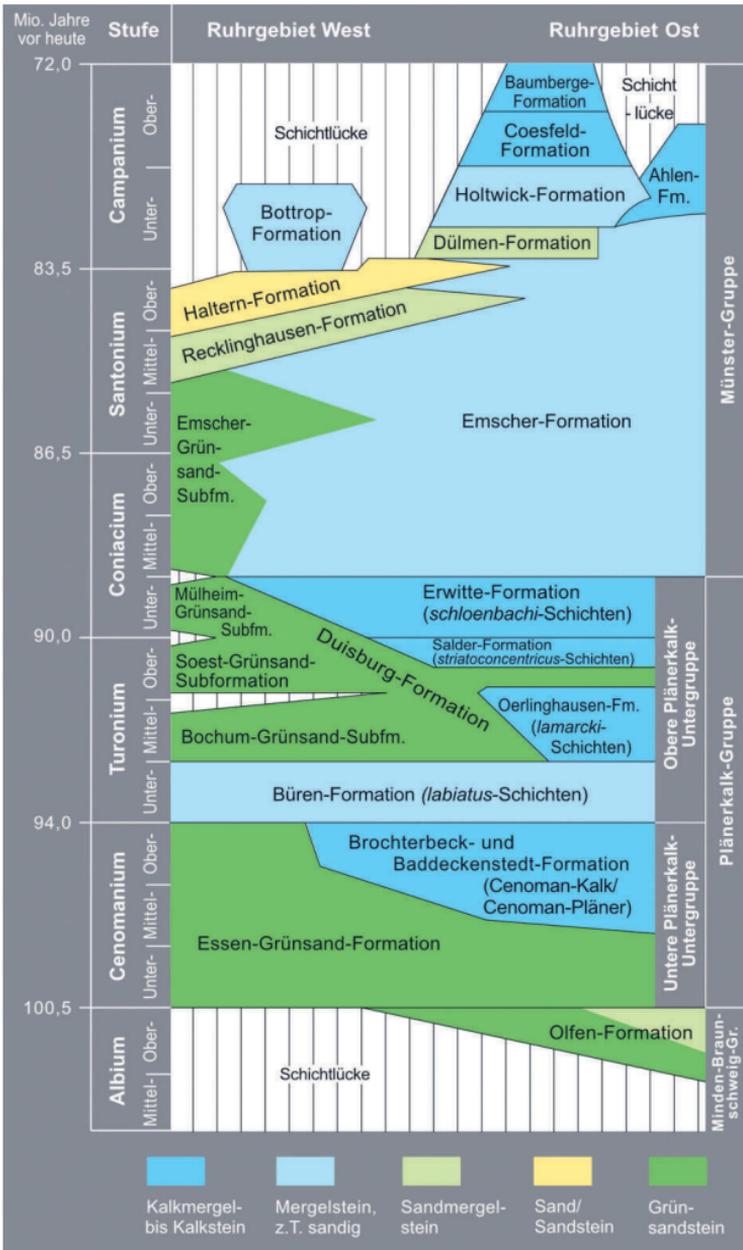


Abb. 7: Schichtenfolge der Kreide im Bereich des GeoPark Ruhrgebiet

Ihre charakteristische grüne Farbe wird durch das Mineral Glaukonit verursacht, das sich häufig im Flachmeer aus ton- und eisenhaltigen Verbindungen bildet. Verwittert der Grünsand an der Erdoberfläche, nehmen die eisenreichen Glaukonitkörner eine braune Farbe an, sie „rosten“.

Nur im küstennahen Flachmeer wurde Grünsand abgelagert, während küstenferner stärker kalkhaltige Gesteine auftreten. Sie werden als Plänerkalkstein bezeichnet und sind in der geologischen Übersicht [Abb. 2] als Plänerkalk-Gruppe zusammengefasst. Mit dem weiter ansteigenden Meeresspiegel dehnten sich die Plänerkalk-Ablagerungen nach Süden und Westen aus und überlagern daher in weiten Teilen des Ruhrgebiets die Sedimente der Küstenregion aus der ersten Überflutungsphase. Dies ist heute noch gut in den alten Steinbrüchen von Fröndenberg-Frömern zu sehen. Die küstenfern gebildeten Kalksteine bauen sich teilweise aus den Resten größerer Organismen mit Kalkschalen auf, etwa Muscheln, Seeigel oder Ammoniten, vornehmlich aber aus den Skeletten einzelliger, Photosynthese betreibender Algen [Coccolithen, Calcisphären; Abb. 8] und tierischer Einzeller [Foraminiferen, Abb. 9].



Abb. 8:
Kalkpanzer
mikroskopisch kleiner
planktonischer
Algen
(Coccolithen),
die gesteins-
bildend in der
Kreide sind.



Abb. 9:
Foraminiferen
(tierische Einzel-
ler), sie kommen
sehr häufig in
Kreidegesteinen
vor.

Diese Mikroorganismen lebten zum Teil am Meeresgrund, überwiegend aber als passiv driftendes Plankton in der Wassersäule. Neue mikropaläontologische Studien des Grünsands belegen extrem artenreiche Plankton-Assoziationen und Ozeanbedingungen, wie sie heute eher in küstenferneren Regionen bestehen. Vergleichbare Bedingungen finden wir heute in der Sargasso-See zwischen den Bermudas, Florida und den Azoren. Während des gesamten Cenomaniums lässt sich eine Zunahme der Karbonatgehalte beobachten, ein Trend, der den Anstieg des Anteils an kalkschaligem Plankton und die zunehmende Ozeanisierung des Lebensraums widerspiegelt. Die küstenfernen Ablagerungen verändern sich dementsprechend von Mergelstein (Mergel = Kalk-Ton-Gemisch) im älteren Cenomanium über eine Wechselfolge von Kalk- und Mergelstein zu reinem Kalkstein im jüngeren Cenomanium.

Auch im Turonium (94–90 Mio. J.) blieb so die küstenfernere Situation mit kalkreicher Sedimentation für den Ostteil des Ruhrgebiets bestehen, während sich nach Westen durch Grünsand- und Sandmergelablagerung der Duisburg-Formation die größere Nähe zur Küste widerspiegelt. Ganz im Osten des GeoParks bei Unna ist Plänerkalkstein an mehreren Stellen gut erschlossen, z.B. im Tal des Lünerner Baches [Abb. 10], während der Grünsand dieser Zeit im Ruhrgebiet heute nicht mehr aufgeschlossen, aber aus zahlreichen Schächten und Bohrungen bestens bekannt ist.

