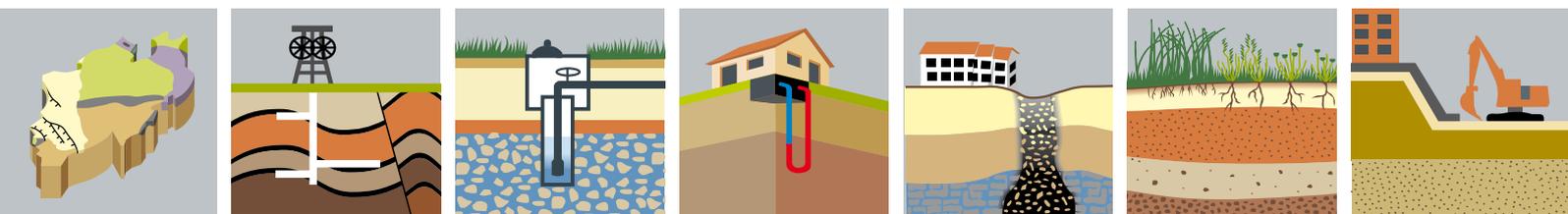


2020/2

gdreport



Bodenfeuchte- Messstationen in NRW



Am Puls der Zeit

Die bodenkundliche Landesaufnahme

Projekt Ruhrgebiet

Geodaten für eine Region im Wandel



Geologischer Dienst NRW



Wie viel Wasser bleibt dem Boden?	
<i>Bodenfeuchte-Messstationen in NRW</i>	4
Am Puls der Zeit	
<i>Die bodenkundliche Landesaufnahme</i>	8
Projekt Ruhrgebiet	
<i>Geodaten für eine Region im Wandel</i>	12
Der längste Baugraben in NRW	
<i>Zeelink gibt Einblicke in geologische Strukturen</i>	16
Neues aus der Geophysik: GRCT	
<i>Software-Tool korrigiert Messwerte</i>	18
Zwerge in großem Maßstab	
<i>Kalkige Nannofossilien in der geologischen Landesaufnahme</i>	20
Windloch	
<i>Eine Höhle der Superlative</i>	22
GEOTOPE	
<i>Der Mullion-Felsen – Einzigartige Architektur der Natur</i>	27
KURZ & KNAPP	28
GEOSHOP	30
TERMINE 2020	32

Impressum

gdreport • Ausgabe 2020/2 • **Herausgeber** Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen – Landesbetrieb – im Geschäftsbereich des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, De-Greif-Str. 195, D-47803 Krefeld, Tel.: 02151 897-0, E-Mail: poststelle@gd.nrw.de, Internet: www.gd.nrw.de • **Redaktion** Dr. Bettina Dölling (verantwortl.), Barbara Groß-Dohme, Gesa Fuchs; E-Mail: oeffentlichkeitsarbeit@gd.nrw.de • **Layout** Ursula Amend • **Erscheinungsweise** zweimal im Jahr, Abgabe kostenlos • **Bildnachweise** S. 22 o.: © Gero Steffens, Arbeitskreis Klutert-
höhle e. V. (AKKH) und u.: © Dr. Maximilian Dornseif, AKKH; S. 23, 2. v. o.: © Ulrich Brämer, AKKH und u.: © Gero Steffens, AKKH;
S. 24 o. l.: © Gero Steffens, AKKH und o. r.: © Oliver Kube, AKKH; S. 25: © Gero Steffens, AKKH; S. 26 l.: © Gero Steffens, AKKH
und u.: © Ulrich Brämer, AKKH; alle anderen GD NRW • **Haftung** Für die Richtigkeit und Vollständigkeit der zur Verfü-
gung gestellten Informationen und Daten übernimmt der GD NRW keine Gewähr. • **Druck** JVA Geldern • **Stand** September 2020



Liebe Leserin, lieber Leser,

leider muss ich mich an dieser Stelle wiederholen: Nun war schon der dritte Sommer in Folge zu heiß und zu trocken. Darunter leidet unser Fundament – der Boden. Und mit ihm unsere Wälder, Felder, Gärten ... und somit letztendlich wir alle!

Gegen den Klimawandel vorzugehen, ist das eine. Der GD NRW unterstützt diese Kernaufgabe unserer Zeit mit der Erforschung der klimaneutralen Tiefengeothermie. Das andere ist die aktuelle, detaillierte und fundierte Bestandsaufnahme unserer Böden und der Bodenwasserverhältnisse. Nur mit deren Kenntnis lassen sich kurzfristig Strategien entwickeln, um durch angepassten Wald- und Ackerbau die schlimmsten Auswirkungen des Klimawandels abzumildern. Was der GD NRW hierzu beiträgt, erfahren Sie auf den nächsten Seiten.

Aber wir haben auch etwas Schönes für Sie: faszinierende Bilder aus einer verzauberten Welt, der Windloch-Höhle in Engelskirchen-Ründeroth. Tauchen Sie ein in die Entstehungs- und Erforschungsgeschichte dieser 2019 entdeckten Riesenhöhle mitten in Nordrhein-Westfalen.

Anschließend wird es bei uns ganz klein: Wir berichten über Nannofossilien. Mehrere Milliarden davon können in einem Kubikzentimeter Gestein enthalten sein. Das macht sie so wertvoll für die Altersbestimmung von Gesteinen und somit für die geowissenschaftliche Landesaufnahme.

Und ganz aktuell: Am 30. Juni trat das neue Geologiedatengesetz in Kraft. Das Wichtigste hierüber erfahren Sie in der Rubrik KURZ & KNAPP. Ausführlicher berichten wir in unserem nächsten *gdreport*.

Im Großen wie im Kleinen: Ich hoffe, wir haben Ihre Interessen getroffen!

