

Der Niederrhein im Perm

Hendrik Mehrens

Die Ausgangslage am Ende der Variszischen Gebirgsbildung

Die im Untergrund des Niederrheins lagernden Sedimente des Perms sind ungefaltete und liegen diskordant über dem gefalteten Oberkarbon. Dies zeigt an, dass sie postvariszischer Entstehung sind. Sie erreichen nirgendwo die Oberfläche. Die Gliederung des Perms für Mitteleuropa in Rotliegend und Zechstein geht auf die besonderen Ablagerungsbedingungen in einem intrakontinentalen Senkungsbereich zurück. Rotliegend und Zechstein sind lithostratigraphische Einheiten jeweils im Rang einer Gruppe und keine chronostratigraphischen Kategorien.

Die Variszische Gebirgsbildung, bei der es durch Kollision Gondwanas und Laurussias einschließlich einiger Kleinkontinente zur Bildung des Superkontinentes Pangäa gekommen war, hatte am Ende des Karbons zur Auffaltung eines Gebirges geführt, das Mitteleuropa durchzog. Auch der Niederrhein war von dieser Gebirgsbildung betroffen. Während die Faltung der im Untergrund lagernden Karbonschichten im Süden des Niederrheins noch intensiv ist, läuft sie nach Norden hin allmählich aus und leitet zum ungefalteten Gebirgsvorland über.

Mit dem Perm begann die Endphase der variszischen Ära. Die Zeit der Plattenkollisionen endete und ein neues tektonisches Spannungsmuster setzte sich in Mitteleuropa durch. Dieses war verstärkt durch Dehnungskräfte gekennzeichnet, wobei sich neue, vor allem NNE-SSW orientierte tektonische Richtungen durchsetzten. Ursache war das Spannungsgefüge innerhalb Pangäas, das zur Entstehung transtensionaler Becken und tiefreichender Brüchen in der Erdkruste führte, an denen zu Beginn des Perms ein intensiver, oft rhyolithischer Vulkanismus auftrat. In der Spätphase der Gebirgsbildung war es zum Plattenabriss unter der variszischen Kollisionszone gekommen, d.h. subduzierte Lithosphäre hatte sich in der Tiefe abgelöst und war in die Asthenosphäre gesunken. Dies ermöglichte den Aufstieg heißen Magmas, das sich an der Unterseite der Oberplatte anlagerte. Mit seiner allmählichen Abkühlung kam es zur thermischen Subsidenz, die im Perm durch das Einsinken zahlreicher Becken im mitteleuropäischen Raum erkennbar wurde.