Abb. 10:
Plänerkalk-
stein im Tal
des Lünerner
Baches bei
Unna-Mühl-
hausen



Die Absenkung des Untergrundes

Im weiteren Verlauf der jüngeren Kreidezeit erfolgte vom Turonium bis Santonium (94 – 83,5 Mio. J.) eine kontinuierliche Absenkung des Untergrundes, was durch die Ablagerung großer Sedimentmengen wieder ausgeglichen wurde. Da in diesem Zeitraum auch der Meeresspiegel nur geringfügig schwankte, blieben sowohl die Tiefe als auch die Ausdehnung des Meeres weitgehend unverändert.

Im südlichen und westlichen Teil des Ruhrgebiets war die Absenkung vergleichsweise gering. Dementsprechend ist die Mächtigkeit der dort abgelagerten Kreideschichten deutlich geringer als im Norden und Osten des GeoParks sowie im angrenzenden zentralen und östlichen Münsterland, wo im Coniacium und Santonium (90 – 83,5 Mio. J.) maximale Senkungsbeträge erreicht wurden. Gleichzeitig mit der Absenkung hoben sich der Raum nördlich des Teutoburger Waldes und das westlich an das Münsterland angrenzende niederländische Gebiet. Von diesen aktiven Hebungsgebieten wurden Gesteine abgetragen und in Form von Ton und Mergel, im Westen zum Teil auch Sand, in das absinkende Münsterländer Kreidebecken verfrachtet.

Zur Zeit der stärksten Absenkung wurde vom Mittelconiacium bis Santonium der blaugraue Mergelstein der Emscher-Formation abgelagert. Er ist in der namensgebenden Emscherregion sowie im Ostteil des GeoParks und darüber hinaus im gesamten Münsterland weit verbreitet [Abb. 3]. So wurde im Raum östlich von Münster in einem Zeitraum von etwa 5 Millionen Jahren eine 2000 m mächtige Tonmergelsteinfolge abgelagert, die am Nordrand des GeoParks, im Raum Herne – Recklinghausen, immerhin noch 600 m erreicht. Auf den ersten Blick ist der Mergelstein der Emscher-Formation recht einheitlich ausgebildet. Im Detail zeigt er aber vielfach ein rhythmisches Erscheinungsbild, etwa in einer aufgelassenen Mergelgrube in Castrop-Rauxel [Abb. 11], wo sich im Dezimeterbereich Schichten mit Karbonatanteilen von ca. 20 % mit solchen von ca. 30 – 40 % abwechseln. Es ist noch unklar, ob

diese Rhythmen auf zyklische Schwankungen der Karbonatproduktion durch Mikroorganismen oder durch zyklische Variationen der Zufuhr von Tonmaterial beruhen. Relativ kurzfristige Klimaschwankungen, sog. Milanković-Zyklen, können in beiden Fällen die Ursache sein.

Abb. 11:
Gesteine der
Emscher-
Formation,
Mergelgrube
der ehem.
Ziegelei Leß-
möllmann in
Castrop-
Rauxel, Auf-
schlusszu-
stand ca. 1982



Im mittleren und westlichen Ruhrgebiet ist der Mergelstein der Emscher-Formation meist etwas sandig oder geht in Grünsand über [Emscher-Grünsand-Subformation, Abb. 7], was wiederum als Hinweis auf die Nähe zur Küste zu werten ist. Einen größeren Raum nehmen dort außerdem stärker sandige Ablagerungen des Mittel- und Obersantoniums ein, wie der Sandmergel der Recklinghausen-Formation und der schluffige Osterfelder Sand (als Teil der Haltern-Formation). Hinzu kommt der reine Quarzsand der Haltern-Formation [vgl. Abb. 7].

Der typische ockergelbe, manchmal auch schneeweiße Sand der Haltern-Formation (s. Titelbild) ist in einem Gebiet am Nordrand des GeoParks verbreitet, das regional begrenzt während der Ablagerung stark abgesunken ist und mit bis zu 300 m mächtigem Sand aufgefüllt wurde [Abb. 12]. Der sehr gleichkörnige Sand wurde vermutlich von Nordwesten aus dem holländischen Raum herantransportiert. Fossilien belegen, dass er eine flachmarine Ablagerung darstellt, die der weiter südwestlich gelegenen Küste als Sandbarre vorgelagert war und mit östlichen Strömungen bis in den Raum Werne-Ehringhausen verfrachtet wurde. Vereinzelt wurde der Sand nachträglich durch kieselsäurehaltige Lösungen zu harten quarzitischen Sandstein-

bänken verkittet. So bildet der widerstandsfähige Stimberg-Quarzit die auffallende Bergkuppe des Stimbergs in der Haard bei Oer-Erkenschwick [Abb. 13].



Abb. 12:
Sandgrube in
der Haltern-
Formation in
der Emmel-
kämper Mark
bei Dorsten



Abb. 13:
Quarzitisch
verfestigter
Sand der
Haltern-
Formation
am Stimberg
bei Oer-
Erkenschwick

Verflachung und Auftauchen

Der jüngste Abschnitt der Kreidezeit ist im gesamten Münsterländer Kreidebecken durch einen Stillstand der Absenkung und einen allmählichen Rückzug des Meeres gekennzeichnet. Im Campanium (83,5–72 Mio. J.) bestand zunächst noch ein sehr flaches Meeresgebiet, das bis an den Niederrhein im Raum Wesel reichte. Weiter nach Osten, im Raum Hamm – Beckum – Münster, war das Meer noch deutlich tiefer. Hier wurde zwar weiterhin Kalk- und Mergelstein abgelagert, durch untermeerische Rutschungen sowie durch Stürme verursachte Sedimentstrukturen weisen allerdings auf Bodenunruhen und eine allmähliche Hebung des Untergrundes hin. Das nahe Ende der

Meeresüberflutung kündigt sich an. Auch das Klimaoptimum war im Campanium bereits überschritten; es begann eine allmähliche Abkühlungsphase. Im GeoPark sind aus dieser Epoche ein fossilreicher Kalksandstein im Gebiet zwischen Lüdinghausen und Dülmen (Dülmen-Formation), der meist graugrüne Mergel der Bottrop-Formation und ganz im Osten bei Hamm und Ahlen der Ausläufer der Mergel- und Kalkstein-Wechselfolge von Beckum (Ahlen-Formation) überliefert.