Dr. Ulrich Pahlke
Direktor des Geologischen Dienstes NRW

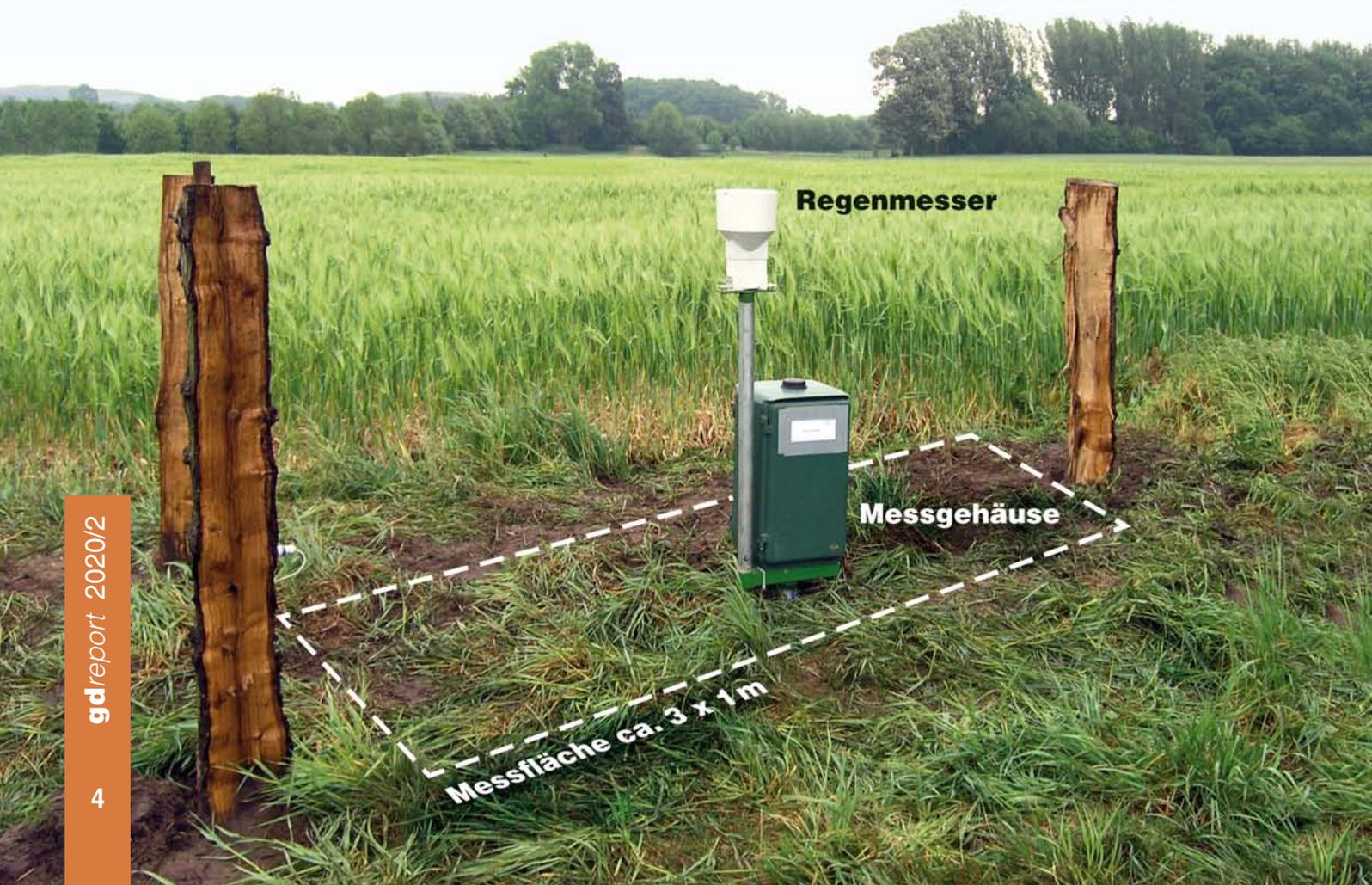
Wie viel Wasser bleibt dem Boden?

Bodenfeuchte-Messstationen in NRW

Der Wasserhaushalt unserer Böden erfuhr in den letzten Jahren eine besondere fachliche und mediale Aufmerksamkeit. Grund dafür sind die hohen Temperaturen bei geringen Niederschlägen in den Sommern 2018/2019 und voraussichtlich auch 2020. So war 2018 das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen durch den Deutschen Wetterdienst. Der Sommer 2019 wurde im Durchschnitt zwar nicht ganz so warm, stellte aber Hitzerekorde auf. NRW erreichte an zwei aufeinanderfolgenden Tagen erstmalig Temperaturen von über 40 °C. Diese extremen Wetterlagen wirken sich auf die Vegetation aus, die von dem im Boden gespeicherten Wasser abhängig ist.

Seit 2010 betreibt der Geologische Dienst NRW an einem forstwirtschaftlich und vier landwirtschaftlich genutzten Standorten Messstationen, an denen in verschiedenen Bodenhorizonten kontinuierlich Bodenfeuchte und -temperatur sowie der Niederschlag und an zwei Stationen Klimaparameter wie Luftfeuchtigkeit und -temperatur, der Luftdruck sowie Windgeschwindigkeit und -richtung gemessen werden. Die in Datenloggern gesammelten Daten werden mit denen der 2017 eingerichteten 12 Messstationen der Landwirtschaftskammer NRW per Fernübertragung zum GD NRW gesendet. Nach automatischer Prüfung auf Vollständigkeit und Plausibilität gehen tagesaktuelle Grafiken mit dem Verlauf von Bodenfeuchte und Bodentemperatur der letzten acht Tage online: www.gd.nrw.de/bo_bb_bodenfeuchtemessdaten.php

*Bodenfeuchte-
Messstation*



Saugspannung in cm WS*	< 60	60 – < 300	300 – < 15 000	≥ 15 000	*WS = Wassersäule
pF-Wert	< 1,8	1,8 – < 2,5	2,5 – < 4,2	≥ 4,2	1) trockene, grundwasserfreie und staunässefreie Böden oder Böden mit den Grundwasserstufen 4 – 6 oder staunässebeeinflusste Böden mit den Staunässegraden 1 – 3
Porenäquivalent in µm	> 50	50 – > 10	10 – > 0,2	≤ 0,2	2) nasse, grundwasserbeeinflusste Böden mit den Grundwasserstufen 1A – 3 oder staunässebeeinflusste Böden mit den Staunässegraden 4 und 5
Bodenwasser	Sickerwasser		Haftwasser		
	schnell beweglich	langsam beweglich	pflanzenverfügbar	nicht pflanzenverfügbar	
Kennwerte	trockene Böden ¹⁾	Luftkapazität	nutzbare Feldkapazität	Totwasser	
			Feldkapazität		
Kennwerte	nasse Böden ²⁾	Luftkapazität	nutzbare Feldkapazität	Totwasser	
			Feldkapazität		
Porenbezeichnung	weite Grobporen	enge Grobporen	Mittelporen	Feinporen	
	Gesamt-Porenvolumen				

Definition der Kennwerte zum Wasser- und Lufthaushalt im Boden

Relevanz der Bodenfeuchte

Die Bodenfeuchte-Messstationen liefern wichtige Grundlageninformationen zu den in Verbindung mit dem Klimawandel der letzten Jahre veränderten Wasservorräten im Boden.