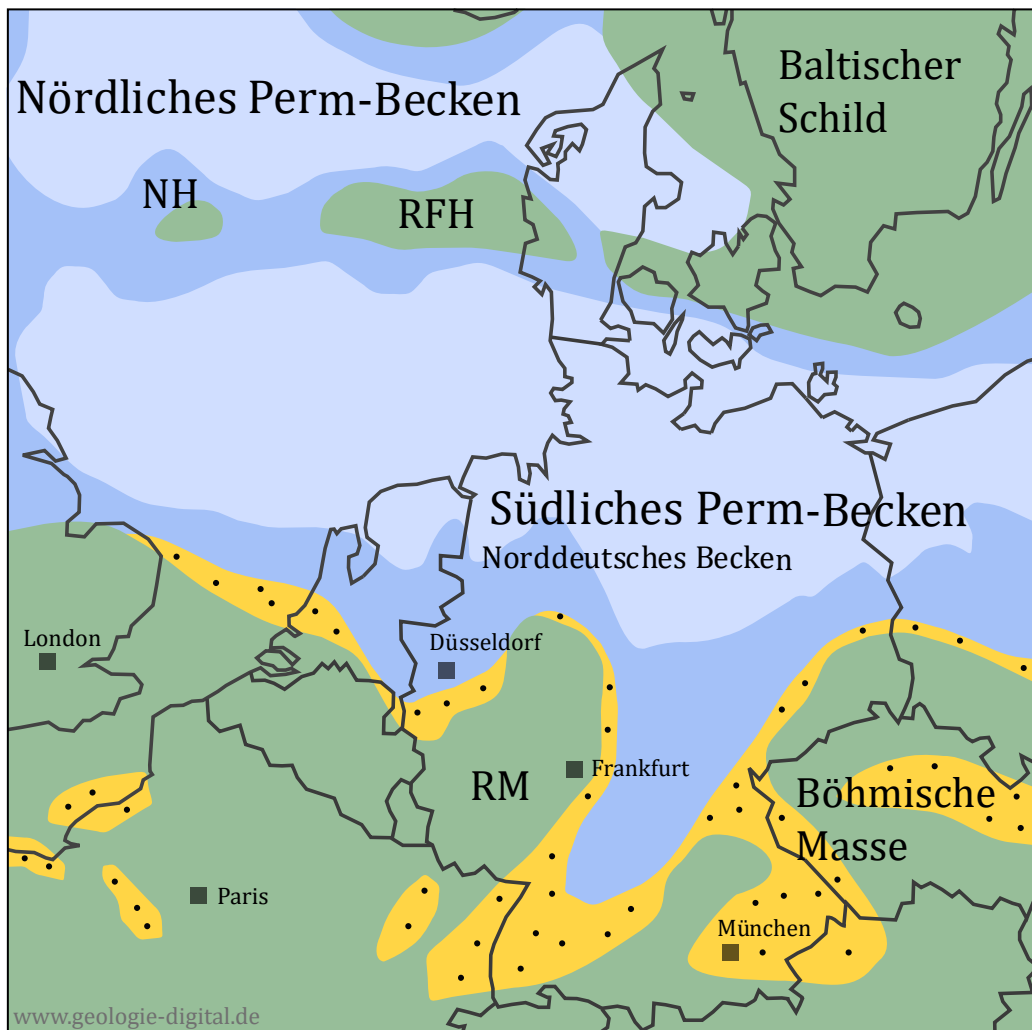
Das größte dieser Becken war das Südliche Perm-Becken, das sich von Großbritannien über das nördliche Mitteleuropa bis nach Polen erstreckte (Abb. 1). Es entstand im Oberrotliegend, war in verschiedene Teilbecken gegliedert und vergrößerte sich in der Trias bis nach Süddeutschland. Der Senkungsraum im Gebiet der südlichen Nordsee und in Teilen Norddeutschlands wird auch Norddeutsches Becken genannt. Von dort aus erfolgten während der Bildungszeit des Zechsteins Meeresvorstöße bis an den Niederrhein. Umrahmt war das Südliche Perm-Becken von den Hochgebieten der Varisziden, die im Perm einer intensiven Verwitterung unterlagen und deren Abtragungsprodukte in das Becken transportiert wurden.

Rotliegend

Das feuchtwarme Klima des Karbons wurde im Rotliegend abgelöst von einem trockenwarmen Klima. Der Niederrhein war ein festländisches Senkungsgebiet, das teilweise von Hochgebieten umrahmt wurde. Im Osten war dies die Rheinische Masse, im Südwesten das Brabanter Massiv. Es entwickelten sich vom Gebirge auf das Vorland gerichtete Entwässerungssysteme, die klastische Sedimente auch in

Richtung Niederrhein transportierten. Im Übergangsbereich von Oberkarbon und Rotliegend kam es entlang von Schwächezonen zum Aufstieg basaltischer Schmelzen. So finden sich Intrusionen von Olivinbasalten im Umfeld des Krefelder Gewölbes.

Die intensive Verwitterung im ariden Klima bewirkte eine schnelle Abtragung des Variszischen Gebirges. Von Süden her wurden aus den Gebirgslandschaften grobe Schuttmassen an den Niederrhein transportiert. Auslöser für den Sedimenttransport waren seltene, dann aber sehr starke Niederschlagsereignisse. So kamen überwiegend rötliche Konglomerate zur Ablagerung, die sich aus den Abtragungsprodukten des Variszischen Gebirges zusammensetzten. Wüstenlack und Windkanter auf ihren Oberflächen zeigen an, dass sie längere Zeit einem wüstenartigen Klima ausgesetzt waren.