Gesteine der jüngsten Kreidezeit (Maastrichtium, 72 – 66 Mio. J.) fehlen nicht nur im GeoPark, sondern auch im gesamten Münsterland. Sie wurden entweder nie abgelagert oder später wieder abgetragen. In diesem Zeitraum muss sich das Meer endgültig zurückgezogen haben. Großräumige Hebungen im sich anschließenden Känozoikum (66 Mio. J. – heute) bewirkten, dass sich die Oberfläche des GeoParks heute deutlich über dem Meeresspiegel befindet. Sowohl die zunächst starke Absenkung des Kreidebeckens im Coniacium und Santonium als auch die anschließende Heraushebung ist eine Fernwirkung der Alpenentstehung. Durch die tektonische Plattenkollision von Afrika mit Europa wurde nicht nur dieses Gebirge aufgefaltet; es änderte sich vielmehr der Beanspruchungsplan der gesamten europäischen Erdkruste, so dass beispielsweise an vielen älteren Gebirgsstörungen nunmehr eine Umkehr des Bewegungssinnes erfolgte.

Und die Zukunft?

Was lässt sich nun aus den Verhältnissen der Kreidezeit für eine Prognose der Zukunft unserer Erde ableiten? Grundsätzlich wird zunächst deutlich, dass solche enormen Überflutungen und die damit einhergehenden drastischen Veränderungen von Lebensräumen real sind. Für die hohe CO₂-Konzentration in der Atmosphäre war in der Kreidezeit ein Anstieg submariner vulkanischer Aktivität verantwortlich. Diese Rolle hat heute der Mensch durch den Verbrauch fossiler Brennstoffe übernommen. Der Effekt bleibt der gleiche: Das Eis der Polarregionen und anderer Gebiete schmilzt ab, das wärmer werdende Wasser

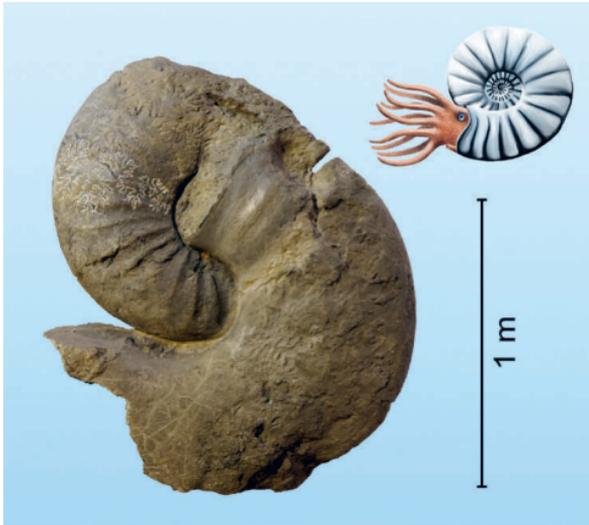
dehnt sich zusätzlich aus und der Meeresspiegel steigt deutlich. Wechselwirkungen, zum Beispiel zwischen den Zusammensetzungen der Ozeane, ihrer Lebewelt und der Atmosphäre, lassen sich aus Kreidegesteinen ablesen, die so wertvolle Hinweise für zukünftige Entwicklungen liefern können. Das Ausmaß der Verschiebung von Küstenlinien und der zeitliche Ablauf lassen sich allerdings durch das Studium der Kreidezeit kaum vorhersagen. Einige Faktoren waren anders als heute, so zum Beispiel die Größe, Verteilung und relative Höhenlage der Kontinente und Ozeane. Ob dem Ruhrgebiet eine Zukunft als Küstenmetropole bevorsteht, ist somit offen.

Leben im Kreidemeer

Im Meer der Kreidezeit existierten, je nach Wassertiefe und Küstennähe, viele unterschiedliche Lebens- und Ablagerungsräume. Das Klima war deutlich wärmer als in vergleichbaren Breitengraden heute. Gewaltige Ammoniten, marine Saurier, bizarre Schwämme und Haie bevölkerten das Meer. In den kreidezeitlichen Ablagerungen des GeoParks sind Reste dieser Lebewesen häufig als Fossilien anzutreffen. Viele wurden in den vergangenen Jahrzehnten in früheren Aufschlüssen oder beim Abteufen der zahlreichen Schächte geborgen, und sind zum Teil in Schausammlungen zu bewundern. Baugruben bieten aber auch heute noch Gelegenheit, Kreidefossilien zu entdecken.

Die bekanntesten Fossilien des Kreidemeeres sind vermutlich die Riesenammoniten, Verwandte des heutigen *Nautilus*. In Gesteinen der Dülmen-Formation wurde bei Lüdinghausen-Seppenrade, wenige Kilometer außerhalb des GeoPark-Gebietes, der mit 1,74 m Durchmesser größte Ammonit der Welt gefunden, *Parapuzosia seppenradensis*. Er ist im LWL-Museum für Naturkunde in Münster zu bewundern, hat aber als Abguss seinen Weg auch in amerikanische Museen gefunden. Auch aus der Bottrop-Formation sind einige Exemplare von *Parapuzosia seppenradensis* bekannt. Im Hünxer Wald fand sich im Sand der Haltern-Formation (Obersantonium) der Riesenammonit *Parapuzosia leptophylla*, der mit einem

Abb. 14:
Riesenammonit
*Parapuzosia
leptophylla*
aus Sanden
der Haltern-
Formation im
Hünxer Wald



ursprünglichen Durchmesser von ca. 1,4m ebenfalls zu den größten bislang gefundenen Ammoniten Nordwestdeutschlands gehört [Abb. 14]. Aus etwa 81–80 Millionen Jahre altem Mergelstein von Holtwick und Coesfeld ist eine spektakuläre Schwamm- und Ammonitenfauna bekannt, die ein reiches Bodenleben in einem sauerstoffreichen Flachmeer von nur wenigen Zehnermetern Wassertiefe belegt [Abb. 15].

Abb. 15:
Zwei Kiesel-
schwämme,
trichter- und
pilzförmiger
Vertreter aus
Kreideschich-
ten im Raum
Coesfeld
(Münster-
land). Oberer
Durchmesser
des Kelchs:
14 cm



Fossile Überreste von Schwimmsauriern fanden sich im Mergel der Bottrop-Formation sowie im Bochum-Grünsand bei Unna. Charakteristisch sind in nahezu allen Kreideablagerungen des

GeoParks Muscheln der Inoceramen-Familie, die eine dicke Schale aus senkrecht zur Oberfläche angeordneten Calcitkristallen und kräftige Rippen besitzen [Abb. 16]. Einige Arten können sogar mehrere Dezimeter groß werden.