Die Kenntnis der Bodenfeuchte und ihres zeitlichen Verlaufs ist weiterhin für die Beurteilung zahlreicher Standorteigenschaften relevant. Zum Beispiel:

- für die Befahrbarkeit von Böden
- auf welchen Böden unter den gegebenen Witterungsverhältnissen kein Wirtschaftsdünger (Jauche, Gülle, Mist) ausgebracht werden kann, weil bei Niederschlägen und hoher Bodenfeuchte mit einem direkten Oberflächenabfluss in benachbarte Gewässer zu rechnen ist
- für die Beurteilung der Sickerwasser-abhängigen Stoffverlagerung im Boden
- im Rahmen der Beweissicherung der Schutzwürdigkeit wechselfeuchter Standorte
- bei Feucht- oder Naturschutzgebieten: zur Beweissicherung für bodenkundlich-hydrologische Gutachten
- zur Dimensionierung von Schutz- oder Uferrandstreifen an Trinkwasserspeichern und Oberflächengewässern, um diese vor lateral zufließendem Bodenwasser mit seinen Inhaltsstoffen hinreichend zu schützen
- für die Validierung von Feldversuchsergebnissen

Kennwert für die Bodenfeuchte ist die sogenannte Saugspannung. Diese entspricht der Saugkraft, die Pflanzen aufwenden müssen, um dem Boden Wasser zu entziehen. Die Höhe der Saugspannung korreliert mit der Größe der wassergefüllten Bodenporen. Von besonderer Bedeutung ist dabei die nutzbare Feldkapazität. Sie kennzeichnet den Saugspannungsbereich, in dem das Bodenwasser von Pflanzen aufgenommen werden kann.

Wo wird gemessen?

Ursprünglich sollten die Messungen nur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen durchgeführt werden, die ein möglichst weites Bodenartenspektrum abdecken. Dabei sind die Standorte Kleve und Remblinghausen Grünland-Versuchsstandorte der Landwirtschaftskammer NRW, die Standorte Bad Salzuflen und Münster landwirtschaftliche Nutzflächen. Um dort die Bewirtschaftung nur minimal zu beeinträchtigen, erfolgen die Messungen am Feldrand.

2014 richtete der GD NRW im Kottenforst bei Bonn die erste Station auf einer Waldfläche ein. Dieser folgen in Absprache mit der Umweltverwaltung NRW in diesem Jahr zunächst drei und 2021 noch weitere Stationen.

Wie wird gemessen?

Gemessen wird in mindestens drei durch bodenkundliche Gegebenheiten festgelegten Tiefen. Ab dem dritten Quartal 2020 messen wir zusätzlich im tieferen Unterboden – möglichst in 150 cm Tiefe –, um Informationen über die dortigen Wasserbewegungen zu erhalten. In dem skelettreichen Verwitterungsboden in Remblinghausen konnten die Sensoren nur in maximal 100 cm Tiefe eingebaut werden. Die Station Münster lässt sich aus technischen Gründen nicht erweitern. Um die Aussagesicherheit zu erhöhen, werden jeweils Doppelmessungen durchgeführt. Dies ermöglicht die automatische Plausibilisierung der Daten, bevor sie online abrufbar sind.

	Münster	Bad Salzuflen	Kleve, Haus Riswick	Remblinghausen
Nutzung	Brache	Ackerrand	Grünland	Grünland
Bodenart	lehmig-sandig	tonig-schluffig	tonig-schluffig	tonig-lehmig
Bodentyp	Plaggenesch	Parabraunerde	vergleyte Vega	Braunerde
Einbautiefen (cm)	40	40	20	20
	70	60	40	40
	100	90	60	60
(*) ab dem 3. Quartal 2020		150 (*)	150 (*)	100 (*)

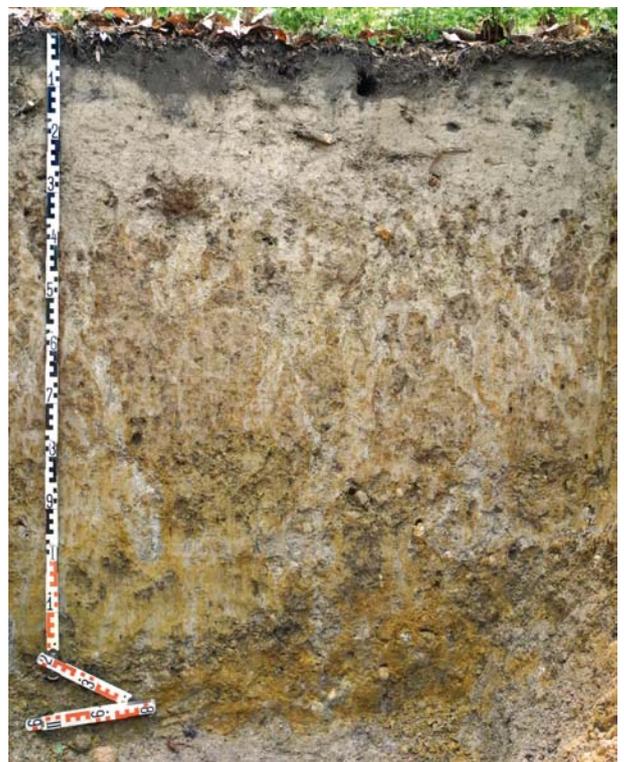
Ergebnisse aus dem Kottenforst

Den mit Eichen und Hainbuchen bestandenen staunassen Boden, ein sogenannter Pseudogley, kennzeichnet eine außergewöhnliche Dynamik des Bodenwassers. Eine in 60 cm Tiefe beginnende Stauschicht hindert das Niederschlagswasser größtenteils an der Versickerung in den tieferen Untergrund. Dies führt speziell in den Wintermonaten zum Wasserstau bis an die Erdoberfläche. Mit steigenden Temperaturen und Beginn der Vegetationsperiode wird dieses Wasser, ohne hinreichenden Nachschub durch Niederschlag, aufgebraucht; der Boden wird trockener.

Die Wasserdynamik lässt sich anhand der an den Bodenfeuchte-Messstationen ermittelten pF-Werte nachvollziehen. Der dimensionslose pF-Wert entspricht der Energie, die nötig ist, um das Bodenwasser entgegen der Schwerkraft in der Bodenmatrix zu halten. Wasserstau ist an pF-Werten kleiner 1,8 zu erkennen. Solche Werte wurden in einer Tiefe von 25 cm in allen erfassten Jahren spätestens von Mitte Januar bis meist April erreicht. In dieser Zeit stand das Wasser oberflächennah an. Der Standort Kottenforst zeichnet sich durch meist nasse, phasenweise trockene Verhältnisse aus. So läuft beim Graben in feuchten Phasen Wasser aus dem umgebenden Boden zusammen, in trockenen Phasen nicht.