RFH: Ringköbing-Fünen-Hoch

NH: Nordsee-Hoch

RM: Rheinische Masse

■ Festland, weitgehend Abtragungsgebiet

● klastische Sedimente (überwiegend fluviatil)

■ flachmarin

■ evaporitisch

Abb. 1: Paläogeographie des Zechsteins in Mitteleuropa

Ablagerungen des Rotliegend sind am Niederrhein nur unvollständig vorhanden und erreichen dort, wo sie anzutreffen sind, nur wenige Meter Mächtigkeit. Stellenweise findet sich auch nur eine Rotfärbung in den oberen Karbon-Schichten, die auf die intensiven Verwitterungsprozesse während des Rotliegend zurückzuführen ist. Freigesetztes Eisen oxidierte im Kontakt mit Sauerstoff und bildete rot gefärbte Mineralverbindungen, die dann durch versickerndes Wasser in tiefere Bereiche verlagert wurden.

Zechstein

Mit dem Zechstein erreichte erstmals seit dem Ende der Variszischen Gebirgsbildung das Meer den mitteleuropäischen Raum. Der Zugang in das absinkende Becken erfolgte dabei sehr schnell und aus nördlicher Richtung. In Mitteleuropa begann endgültig die postvariszische Ära und es setzten sich neue tektonische Strukturen durch. Dazu gehörte die etwa Nord-Süd verlaufende (Niederrhein-)Ems-Senke, über die zu Beginn des Zechsteins das Meer von Nordosten her aus dem Norddeutschen Becken bis an den Niederrhein vordrang. Es bildete sich ein flaches Randmeer, das zeitweilig durch eine Schwelle etwas nördlich von Bocholt vom offenen Meer abgetrennt wurde.

Das Zentrum dieses lagunenartigen Beckens befand sich etwa zwischen Wesel und Bocholt (Abb. 2). Bei hohen Verdunstungsraten und der durch die Schwelle behinderten Zufuhr neuen Meereswassers kam es zur Entstehung hochsalinärer Lösungen und zur Ausscheidung von Evaporiten. Es bildete sich eine Salzpflanze, die an ihrer Umrandung begleitet wurde von einer Randfazies in Form eines Anhydritwalls. Für das Norddeutsche Becken ist typisch, dass der Zufluss von Frischwasser und eine anschließende Abriegelung des Beckens in nachweislich sieben Zyklen stattfand. Diese Eindampfungszyklen gliedern den Zechstein in die Werra-, Staßfurt-, Leine-, Aller-, Ohre-, Friesland- und Fulda-Formation.

Die aus Norddeutschland bekannten Zyklen finden sich auch am Niederrhein und lassen sich mit dem Hauptbecken korrelieren. Allerdings setzte die Entwicklung früher ein als im Hauptbecken und nur mit der Werra-Formation (Zechstein 1) entstanden am Niederrhein bedeutende Steinsalz- und Kalisalzablagerungen. Die nachfolgenden Zyklen sind dagegen nur unvollständig ausgebildet.