Abb. 16:
Inoceramus balticus, eine typische Muschel aus dem jüngsten Teil der Emscher-Formation. Breite der Muschel: 10 cm

Andere typische Fossilien sind die Rostren (Donnerkeile) von Belemniten [Abb. 17], einer ausgestorbenen Gruppe von Kopffüßern, die den heutigen Kalmaren ähnelt.



Abb. 17:
„Donnerkeile“ eines typischen Belemniten des unteren Campaniums

Reste von Schwämmen, Schneckengehäuse, Schalen und Stacheln von Seeigeln oder Haifiszähne sind andere Fossilien, die häufig gefunden werden und meist leicht zu erkennen sind.

Nutzbares aus der Kreide

Die Kreidezeit trägt ihren Namen nach der Schreibkreide, einem vielseitig nutzbaren Gestein, das zum Beispiel auf Rügen, in

Dänemark oder an der englischen Kanalküste bei Dover vorkommt. Im GeoPark sind derartige Gesteine zwar nicht vertreten, doch auch hier sind oder waren die Ablagerungen der Kreidezeit vielfältig für den Menschen nutzbar.

Die Gewinnung kreidezeitlicher Grünsandsteine spielte im GeoPark nur eine geringe Rolle, wofür die starke Konkurrenz durch den qualitativ besseren Grünsandstein aus dem Raum Soest und Anröchte und den Ruhsandstein aus dem Karbon wohl der Hauptgrund war. Der Grünsandstein der Essen-Grünsand-Formation wurde nur in geringem Umfang, zum Beispiel im Raum südlich von Unna, abgebaut und meist im Wegebau verwendet. In Dortmund-Hörde sowie bei Fröndenberg-Bausenhagen wurden im 19. Jahrhundert eisenreiche Einlagerungen in der Essen-Grünsand-Formation als Eisenerz gewonnen.

Auch der Plänerkalkstein hatte als Rohstoff eher lokale Bedeutung. Der meist unregelmäßig brechende Kalk- und Kalkmergelstein mit mittlerer Festigkeit wurde vor allem im Raum Unna als Bruchstein oder als Wegebbaumaterial eingesetzt. Spätestens seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts aufgelassene Abbaustellen im Stadtgarten von Unna sowie im Lünerner Bachtal bei Unna-Mühlhausen [Abb. 10] sind noch vorhanden.

Abb. 18:
Cappenberger
Sandstein der
Recklinghausen-
Formation im
alten Steinbruch
„Am Brauerei-
knapp“, Selm-
Cappenberg



Ebenfalls nur historisch interessant ist der schon mittelalterliche Abbau des Cappenberger Sandsteins bei Selm, einem zum Teil recht festen Sandmergel- bis Kalksandstein der Recklinghausen-Formation, der in der näheren Umgebung als Baustein verwendet wurde [Abb. 18]. Auch verkieselte oder durch Brauneisen verfestigte Sandsteinbänke aus der Haltern-Formation finden wir heute als Baustein in historischen Bauwerken, beispielsweise in der Pfarrkirche von Haltern-Flaesheim oder der Burg Vischering in Lüdinghausen. Zudem wurden sie als Packlage im Wegebau verwendet.

Unmittelbar östlich des GeoParks, im Raum Beckum, wird Kalkmergel- und Kalkstein des Campaniums dagegen bis heute in großem Umfang als Zementrohstoff gewonnen.

Wirtschaftlich wichtiger als die zuvor beschriebenen kreidezeitlichen Sand- und Kalksteine waren und sind im GeoPark die Tonmergelsteine sowie die Lockergesteine der Oberkreide. So wurde Tonmergel der Emscher- und Bottrop-Formation früher in unzähligen Gruben gewonnen und zu Ziegeln, Dachpfannen und keramischen Erzeugnissen verarbeitet. Besonders geeignet waren die obersten zu Lehm verwitterten Partien, da sie aufgelockert und weitgehend entkalkt sind und somit einen höheren Tonanteil besitzen. Im 19. Jahrhundert existierten beispielsweise allein in Lünen 13 Ziegeleien und bis zu acht Töpfereien gleichzeitig. Zuletzt wurde Tonmergelstein der Emscher-Formation noch in Waltrop für die Ziegelherstellung gewonnen.

Der bedeutendste kreidezeitliche Rohstoff ist unverfestigter Sand. Der zur Haltern-Formation gehörende Osterfelder Sand wurden bis vor wenigen Jahrzehnten in zahlreichen Gruben gewonnen, da er wegen seines Feinkornanteils besonders gut als Formsand in den Eisengießereien nutzbar war. Die Vorkommen sind heute aber fast vollständig abgebaut. Hingegen ist der Sand der Haltern-Formation (Halterner Sand) nach wie vor ein wichtiger Rohstoff. Gruben bei Schermbeck lassen einen ockerfarbenen Sand erkennen, der durch Brauneisenausfällungen seine heutige Farbe erhalten hat. Diese farbige

Varietät des Halterner Sands wird in der Bauindustrie vielfältig genutzt, z. B. als Schüttgut oder auch zur Kalksandsteinherstellung. Weißer Quarzsand steht heute überwiegend unter dem Grundwasserspiegel an und wird in großen Gewinnungsteichen mit Saugbaggern abgebaut. Der als Badegewässer bekannte Silbersee und verschiedene andere Sandgruben bei Haltern, Flaesheim und Sythen liefern diesen schneeweißen Sand, der wegen seiner extremen Reinheit (bis zu 99,9% SiO_2) ein wertvolles Industriemineral darstellt. Er kann nicht nur im Bauwesen eingesetzt werden, sondern lässt sich auch als Rohstoff in der Glasindustrie und chemischen Industrie sowie zur Herstellung von Gussformen nutzen. In feinstkörnig gemahlener Form findet er als Füllstoff in Kunststoffen, als Schleif- und Poliermittel sowie als Rohstoff in der keramischen Industrie Verwendung.

Der Sand der Haltern-Formation hat zudem eine enorme Bedeutung als Grundwasserspeicher für das Ruhrgebiet. Mit Mächtigkeiten von bis zu 300 m und einer guten Wasserwegsamkeit ist er ideal für die Trinkwassergewinnung, vor allem dort, wo überlagernder Mergelstein oder tonige Deckschichten vor Verunreinigungen schützen (vgl. GeoPark Themen 4: Grundwasser im Ruhrgebiet).

Geologie zum Anschauen

1. Mülheim, Steinbruch Rauem am Kassenberg

Lage: Werkseinfahrt am Heuweg, Mülheim an der Ruhr (Koordinaten: UTM 32 351850, 56 98700).