Informationen zu den Messstellen auf den Landwirtschaftsflächen

Standort im Kottenforst: hoch anstehendes Bodenwasser im Frühjahr (l.), ausgetrocknet im Hochsommer (r.)



Allerdings ist auch bei trockenen Verhältnissen noch pflanzenverfügbares Wasser in den Mittelporen enthalten. In den Jahren 2018 und 2019 führten ausbleibende Niederschläge bei hohen Temperaturen dazu, dass das Wasser im Boden so stark aufgezehrt wurde, dass der oberflächennahe Bereich zeitweise hinsichtlich des pflanzenverfügbaren Wassers „wasserfrei“ war. Die im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel überdurchschnittlich warmen Monate März und April und die sehr geringen Niederschläge in April und Mai führten in 2020 zu einem frühen Aufzehren der im Boden gespeicherten Wasserreserven. Aktuelle Messwerte belegen, dass die pF-Werte im Juli 2020 wieder im „wasserfreien“ Bereich liegen.

Messwerte aus 120 cm Tiefe zeigen ein ähnliches Bild: 2018 und 2019 wurden zwar keine pF-Werte größer 4,2 gemessen, aber dennoch deutlich trockenere Verhältnisse über den ganzen Sommer angezeigt. Auch in dieser Tiefe zeichnen sich die warmen und trockenen Frühlingsmonate in 2020 durch ein frühes Erreichen von pF-Werten größer 2,5 deutlich ab.

Auffällig ist, dass trotz der sehr starken Abtrocknung der Böden in 2018 und 2019 die Winterniederschläge ausreichten, um den Bodenwasservorrat aufzufüllen. Ende Januar 2020 waren die Defizite des Vorjahres an diesem Standort bis in eine Tiefe von 120 cm ausgeglichen und nasse Verhältnisse erreicht.

Was bringt die Zukunft?

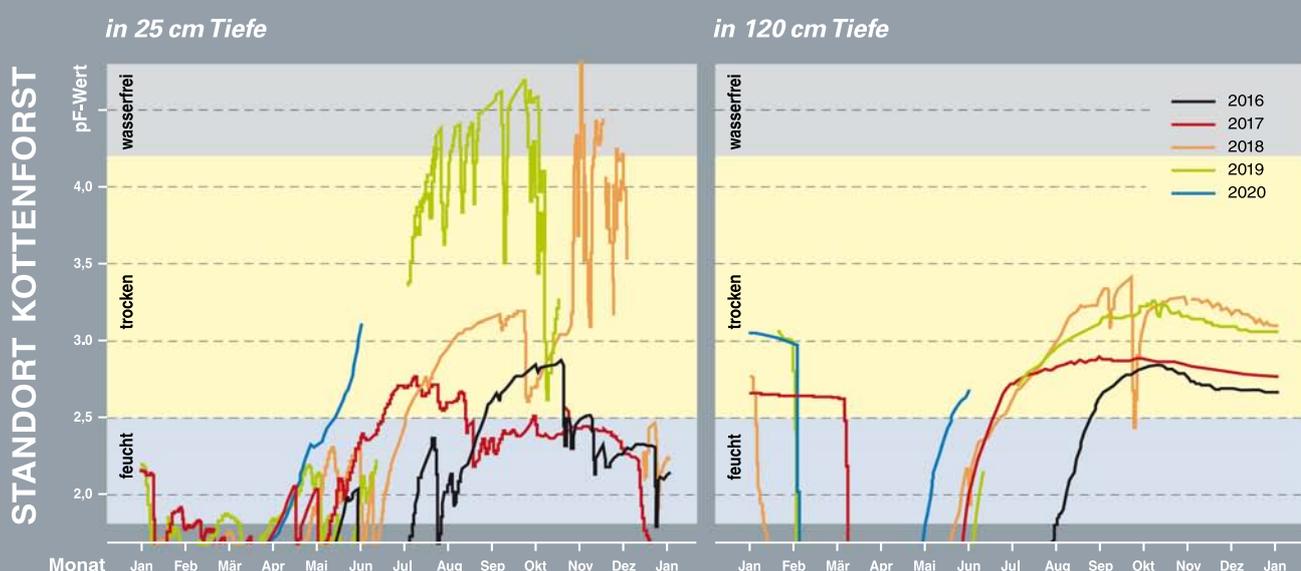
Trotz starker Austrocknung füllen sich bisher die Wasservorräte durch die winterlichen Niederschläge an den Bodenfeuchte-Messstellen des GD NRW bis zum Frühjahr wieder auf. Fehlende Bodenwasservorräte zum Jahresbeginn sind an diesen Standorten die Regel und bedeuten nicht, dass es zu Trockenschäden im Sommer kommen muss. Hierfür sind die Wetterlagen in Frühling und Sommer ausschlaggebend.

Ob die untersuchten Böden unterhalb der gemessenen Tiefen auch durch die Winterniederschläge profitieren oder ausgetrocknet sind, können die vorliegenden Messwerte nicht belegen. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass der winterliche Ausgleich der großen Wasserdefizite im betrachteten Bodenraum ein Auffüllen der Wasservorräte in tieferen Bereichen stark reduziert oder gar verhindert.

Mit den Bodenfeuchte-Messstationen liefert der GD NRW Grundlagendaten zum Bodenwasserhaushalt. Diese unterstützen die Landwirtschaftsverwaltung bei der Beratung in Bezug auf geeignete Nutzpflanzen und die Forstverwaltung bei der Auswahl von Baumarten. Die Daten helfen, Anpassungsstrategien zu entwickeln, um den neuen Anforderungen durch den Klimawandel erfolgreich zu begegnen.