Die typische Abfolge zu Beginn des Zechsteins, wie sie nicht nur im Hauptbecken, sondern auch am Niederrhein auftritt, besteht aus Zechstein-Konglomerat, Kuperschiefer und Zechsteinkalk oder Zechsteinmergel. Der Vorstoß des Meeres aus Norden in das eingesunkene Südliche Perm-Becken erfolgte sehr schnell und das Zechstein-Konglomerat entstand, als das über die Niederrhein-Ems-Senke vorrückende Meer den Untergrund aufarbeitete. Dabei wurde auch im Rotliegend sedimentiertes Verwitterungsmaterial erneut umgelagert. Der im Hangenden folgende Kuperschiefer führt am Niederrhein, anders als es der Namen vermuten lässt, allerdings kaum Erz. Es handelt sich auch nicht um Schiefer, sondern oftmals um bitumenhaltige dunkle Tonmergel- und Mergelsteine. Kennzeichnend ist eine ganz feine Schichtung des Gesteins. Der Kuperschiefer ist bekannt für seinen gut erhaltenen Fossilinhalt. In den tiefen Wasserschichten des Norddeutschen Beckens und auch in dem niederrheinischen Randbecken herrschten strömungs- und sauerstoffarme Verhältnisse, so dass Tiere nach ihrem Tod aus der oberen Wasserzone absanken und in den feinklastischen, wenig bewegten und anaeroben Verhältnissen am Beckenboden hervorragend konserviert werden konnten. Neben gut erhaltenen Fossilien von Fischen finden sich im Kuperschiefer auch zahlreiche fossile Pflanzenreste, die vom Festland eingespült wurden. Zechstein-Konglomerat und Kuperschiefer sind insgesamt nur sehr dünne Ablagerungen an der Zechstein-Basis. Sie erreichen am Niederrhein zusammen nur etwa 1

bis 4,5 m Mächtigkeit. Ihr Auftreten ist nicht nur im Beckenzentrum, sondern beispielweise auch im Raum Goch und damit am Beckenrand dokumentiert (Klostermann 1997).

Unter sauerstoffreicheren Bedingungen konnten sich in der Folgezeit im warmen Flachwasser Riffe bilden, aus denen der Zechsteinkalk und der Zechsteinmergel hervorgingen. Mit ihren grauen, dabei aber insgesamt hellen Gesteinsfarben grenzen sie sich deutlich vom dunklen Kuperschiefer im Liegenden ab. Fossilien sind in den heute in dolomitisierter Form vorliegenden Riffkalken häufig. So finden sich u.a. Brachiopoden, Muscheln, Korallen und Bryozoen. Sie zeigen an, dass nun eine gute Durchlüftung des Wassers stattfand und sich eine reiche Flachwasser-Fauna einstellte. Als durch die Schwelle nördlich von Bocholt die Wasserzufuhr aus dem Hauptbecken eingeschränkt wurde, kam es bei ariden Klimaverhältnissen zur Eindampfung des Meereswassers und schließlich zur Ausfällung von Anhydrit, Kali- und Steinsalz.