Der als Naturdenkmal geschützte Aufschluss liegt auf einem umzäunten Privatgelände und kann nur nach vorheriger Anmeldung besucht werden.



Abb. 19:
Kassenberg
in Mülheim
an der Ruhr.
Historische
Aufnahme der
Brandungs-
plattform mit
zahlreichen
Kolken (1933)

Am Kassenberg hat das heranflutende Kreidemeer im Cenomanium Kolke in den Untergrund aus Karbonsandstein eingegrast [Abb. 19]. Die Kolke entstanden auf einer Brandungsplattform im unmittelbaren Strandbereich und wurden später mit Brandungsschutt verfüllt, in dem auch viele Fossilien überliefert sind. Heute sind hiervon nur noch wenige Reste zu sehen; der größte Teil ist dem Steinbruchbetrieb zum Opfer gefallen. Gut

erkennbar ist aber noch eine rund 1 m mächtige Lage aus groben Strandgeröllen aus dem Randbereich der früheren Brandungsplattform [Abb. 20].

Abb. 20:
Strandkon-
glomerat am
Kassenberg
in Mülheim an
der Ruhr



2. Geologischer Garten Bochum

Lage: Bochum-Wiemelhausen, Querenburger Str. 45, hinter dem Schulzentrum (Koordinaten: UTM 32 377300, 57 03450). Öffentliche Grünanlage mit Erläuterungstafeln. Exkursionsführer: <https://www.bochum.de/media/Geologischer-Garten-Bochum-Exkursionsfuehrer>

Auch im Geologischen Garten Bochum lässt sich die ehemalige Küstenlinie des Cenoman-Meeres rekonstruieren. In großen Teilen des Gartens liegt nur mäßig verfestigter und durch Verwitterung braun verfärbter Grünsandstein der Essen-Grünsand-Formation in einer Mächtigkeit von 5 bis 6 m über verfalteten Oberkarbongesteinen mit Kohlenflözen. Gut zu erkennen sind die unterschiedlichen Lagerungsverhältnisse von Karbon (verfaltet) und Kreide (horizontal). Zwischen beiden Einheiten klafft eine Zeitlücke von ca. 210 Millionen Jahren! Im Norden des Geologischen Gartens dünnt der Grünsandstein aus und fehlt auf der von einem Karbonsandstein gebildeten

Nordflanke des Aufschlusses vollständig. Im Cenomanium bildete die resistente Sandsteinbank eine Küstenklippe. Der Essen-Grünsand wurde auf der vorgelagerten Brandungsplattform abgelagert [Abb. 6].

3. Steinbrüche bei Fröndenberg-Frömern

Lage: Nördlich der Frömerner Straße zwischen Frömern und Ostbüren (Koordinaten: UTM 32 413600, 57 07100); Erläuterungstafel. Die Steinbrüche sind Station am „Wanderweg der Geotope“ in Frömern.



Abb. 21: Fröndenberg-Frömern, Kliffoberfläche. Unten dickbankiger Karbonsandstein mit Auskolkungen an der Oberkante. Die Kolke sind mit Ablagerungen aus dem Cenomanium und Turonium verfüllt.

Auch in Fröndenberg-Frömern bietet sich die Möglichkeit, eine cenomanzeitliche Kliffsituation zu studieren. Grünsand liegt hier am Fuß eines 10 m hohen Kliffs aus karbonzeitlichem Sandstein, während auf dem Kliff ähnlich wie am Kassenberg Brandungstaschen und Kolke beobachtet werden können [Abb. 21]. Gleichzeitig zeigt dieses Geotop, wie sich die Situation bei weiter ansteigendem Meeresspiegel änderte und verdeutlicht den Übergang zu küstenferneren Ablagerungsbedingungen: Über den sandigen Küsten- und Strandablagerungen des Cenomaniums (Essen-Grünsand-Formation) folgt nämlich zunächst Mergelkalk- und Kalkstein des höheren Cenomaniums

(Baddeckenstedt- und Brochterbeck-Formation), der dann schließlich von reinem Mergelstein des Turoniums (Büren-Formation) überlagert wird [Abb. 22].

Abb. 22:
Fröndenberg-
Frömern,
Randbereich
des Kliffs.
Unten dick-
bankiger
Karbonsand-
stein, darüber
Mergelkalk
des Cenoma-
niums



4. Steinbrüche am Lünerner Bach, Unna-Mühlhausen

Lage: Von Unna-Mühlhausen der Verlängerung der Straße „Hohlweg“ nach Süden bis zum Parkplatz am Waldrand folgen. Ein Aufschluss liegt dann 200 m südlich rechts des Weges im Waldstück etwa gegenüber vom Bimberghof (UTM 32 412550, 57 09700); Erläuterungstafel. Ein weiterer befindet sich 200 m talaufwärts an dem links zum Bimberghof führenden Weg (UTM 32 412702, 57 09600).

Südlich von Unna-Mühlhausen schließen zwischen der Bundesstraße 1 und der Autobahn an den Talflanken des Lünerner Bachs mehrere kleine Steinbrüche den Plänerkalkstein des Turoniums auf. Die Schichten liegen fast flach, sind aber intensiv geklüftet [Abb. 10].

Im Hangschutt sind Fossilfunde (insbesondere Muschelreste von *Inoceramus lamarcki*) möglich. Die Gesteinsklüfte sind durch versickerndes Regenwasser und Kalklösung zu schmalen Spalten erweitert. Lünerner und Kessebürener Bach versickern über solche Kluftbahnen im Untergrund und fallen dadurch zeitweise trocken. Das Wasser fließt unterirdisch nach Norden und tritt im Quellgebiet bei Unna-Mühlhausen wieder an die Oberfläche.

5. Quellgebiet Unna-Mühlhausen

Lage: Unna-Mühlhausen/Uelzen, Raabe Baum (Parkplatz)
 (Koordinaten: UTM 32 412060, 57 11150).

Zwischen Mühlhausen und Uelzen treten rund 40 Quellen aus. Das am Haarstrang in den Schichten der Plänerkalk-Gruppe versickernde Wasser fließt im verkarsteten Untergrund nach Norden. Bei Mühlhausen, wo diese vom wasserstauenden Mergel der Emscher-Formation überlagert werden, tritt es in artesischen Quellen wieder an die Oberfläche [Abb. 23]. Eine Besonderheit sind die zur Entwässerung der Wiesen angelegten Rohrquellen. An der Paschquelle befindet sich eine Infotafel.