Dirk Elhaus, Carsten Schilli, Steffen Werner
boden@gd.nrw.de

Verlauf der Bodenfeuchte im Oberboden in den Jahren 2016 bis 2020



Am Puls der Zeit

Die bodenkundliche Landesaufnahme

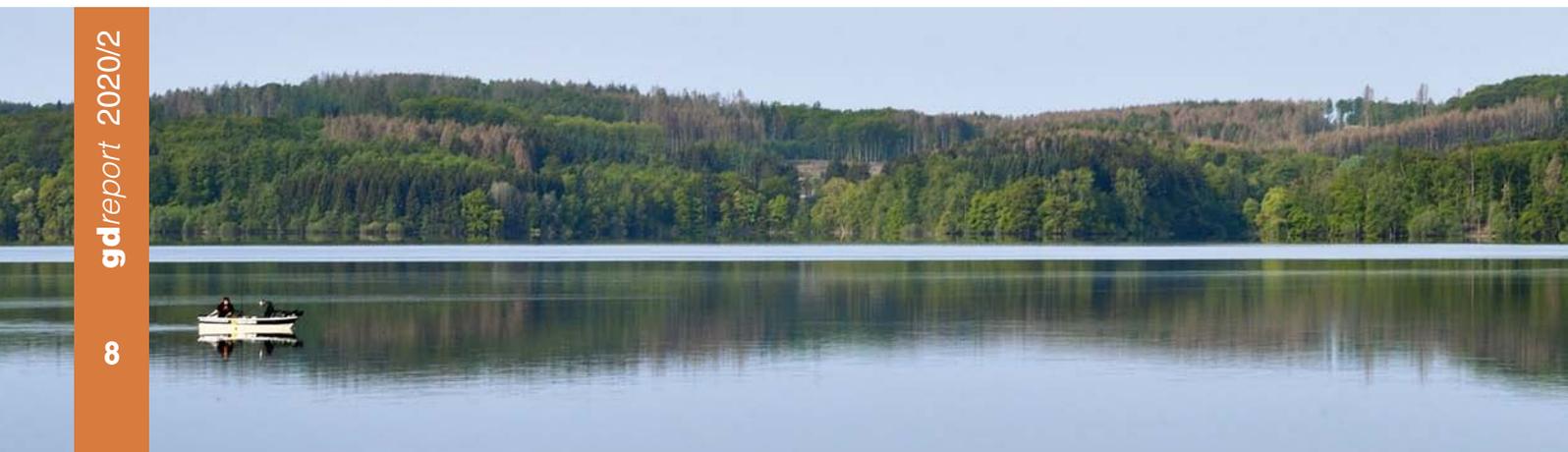
Das nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) seit 1999 geschützte Multitalent Boden wird in den letzten Jahren öffentlich immer stärker wahrgenommen. Entsprechend sind die Ansprüche an das Wissen über den Boden und seine Funktionen gestiegen und unterliegen stetigem Wandel. Denn wir sind alle auf die „Leistungen“ unserer Böden angewiesen. Sie schützen unser Grundwasser vor Schadstoffen und tragen damit wesentlich und kostenfrei zur Trinkwasserqualität bei. Außerdem versorgen sie uns mit Nahrung und decken unseren Holzbedarf. Stand vor Jahren noch ihre Wasserspeicherfunktion für die Vermeidung von Hochwässern im Fokus, wird diese in Zeiten des Klimawandels bei der Bewertung der Dürreempfindlichkeit eines Standortes immer wichtiger. Das Sammeln, Bewerten und Bereitstellen von Bodeninformationen hat in Nordrhein-Westfalen eine lange Tradition.

Eine der Säulen der bodenkundlichen Landesaufnahme des Geologischen Dienstes NRW ist die Erstellung von Bodenkarten in den Maßstäben 1 : 50 000 (BK 50) und 1 : 5 000 (BK 5) – Letztere getrennt für land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen (BK 5L, BK 5F). Seit vielen Jahrzehnten erstellt der GD NRW (bis 2001 das Geologische Landesamt NRW) Bodenkarten als Beitrag zur Standortbewertung im Forstbereich. 1957 wurden die Grundsatzfragen und Aufgaben der Forstkartierung erstmals in einem Beitrag in der *Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung* mit dem Schwerpunkt Standortkartierung in Nordrhein-Westfalen aufgezeigt.

Den Grundstein für die landwirtschaftliche Bodenkartierung legte Anfang der 1960er-Jahre ein ministerialer Erlass. Ziel war die Erhebung einer fachlich fundierten Datenbasis zur Begleitung von Flurbereinigungsverfahren.

Aufgaben und Ziele der Bodenkartierung wurden in den 1990er-Jahren neu gefasst. Im forstlichen Bereich erhielten die Bodenkarten bei forstwirtschaftlichen und forstökologischen Standortbewertungen ein deutlich stärkeres Gewicht. In den letzten Jahren entwickelten der GD NRW und der Landesbetrieb Wald und Holz NRW auf

Fichtensterben am Möhnesee-Südufer durch massiven Borkenkäferbefall nach den Trockenjahren 2018 bis 2020. Die standortgerechten Mischwälder erscheinen gesund.





„Flächenverbrauch“ bei einem „kleinen“ Kartierverfahren. Bei einem „normalen“ wäre der gesamte Flur bis zur Tür im Hintergrund mit Karten gepflastert!

Basis der BK 50 die Forstliche Standortkarte im Maßstab 1 : 50 000 (FSK 50), die einen wichtigen Baustein bei der Umsetzung des Waldbaukonzeptes NRW darstellt (s. auch *gdreport* 2019/1 und 2020/1). Im Juli dieses Jahres ging die neu entwickelte Dürreempfindlichkeitskarte auf Basis der FSK 50 im Fachinformationssystem *Klimaanpassung online* (www.klimaanpassung-karte.nrw.de/).

Auch im Bereich der Landwirtschaft wurden die Aufgaben und Ziele neu definiert. Die Bewertung von landwirtschaftlichen Standorten ist noch in der Entwicklungsphase. Im Fokus stehen vor allem Fragen des Natur- und Wasserschutzes. Aktuell werden Auswertungen der landwirtschaftlichen Flächen (BK 5L) für die Landwirtschaftskammer NRW zur Unterstützung der Flächenbewirtschaftung und zum Grundwasserschutz erstellt.

Bodenkarten werden digital

Bereits seit Beginn der 1990er-Jahre werden Bodenkarten unterschiedlicher Maßstäbe digitalisiert. Eine mit zugehörigem Datenschlüssel entwickelte Datenbank ermöglichte es, die im Gelände aufgenommenen bodenkundlichen Informationen zu erfassen, zu speichern und weiterzuverarbeiten. 2001 war das erste digitale Kartierverfahren auf einer CD erhältlich. Die digitalen Karten verdrängten zunehmend die gedruckte

Form. Seit mehreren Jahren stehen digitale Daten der BK 50, der FSK 50 und der BK 5F als WMS-Dienste der Öffentlichkeit kostenfrei zur Verfügung. Die digitalen Geometrien der BK 50 und der FSK 50 sind als Download auf der Homepage des GD NRW abrufbar. Seit 2020 ist nun auch die BK 5L als WMS online. Damit steht das gesamte Spektrum der Bodenkarten des GD NRW als Open-Source-Produkt bereit.