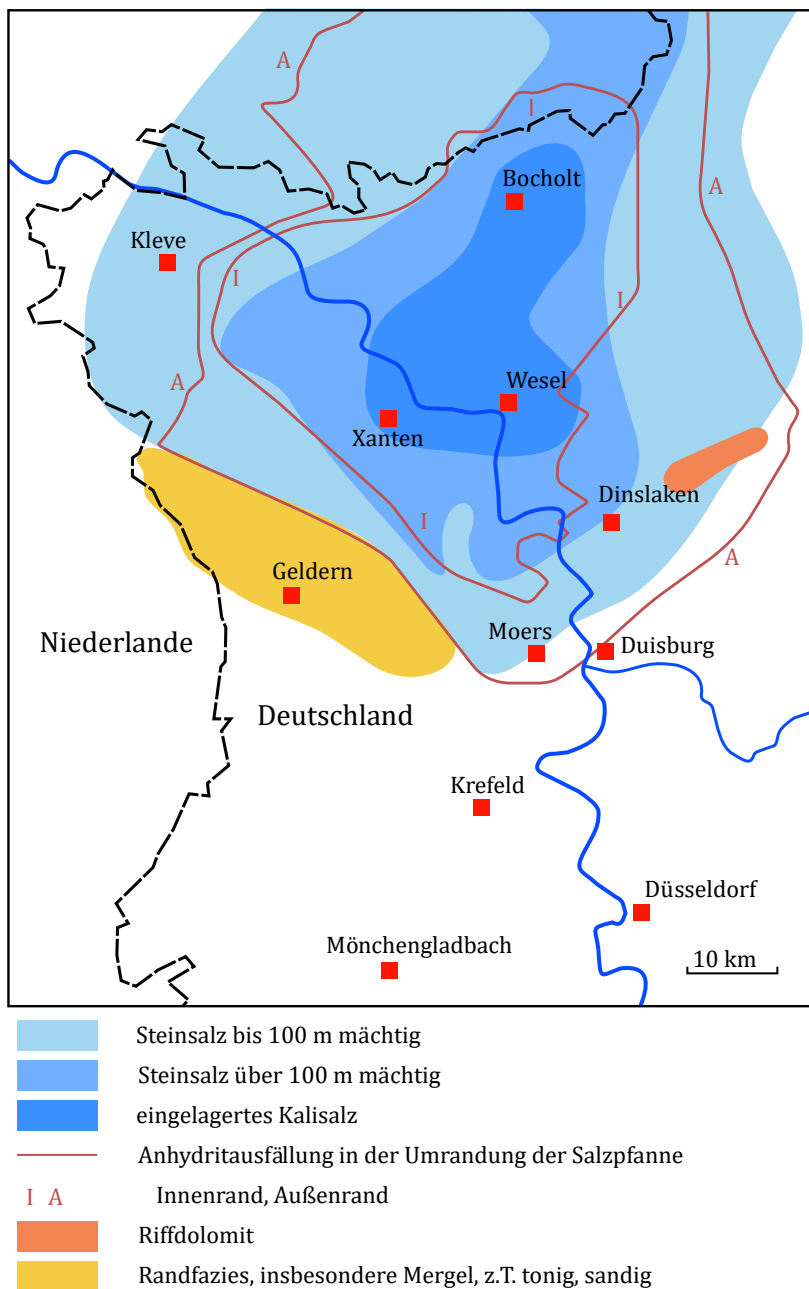


Abb. 2: Lage der Niederrheinische Salzpflanze

Nach einiger Zeit wurde die Verbindung zum Hauptbecken wiederhergestellt und die Salzbildung endete. Da die Schwelle im Verlauf des Zechsteins mehrfach wirksam wurde, kam es zu einer zyklischen Ausscheidung chemischer Sedimente. Insgesamt lassen sich am Niederrhein die ersten vier der norddeutschen Eindampfungszyklen sicher nachweisen. Aber auch die noch jüngeren der norddeutschen Zyklen lassen sich mittlerweile mit einer großen Sicherheit in den Bröckelschiefern im oberen Teil der Schichtenfolge des niederrheinischen Zechsteins erkennen.

Fulda-Formation bis Aller-Formation	Bröckelschiefer	
	Zechstein-Letten	
Leine-Formation	Hauptanhydrit Plattendolomit Grauer Salzton	
Staufurt-Formation	Riffdolomit	Deckanhydrit Staufurt-Steinsalz Basalanhydrit Braunroter Salzton
		Oberer Werra-Anhydrit Werra-Steinsalz Unterer Werra-Anhydrit Zechstein-Mergel Kupferschiefer
Werra-Formation	Zechstein-Konglomerat	

Abb. 3: Stratigraphie des Zechsteins

Die vollständigste und mächtigste Abfolge entstand mit der Werra-Formation (Zechstein 1), deren Steinsalz- und Kalisalzablagerungen im Raum Wesel rund 350 m Mächtigkeit erreichen können (Jansen 2001). Begleitet werden die Stein- und Kalisalze in Liegenden und Hangenden von Anhydritausscheidungen (Unterer Werra-Anhydrit, Oberer Werra-Anhydrit). Die Evaporite der Werra-Formation sind dabei keineswegs rein, sondern enthalten Einschaltungen von Dolomit oder Verunreinigungen von Tonsteinen. Mit einem NaCl-Gehalt von bis zu 99 Prozent weist allerdings das Weiße Steinsalz im Beckenzentrum einen extrem hohen Reinheitsgrad auf.