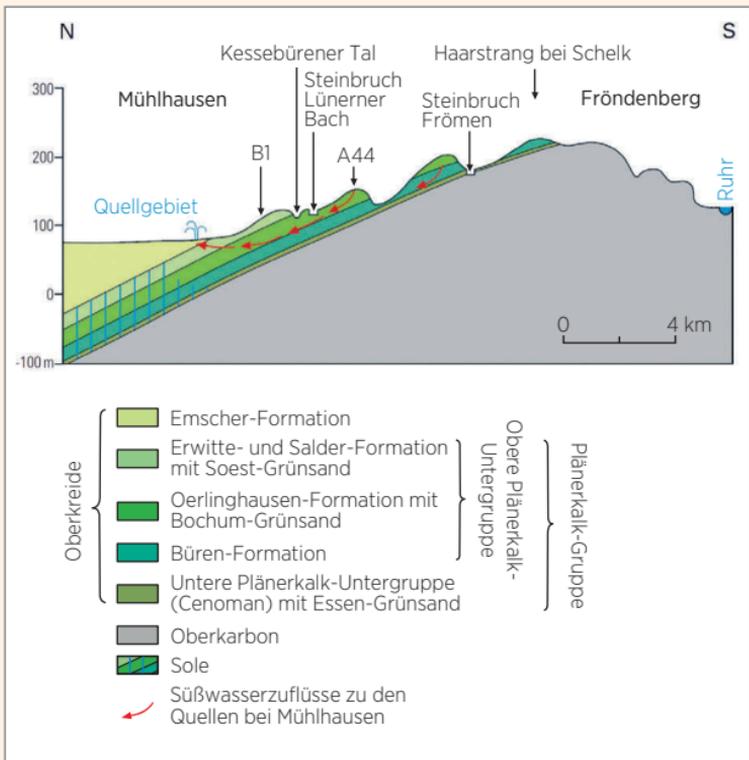


Abb. 23:
 Geologischer Schnitt vom Quellgebiet bei Unna-Mühlhausen über den Haarstrang bis ins Ruhrtal

6. Alter Steinbruch im Bornekampstal, Unna

Lage: Bornekampstraße bei Haus Nr. 30 (Koordinaten: UTM 32 412060, 57 11150).

Ähnlich wie am Lünerner Bach sind auch im Bornekampstal südlich des Unnaer Stadtzentrums im Bereich des Stadtgartens alte Abbaustellen von Plänerkalkstein zu sehen.

7. Ehemalige Ziegelei Leßmöllmann, Castrop-Rauxel

Lage: Im Süden von Castrop-Rauxel westlich der B 235 (Wittener Straße); die Grube liegt südwestlich der Ecke Franzstraße/Christinenstraße. Der Christinenstraße zu Fuß 300m nach Süden folgen, dann scharf nach rechts abbiegen. Nach 100m liegt rechterhand der Zugang zum Gelände (Naturschutzgebiet) (Koordinaten: UTM 32 382850, 57 10650).

Die bis etwa 1985 betriebene „neue“ Ziegeleigrube Leßmöllmann in Castrop-Rauxel erschließt ein gut 10 m mächtiges Profil der Emscher-Formation. Auffällig ist hier die rasche Wechselfolge aus kalkreicheren, festen und kalkärmeren, deutlich weicheren Mergelsteinbänken [Abb. 24, vgl. Abb. 11].

Abb. 24:
Mergelgrube
der ehem.
Ziegelei
Leßmöllmann
in Castrop-
Rauxel



8. Steinbrüche am Brauereiknapp, Selm-Cappenberg

Lage: Von Lünen über die Cappenberger Straße nach Norden, am Fuß des Cappenberger Schlossberges links in die Straße „Am Brauereiknapp“, Parkmöglichkeit knapp unterhalb der Steinbrüche an der „Waldschule“ (Koordinaten: UTM 32 398380, 57 23485).

Die leicht zugänglichen Steinbrüche sind Privatgelände und sollten nur nach Rücksprache mit der zuständigen Verwaltung Graf von Kanitz betreten werden (Freiherr-vom-Stein-Str. 27, 150 m nördlich der Brüche, Tel. 02306 750060, E-Mail: verwaltung@kanitz.net).

Links und rechts der Straße „Am Brauereiknapp“ liegen spätestens im 12. Jahrhundert angelegte Steinbrüche. Abgebaut wurde hier mit mergeligen Lagen durchsetzter Kalksandstein, der schwach nach Norden einfällt [Abb. 18]. Das Material wurde u. a. für die ersten steinernen Kirchbauten der Region verwendet. Der sog. Cappenberger Sandstein stellt den östlichsten Ausläufer des „Recklinghäuser Sandmergels“ (Recklinghausen-Formation) aus dem Santonium dar.



Abb. 25:
Abbau des
Halte Sandes bei
Flaesheim

9. Sandgewinnung bei Haltern-Flaesheim

In Haltern-Flaesheim befinden sich entlang des Wesel-Datteln-Kanals mehrere Tagebaue im Sand der Haltern-Formation, ebenso nördlich von Haltern in der Uphuser Mark und an der Straße nach Dülmen [Abb. 25].

Der Quarzsand ist hier besonders rein und wird als hochwertiges Industriemineral abgebaut. Die günstige Lage zum Kanal ist ein weiterer Standortvorteil. Die aktiven Sandgewinnungsbetriebe (teilweise sind es Nassabgrabungen) können ohne Genehmigung der Betreibergesellschaften nicht betreten werden. Von frei zugänglichen Randbereichen, zum Beispiel dem Freizeitgelände „Silbersee“ bei Haltern-Sythen oder angrenzenden Wirtschaftswegen, sind aber gute Einblicke möglich.

10. Stimberg, Oer-Erkenschwick

Lage: In Oer-Erkenschwick der Ahsener Straße folgen. Parkmöglichkeit auf dem Wanderparkplatz am Ortsende hinter dem Friedhof. 200 m hinter dem Parkplatz führt ein asphaltierter Weg links auf den Stimberg (für Kraftfahrzeuge gesperrt) (Koordinaten: UTM 32 379500, 57 25240).

Nördlich von Oer-Erkenschwick wurden einzelne Sandlagen der Haltern-Formation durch kieselsäurehaltige Lösungen verkittet und bilden den sehr harten Stimberg-Quarzit. Dieses Gestein bot der Verwitterung erheblichen Widerstand, so dass der Stimberg als Härtlingsrücken heute weit über seine Umgebung emporragt. Am Fahrweg nahe dem Berggipfel bildet der Quarzit bizarre Formen [Abb. 13].