Papier- und Datenflut

Auch wenn unsere Bodeninformationen schon lange „voll digital“ sind, zogen unsere Bodenkartierer*innen bislang immer noch wie die Altvorderen mit Stift, Zettel und Karten ins Gelände. Allerdings wurde die Papiermenge durch die zahlreichen heutzutage bei der Geländeaufnahme zu berücksichtigenden geologischen und bodenkundlichen Karten und Daten sowie Zusatzinformationen (Orthofotos, digitale Höhenmodelle, Leitungspläne etc.) immer größer und unübersichtlicher. Würde man sie auf dem Boden unseres Flures auslegen, bedeckten alleine die Bohrpunktkarten eines kleinen Kartierverfahrens, dessen Gebiet sich auf 20 Blätter der Deutschen Grundkarte im Maßstab 1 : 5 000 (DGK 5) verteilt, eine beachtliche Fläche. Bei einem typischen Forstverfahren mit 70 DGK-5-Blättern und den üblichen drei Ausdrucken je Blatt (Bohrpunktkarte plus notwendige Zusatzinformationen) würden sie sich über 23 m Ganglänge erstrecken.



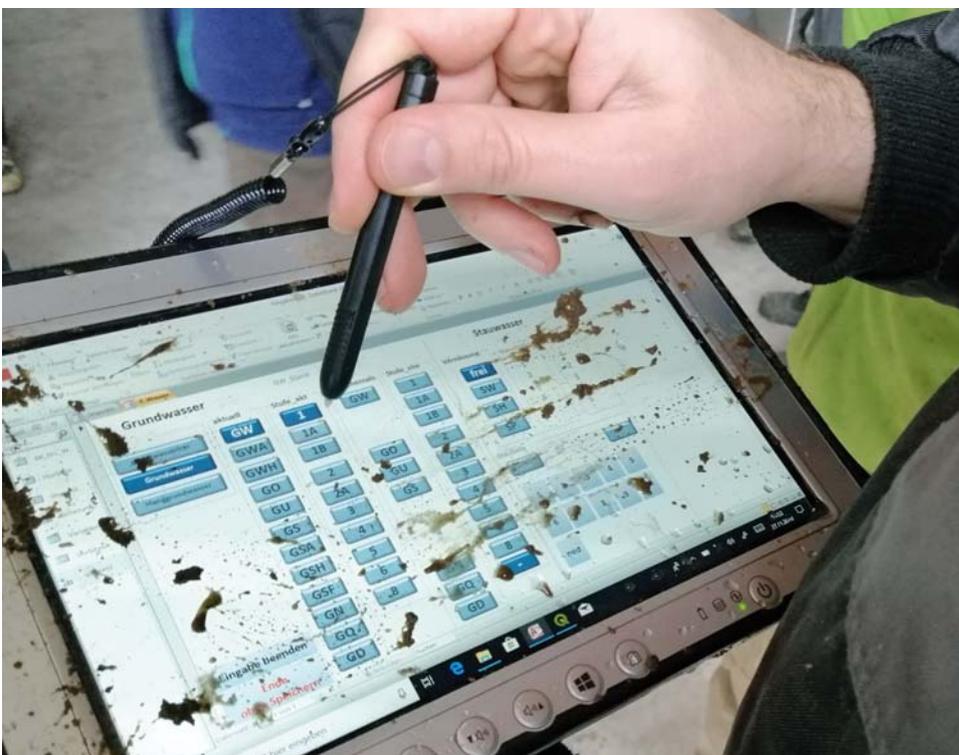
Angesichts der inzwischen technisch möglichen digitalen Datenerfassung im Gelände, der digitalen Darstellung der Kartierergebnisse sowie des Ziels, den Datenweg von der Geländeaufnahme bis zum digitalen Ergebnis möglichst medienbruch- und papierfrei zu gestalten, war die bei uns noch praktizierte „Papiermethode“ in die Jahre gekommen.

Flutbewältigung

Der Technik sei Dank: Seit diesem Frühjahr führen wir die bei unserer Arbeit benötigten Daten und Karten nun auf einem speziellen Gelände-Tablet mit. Das handliche und robuste Gerät ist über ein LTE-Modem mit dem Internet verbunden und verfügt über ein eingebautes GPS. Durch die digitale Bereitstellung der Grundlageninformationen fallen Arbeitsschritte wie das Ausdrucken von Karten oder Aufnahmebögen weg.

Alle Daten sind auf dem Gelände-Tablet verfügbar sowie schnell und übersichtlich einsehbar: In der Vorbereitungsphase eines Kartierprojektes wird ein standardisiertes Datenpaket mit allen im GD NRW verfügbaren Informationen zusammengestellt. Als Software verwenden wir das kostenfreie Geoinformationssystem QGIS. Der Internetzugang per Modem ermöglicht bei Bedarf ein Nachladen, den kurzfristigen Austausch sowie die regelmäßige Sicherung von Daten, auch bei mehrtägigen Dienstreisen. Das Gelände-Tablet ist wind- und wetterfest und lässt sich auch bei Verschmutzung oder Regen bedienen.

Die Bohrpunkte der Bodenkartierung werden unter Verwendung des Kartierschlüssels in einer im GD NRW entwickelten und programmierten Access-Datenbank aufgenommen. Das Tablet ermöglicht damit eine effiziente Geländearbeit mit deutlich kleinerem Gepäck: Statt jeder Menge Papier ein handliches Tablet mit allen Informationen der Kartiervorbereitung, des GD-Netzwerkes und des Internets.



„Saubere Arbeit“ mit dem Tablet



*Ein handliches
Tablet statt jeder
Menge Unterlagen
und Equipment*

Manches bleibt noch, wie es war ...

Noch nicht ganz angekommen ist der Fortschritt bei der Bohrtechnik. Da hat sich in den letzten Jahrzehnten nicht viel getan. Lediglich die Fotodokumentation dieser in der Bodenkartierung unverzichtbaren Arbeit ist farbiger geworden. Aber auch hier gibt es erste Ansätze, moderne technische Entwicklungen und Gerätschaften in der Kartierung einzusetzen, um den Knochenjob unserer Bohrarbeiter*innen zu erleichtern. Mal sehen, was noch kommt!