Mit der Staufurt-Formation (Zechstein 2) verlagerte sich das Beckenzentrum weiter nach Nordosten, so dass nur noch am nördlichen Niederrhein ein vollständiger Eindampfungszyklus entstand. Die folgenden Zyklen bildeten sich noch unvollständiger aus. Neben Anhydrit- und Steinsalzlagen treten auch Salztone und Dolomite auf. Salztone entstanden, wenn evaporitische Lagen mit äolischen Sedimenten oder Flutablagerungen zugedeckt wurden. Den Abschluss der permischen Schichtenfolge bilden die Zechstein-Letten, die wahrscheinlich der Aller-Formation (Zechstein 4) zugeordnet werden können und die noch etwas jüngeren Bröckelschiefer. Innerhalb des oberen Teils der Bröckelschiefer liegt dann die Grenze zum Buntsandstein.

Von der hier beschriebenen Beckenfazies weichen die Schichten hinsichtlich ihrer Mächtigkeit und der Gesteinsausbildung ab, wenn man sich in Richtung Lagunenrand bewegt. Die Südumrandung des Salz-

beckens verlief etwa von Geldern über den Raum Moers in das nordwestliche Ruhrgebiet (Abb.2). Die Schichten werden zum Rand hin geringmächtiger und generell wird der Anhydrit- und Steinsalzanteil zugunsten von Mergeln und einer tonig-feinsandigen Randfazies ersetzt. Typisch für die Randfazies ist das Auftreten eines wallartigen Rifffdolomits.

Lagerungsverhältnisse

Da der Niederrhein ein junges Senkungsgebiet ist, liegen die Schichten des Perms heute überdeckt von mesozoischen und känozoischen Sedimenten in der Tiefe und sind einer direkten Beobachtung nicht zugänglich. Zahlreiche Tiefbohrungen am Niederrhein haben das Perm in sehr unterschiedlichen Teufen angefahren. Dies zeigt, dass die Tiefenlage der Zechstein-Oberfläche stark schwankt. Während im Raum Goch rund 1000 m jüngere Sedimente über dem Zechstein liegen, sind es bei Wesel meistens zwischen 500 und 900 m und im Duisburger Norden weniger als 150 m.