11. Sandgruben bei Schermbeck und Dorsten-Holsterhausen

Lage: Straßenkreuzung B58 / B224 nahe der A31-Abfahrt Schermbeck. Zwei aktive Gruben liegen südlich der B58. Sie

dürfen nur mit Genehmigung der Betreiber betreten werden, zum Teil sind aber Einblicke von frei zugänglichen Randbereichen aus möglich. Nördlich der B58 liegt in der Emmelkämper Mark die aufgelassene Grube Freudenberg (Koordinaten: UTM 32 357200, 57 30900).

In den aktiven Sandgruben wird die ockergelbe Sandvarietät der Haltern-Formation gewonnen [Abb. 12]. Zahlreiche Grabspuren von Krebsen sowie gelegentliche Fossilreste von verschiedenen Muscheln zeigen, dass der Sand in einem küstennahen Schelfmeerbereich bei geringer Wassertiefe abgelagert wurde. Die kreidezeitlichen Schichten werden von eiszeitlichen Kiesablagerungen der Rhein-Hauptterrasse überdeckt.

In der aufgelassenen, unter Naturschutz stehenden Grube Freudenberg sind an der östlichen Abbauwand große Bereiche mit verfestigten Sandschichten der Haltern-Formation aufgeschlossen [Abb. 26].



Abb. 26:
Aufgelassene
Sandgrube
Freudenberg
mit teilweise
verfestigtem
Sand der
Haltern-
Formation

Museen:

Museumszentrum Quadrat, Bottrop

Vielfältige Fossilien aus der Bottrop-Formation, einer der artenreichsten Ablagerungen Deutschlands: u. a. Ammoniten und Belemniten, Muscheln und Seeigel, Schwämme, Seelilien und Korallen, Zähne von Haien und Knochen von Mosasauriern.

Museumszentrum Quadrat

Anni-Albers-Platz 1, 46236 Bottrop

Tel.: +49(0)2041 37372030

<https://quadrat.bottrop.de/>

Naturmuseum, Dortmund

Eine ganze Etage widmet sich der Entwicklung des Lebens. Fossilien, Dioramen und Lebensbilder führen durch die einzelnen Erdzeitalter. Aus der Kreidezeit sind u. a. mehrere große Ammoniten zu bestaunen, die bei Grabungen im Stadtgebiet ans Tageslicht kamen. Eintritt kostenlos!

Naturmuseum Dortmund

Münsterstr. 271, 44145 Dortmund

Tel.: +49(0)231 5024856

www.dortmund.de/naturmuseum

Ruhr Museum, Essen

Große Bestände an kreidezeitlichen Fossilien aus dem Geopark, u. a. von der klassischen Fossilagerstätte „Kassenberg“ in Mülheim an der Ruhr. In der Ausstellung zahlreiche Großammoniten und ausgezeichnet präparierte Schwämme [vgl. Abb. 15].

Ruhr Museum (in der Kohlenwäsche)

UNESCO-Welterbe Zollverein

Gelsenkirchener Straße 181, 45309 Essen

Tel.: +49(0)201 24681444

www.ruhrmuseum.de

Außerhalb des GeoParks:

LWL-Museum für Naturkunde, Münster

Dauerausstellung „Dinosaurier – Die Urzeit lebt!“ und größter Ammonit der Welt.

LWL-Museum für Naturkunde

Sentruper Straße 285, 48161 Münster

Tel.: +49(0)251 5916050

www.lwl-naturkundemuseum-muenster.de

Geomuseum der Universität Münster

Wissenschaftliche Sammlung und Dauerausstellung, darunter zahlreiche kreidezeitliche Fossilien aus Westfalen wie Schwimmsaurier, Ammoniten und bestens erhaltene Fische. Derzeit wegen Renovierung geschlossen (Stand April 2023).

Geomuseum der Universität Münster

Pferdegasse 3, 48149 Münster

Tel.: +49(0)251 8333900

www.uni-muenster.de/Geomuseum/

Verwendete und weiterführende Literatur

ABELS, A. & RAABE, T. (2007): Mergel, Sand und Kohle – Geologie des Raumes Lünen. – Informationen aus dem Museum der Stadt Lünen, 35: 12 S.; Lünen.

IPCC (2021): Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – 2391 S.; Cambridge (Cambridge University Press).

BURGHARDT, O. & ALBERTS, B. (1985): Geologischer Wanderführer. Rad und Wanderwege zu den geologischen Naturdenkmälern im Kreis Unna. – 53 S.; Unna (Kreis Unna, Umweltamt, untere Landschaftsbehörde).

DÖLLING, M. & DÖLLING, B. (2020): Neues zur Geologie der Haltern-Formation im westlichen Münsterland. – scriptumonline, 10: 17 S.; Krefeld.

DROZDZEWSKI, G.; RICHTER, D.K. & WREDE, V. (2017): Hydrothermalkarst im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge. – Karst und Höhle 2015 – 2017: 81 S.; München.

DSK (Deutsche Stratigraphische Kommission) [Hrsg.] (2022): Stratigraphische Tabelle von Deutschland Kompakt 2022. – Potsdam.

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (1995): Geologie im Münsterland. – 195 S.; Krefeld.

Geologischer Dienst NRW [Hrsg.] (2016): Geologie und Boden in Nordrhein-Westfalen. – 157 S.; Krefeld.

Geologischer Dienst NRW [Hrsg.] (2020): Integrierte geologische Landesaufnahme in Nordrhein-Westfalen – Erläuterungen zum Kartierprojekt Ruhrgebiet. – 176 S.; Krefeld.

HAHNE, C. & SCHMIDT, R. (1982): Die Geologie des Nieder-rheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes. – 106 S.; Essen (Glückauf).

HEINRICH, A. (1987): Geologie und Vorgeschichte Bottrops. – Geschichte Bottrops, 1: 256 S.; Bottrop.

HISS, M. & MUTTERLOSE, J. (2010): Field trip E6: Cretaceous geosites of the eastern Ruhr Area and the southern Münsterland. – Schriftenr. dt. Ges. Geowiss., 66: 168–183; Hannover.

HISS, M. & SEIBERTZ, E. (2000): Westfalen, Münsterland. – In: Stratigraphische Kommission Deutschlands [Hrsg.]: Stratigraphie von Deutschland III, die Kreide der Bundesrepublik Deutschland. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 226: 132–138; Frankfurt a. M.