*Carsten Schilli, Thilo Simon, Stefan Henscheid
boden@gd.nrw.de*



Projekt Ruhrgebiet

Geodaten für eine Region im Wandel

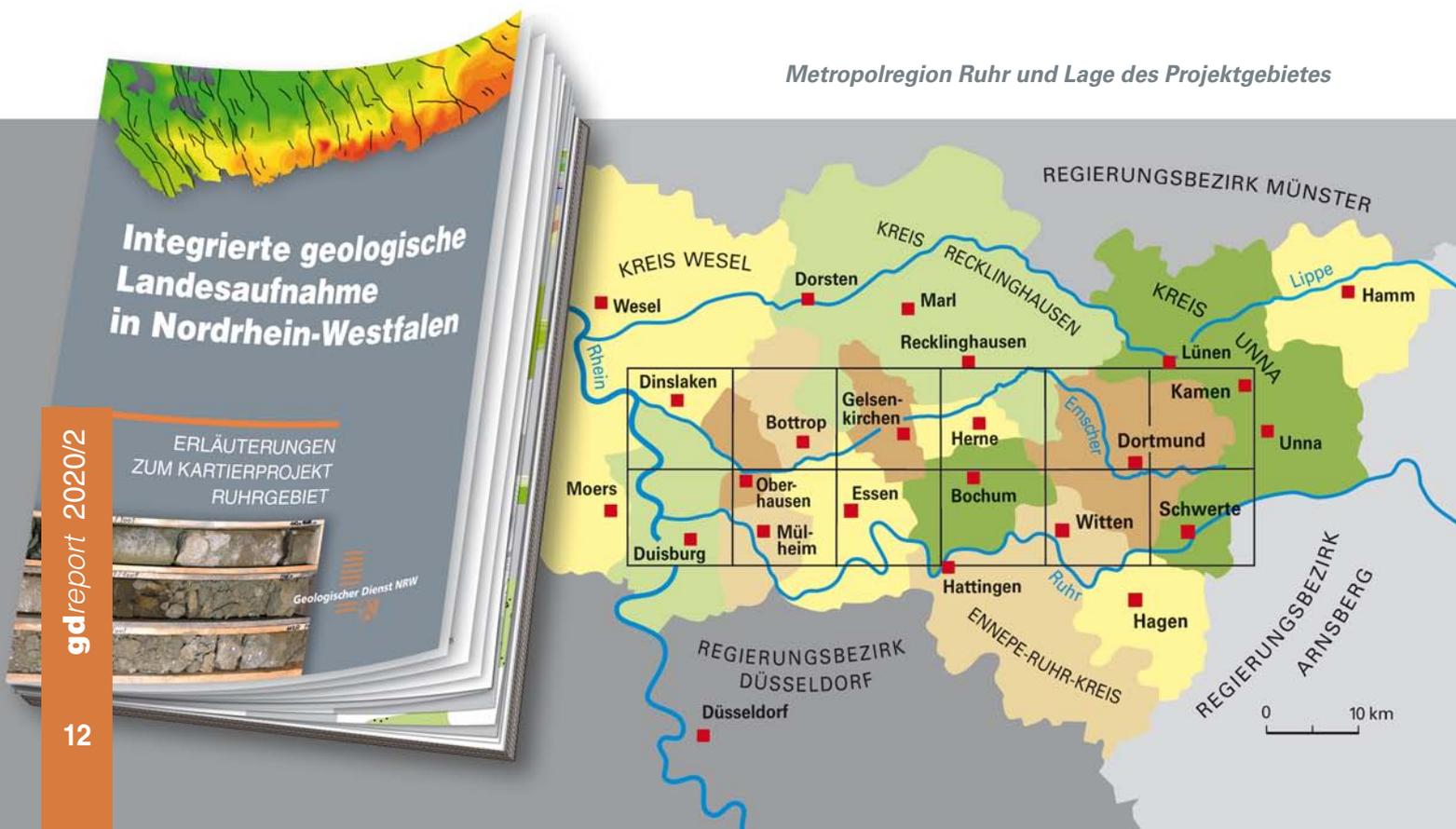
In den letzten Ausgaben berichteten wir wiederholt über das Kartierprojekt *Ruhrgebiet*. Von 2012 bis 2017 war die Metropolregion Ruhr Arbeitsschwerpunkt der integrierten geologischen Landesaufnahme des Geologischen Dienstes NRW. Inzwischen liegen die aktuellen Informationen über den Untergrund vor und stehen für zukunftsweisende Planungen zur Verfügung. Die flächendeckenden Daten werden auf Anfrage digital über ein Informationssystem bereitgestellt und sind in verschiedenen Darstellungsformen abrufbar. Was bisher fehlte, war eine zusammenfassende Beschreibung der Ergebnisse. Diese Lücke schließt nun die Publikation *Integrierte geologische Landesaufnahme in Nordrhein-Westfalen – Erläuterungen zum Kartierprojekt Ruhrgebiet*.

Mit dem Ende des Steinkohlenbergbaus im Jahr 2018 begann in Nordrhein-Westfalen die Nachbergbauzeit. Bislang standen in der durch Halden und Fördertürme geprägten Region neben Kohlemengen und Absatz-

wegen die Begleiterscheinungen des Bergbaus im Vordergrund. Dazu gehörten Bergschäden, Bergsenkungen, Grundwasserregulierungen oder auch MethanAusgasungen. Für ein rund 4 400 km² umfassendes Gebiet, das Heimat für mehr als fünf Millionen Menschen ist, stellen sich nun ganz andere Fragen: Welche Auswirkungen hat der geplante Grubenwasser-Wiederanstieg? Wie können Geothermie und Grubengas sinnvoll und nachhaltig genutzt werden? Welche Rohstoffreservoir gibt es im sogenannten Deckgebirge, also in den Schichten oberhalb des Steinkohlengebirges?

Für die Klärung solcher Fragen müssen das Steinkohlengebirge und das nach Norden abfallende Deckgebirge im dreidimensionalen Raum betrachtet werden. Hierfür liefert das Kartierprojekt *Ruhrgebiet* mit seinen Erläuterungen aktuelle Daten – beispielsweise über den genauen Schichtaufbau des Untergrundes, den Verlauf von Störungen und die Tiefenlage von grundwasserleitenden und -geringleitenden Gesteinseinheiten.

Metropolregion Ruhr und Lage des Projektgebietes



Das über 1 500 km² große Projektgebiet, das nun bearbeitet vorliegt, umfasst die Blätter der Topographischen Karte 1 : 25 000 (TK 25) Dinslaken, Bottrop, Gelsenkirchen, Herne, Dortmund, Kamen, Duisburg, Mülheim, Essen, Bochum, Witten und Schwerte. Untersucht wurde das Gebiet nach dem Verfahren der integrierten geologischen Landesaufnahme (IGL). Dabei werden alle landesplanerisch wichtigen Daten zu Geologie, Rohstoff-, Hydro- und Ingenieurgeologie, Georisiken und Erdwärme standardisiert erfasst und ausgewertet. Die zum Teil sehr mächtigen Ablagerungen des Deckgebirges sind für wasserwirtschaftliche, lagerstättenkundliche und ökologische Fragestellungen von großem öffentlichem Interesse.