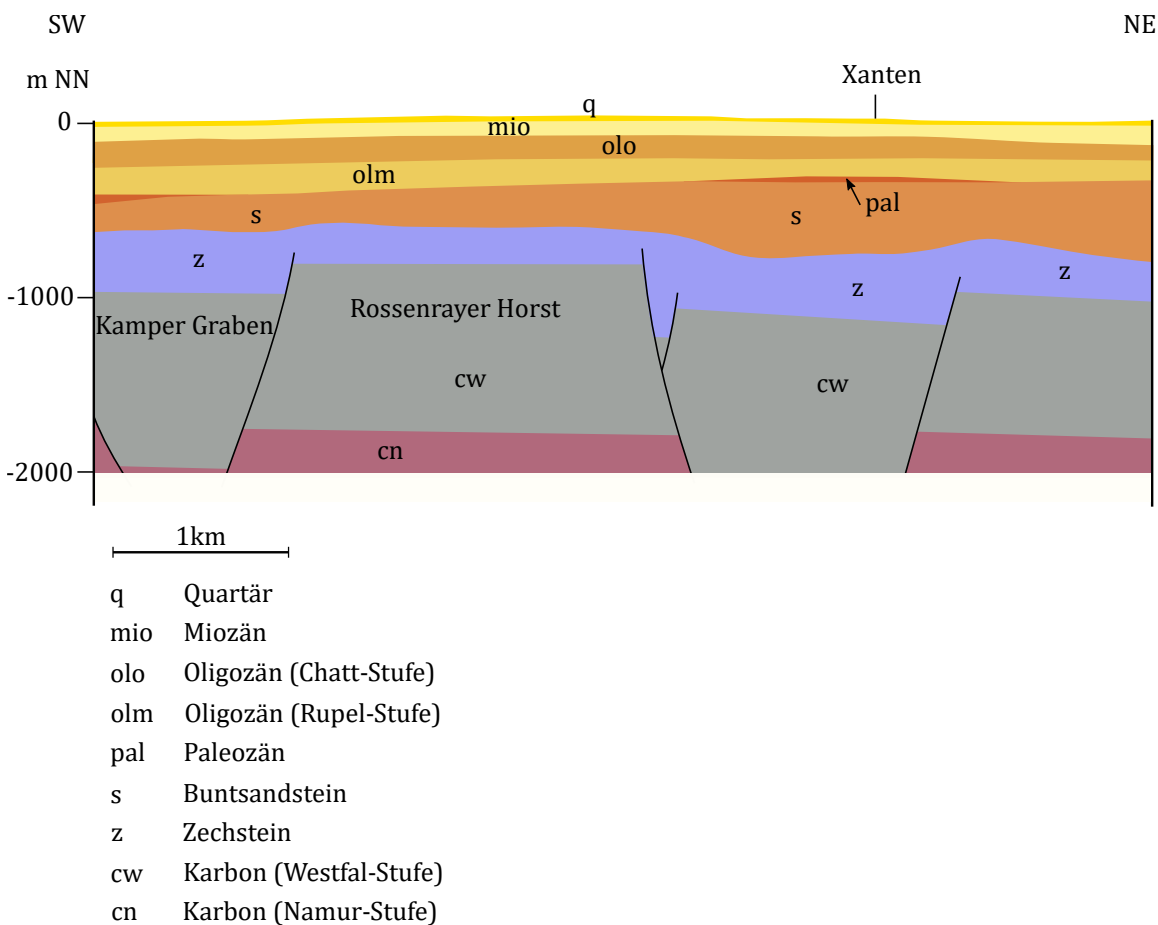


Abb. 4: Profilschnitt im Stadtgebiet Xanten, verändert nach Klostermann (1989)

Bereits während der Entstehung der Werra-Formation kam es zu synsedimentären tektonischen Bewegungen im Untergrund des Niederrheins. So führten vertikale Bewegungen zu einer Untergliederung in Nordwest-Südost verlaufende, durch Schwellen getrennte Teilbecken. Durch Salzwanderung an tektonischen Schwächezonen kam es zu Ausgleichsbewegungen zwischen den Schollenblöcken und auch zum Salzaufstieg. Dabei entstanden die heute vorhandenen Mächtigkeitsunterschiede sowie die stark variierende Tiefenlage des Salzkörpers (Abb. 4). Ausgeprägte Salzstöcke und Salzkissen, wie sie für den Untergrund des Norddeutschen Beckens kennzeichnend sind, treten am

Niederrhein nicht auf. Hier sind die Ablagerungen des Zechsteins weitgehend in flacher Lagerung geblieben.

Literatur

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

Geologisches Landesamt NRW (1988): Geologie am Niederrhein. - 142 S.; Krefeld

Jansen, F. (1991): Erläuterungen zu Blatt 4506 Duisburg. - Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1:25000, 179 S., 13 Abb., 17 Tab., 5 Taf.; Krefeld

Jansen, F. (2001): Erläuterungen zu Blatt 4305 Wesel. - Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1:25000, 195 S., 19 Abb., 15 Tab., 3 Taf.; Krefeld

Klostermann, J. (1989): Erläuterungen zu Blatt 4304 Xanten. - Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1:25000, 154 S., 14 Abb., 13 Tab., 3 Taf.; Krefeld

Klostermann, J. (1997): Erläuterungen zu Blatt 4302 Goch. - Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1:25000, 146 S., 11 Abb., 10 Tab., 2 Taf.; Krefeld

Meschede, M. (2015): Geologie Deutschlands. - 249 S.; Berlin, Heidelberg

Dieses Dokument ist in elektronischer Form gespeichert unter:
www.geologie-digital.de/geologieDeutschland/perm-niederrhein.pdf
erstellt am: 01.03.2021
letzte Änderung: 23.11.2025
Version: 1.2.0
Autor: Hendrik Mehrens