HISS, M.; MUTTERLOSE, J. & KAPLAN, U. (2008): Die Kreide des östlichen Ruhrgebiets zwischen Unna und Haltern (Exkursion D am 27. März 2008). – In: KIRNBAUER, T.; ROSENDAHL, W.; WREDE, V. [Hrsg.]: Geologische Exkursionen in den Nationalen GeoPark Ruhrgebiet: 187–222; Essen.

KAPLAN, U.; KENNEDY, W.J. & SCHEER, U. (2006): Ammoniten der Bottrop-Formation, Campanium, westliches Münsterland. – Geol. Paläont. Westf., 67: 71 S.; Münster.

KAPLAN, U.; PÜTTMANN, T. & SCHEER, U. (2021): *Parapuzosia (Parapuzosia) leptophylla* – ein Großammonit aus dem Santonium vom Westrand des Münsterländer Kreide-Beckens. – Dortmunder Beitr. zur Landesk., 50: 87–106; Dortmund.

KENNEDY, W.J. & KAPLAN, U. (1995): *Parapuzosia (Parapuzosia) seppenradensis* (LANDOIS) und die Ammonitenfauna der Dülmener Schichten, unteres Unter-Campan, Westfalen. – Geol. Paläont. Westf., 33: 127 S.; Münster.

KENNEDY, W.J. & KAPLAN, U. (2000): Ammonitenfaunen des hohen Oberconiac und Santon in Westfalen. – Geol. Paläont. Westf., 57: 131 S.; Münster.

MUTTERLOSE, J. (2003): Geologischer Garten Bochum, Exkursionsführer durch ein Naturdenkmal. – 44 S.; Bochum (Umweltamt der Stadt Bochum).

MUTTERLOSE, J. & IMMENHAUSER, A. (2007): Die Treibhauswelt der Kreidezeit. – Rubin, 2: 6–12.

MUTTERLOSE, J. & WILMSEN, M. (2008): Field trip POST4 – The evolution of a Cretaceous epicontinental sea: from lacustrine via pelagic to turbiditic environments (Germany). – Exkursionsf. Veröff. dt. Ges. Geowiss., 237: 113–149; Hannover.

NIEBUHR, B.; HISS, M.; KAPLAN, U.; VOIGT, S.; VOIGT, T.; WIESE, F.; & WILMSEN, M. (Hrsg.) (2007): Lithostratigraphie der norddeutschen Oberkreide. – Schriftenr. dt. Ges. Geowiss., 55: 136 S.; Hannover.

PÜTTMANN, T. & MUTTERLOSE, J. (2021): Paleoecology of Late Cretaceous Coccolithophores: Insights from the shallow-marine record. – *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 36: 10.1029/2020PA004161

Ruhrlandmuseum (Hrsg.) (1989): Der Zerfall Gondwanas. Flora und Fauna der Kreidezeit. – 52 S.; Essen (Ausstellungskatalog).

SACHS, S.; HORNUNG, J.J. & SCHEER, U. (2018): Mosasaurid and plesiosaurian remains from marginal facies of the lower Campanian (Upper Cretaceous) Bottrop and Vaals formations of western Germany. – *Cretaceous Research*, 87: 358–367.

SCHEER, U. & STOTTROP, U. (1995): Die Kreide am Kassenberg. – In: WEIDERT, W. [Hrsg.]: *Klassische Fundstellen der Paläontologie*, 3: 140–141; Korb (Goldschneck-Verlag).

SCHÜPPEL, K. & WREDE, V. (2022): Nationaler GeoPark Ruhrgebiet – 215 S.; Berlin (Springer).

SCOTESE, C.R.; SONG, H.; MILLS, B.J.W. & VAN DER MEER, D.G. (2021): Phanerozoic paleotemperatures: The earth's changing climate during the last 540 million years. – *Earth-Science Reviews*, 215: 103503.

VAN DER MEER, D.G.; SCOTESE, C.R.; MILLS, B.J.W.; SLUIJS, A.; VAN DEN BERG VAN SAPAROEAE, A.-P. & VAN DE WEG, R.M.B. (2022): Long-term Phanerozoic global mean sea level: Insights from strontium isotope variations and estimates of continental glaciation. – *Gondwana Research*, 111: 103–121.

Impressum

Herausgeber:

GeoPark Ruhrgebiet e.V.
Kronprinzenstr. 35
45128 Essen
www.geopark-ruhrgebiet.de

Zweite, aktualisierte Auflage, Mai 2023

Text:

Dr. Andreas Abels, Dr. Martin Hiß, Prof. Dr. Jörg Mutterlose,
Dr. Till Kasielke

Gestaltung und Layout:

Regionalverband Ruhr, Team Kommunikationsdesign

Druck:

dieUmweltDruckerei



Titelbild:

Meeressand der Haltern-Formation in einer aktiven Sandgrube
in Dorsten, Emmelkämper Mark.

Abbildungsnachweis:

Titelbild, Abb. 1, 6, 12, 14 (Zeichnung), 20: GeoPark Ruhrgebiet;
Abb. 2 – 5, 7, 9, 10, 13, 23: Geologischer Dienst NRW; Abb. 8: Jörg
Mutterlose; Abb. 17, 18, 21, 22: Martin Hiß; Abb. 14 (Foto): Ulrich
Kaplan; Abb. 15, 19: Stiftung Ruhr Museum Essen; Abb. 24: Mat-
thias Piecha; Abb. 16, 25, 26: Andreas Abels

Bibliografische Information der Deutschen

Nationalbibliothek:

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

ISBN 978-3-939234-68-5

GeoPark Themen (bisher erschienen):

- Nr. 1 Eiszeit im Ruhrgebiet
- Nr. 2 Erzbergbau im Ruhrgebiet
- Nr. 3 Karst und Höhlen im Ruhrgebiet
- Nr. 4 Grundwasser im GeoPark Ruhrgebiet
- Nr. 5 Kreidezeit im GeoPark Ruhrgebiet
- Nr. 6 Steinkohle im GeoPark Ruhrgebiet
- Nr. 7 Salz und Sole im GeoPark Ruhrgebiet
- Nr. 8 Geothermie im GeoPark Ruhrgebiet
- Nr. 9 Erdgas und Grubengas im GeoPark Ruhrgebiet
- Nr. 10 Magmatische Gesteine im GeoPark Ruhrgebiet
- Nr. 11 Was vor der Kohle war – Das Flözleere Karbon
im GeoPark Ruhrgebiet
- Nr. 12 Das Devon im GeoPark Ruhrgebiet

Die Reihe wird fortgesetzt.