Die Daten wurden in das Fachinformationssystem *Geologie* eingepflegt und sind somit für die verschiedensten Fragestellungen individuell, blattschnittfrei und im Planungsmaßstab 1 : 50 000 abrufbar. Endprodukte sind zahlreiche Karten und Schnitte. Von geologisch, hydrogeologisch und rohstoffkundlich relevanten Horizonten wurden jeweils Top und Basis konstruiert und in Verbreitungskarten dargestellt. Tiefenlinienpläne und Schnittserienkarten ergänzen ein Geoinformationssystem, das ein detailliertes Raumbild vom Untergrund im Ruhrgebiet vermittelt.

3D-Modelle werden derzeit noch erstellt. Die so aufbereiteten Daten dienen als wichtige Sach- und Entscheidungsgrundlage für die umfassenden Planungen der Nachbergbauzeit.

In der Tradition der Erläuterungshefte – und doch anders

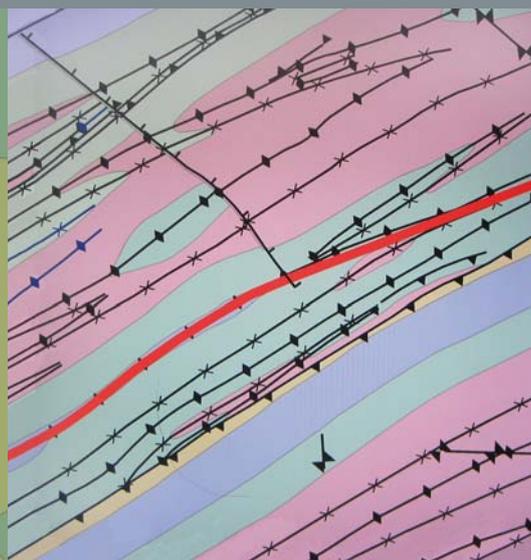
Ursprünglich waren die IGL-Produkte ohne begleitende Erläuterungen geplant. Die jeweiligen Darstellungen sollten anhand ausführlicher Legendentexte erklärt werden. Es zeigte sich jedoch, dass sich viele wichtige Sachverhalte auf diese Weise nur schwer erschließen. Deshalb konzipierten wir ein Begleitheft zu dem Kartierprojekt, das die Vorteile der Erläuterungshefte zur Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1 : 25 000 (GK 25) mit dem neuen, digitalen Kartenwerk verbindet.

Das von vielen geschätzte, charakteristische Merkmal der Erläuterungen zur GK 25 ist ihre Ausführlichkeit. Jedoch war der Aufwand ihrer Erstellung immens. So mussten die Erläuterungen zum Kartierprojekt *Ruhrgebiet* vor allem abspecken. Daher gibt es für das zwölf Blätter der TK 25 umfassende Projektgebiet nur ein einziges Erläuterungsheft. Nebenskapitel zum geographischen Überblick, zu Klima- oder Bodenthemen wurden gestrichen.

Lithologie

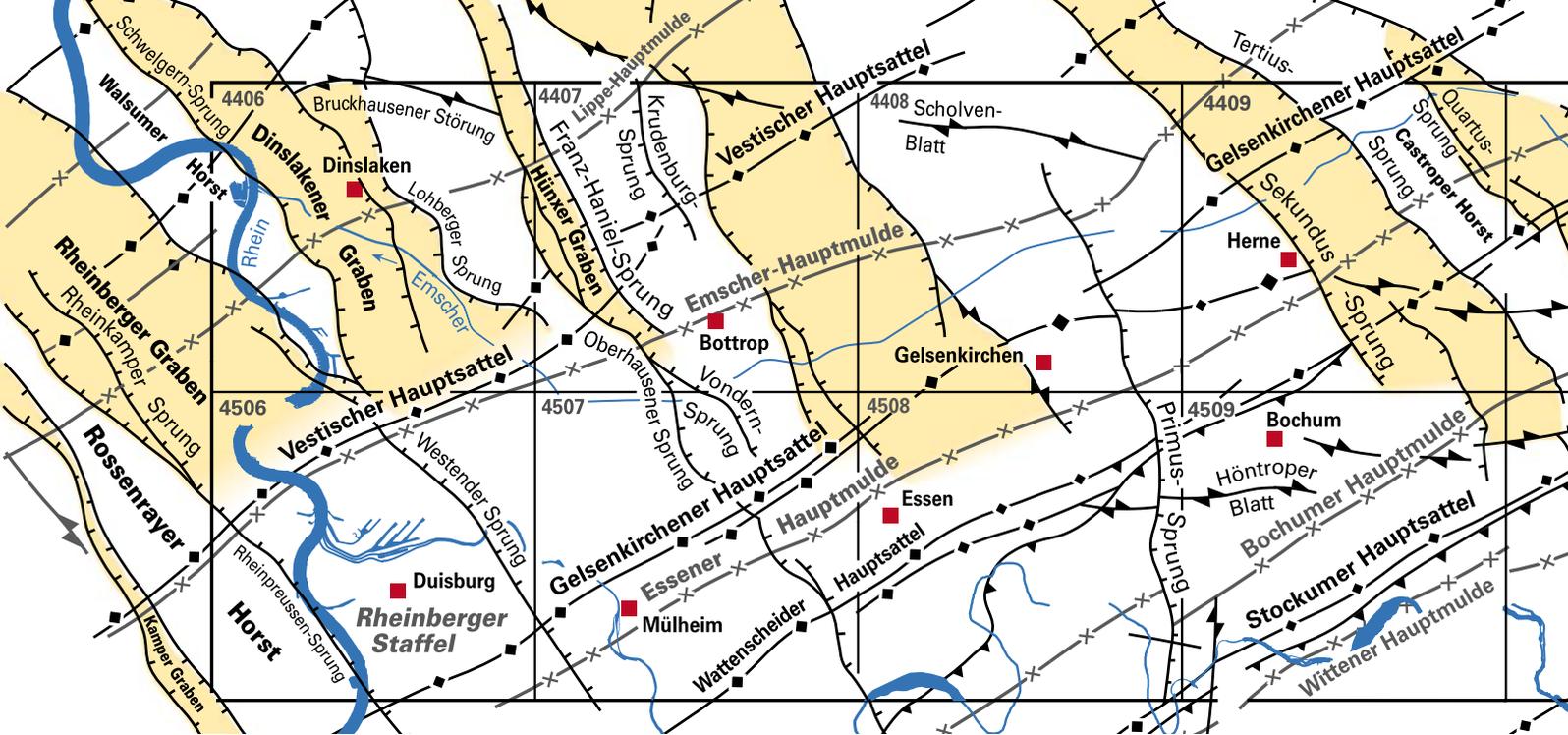


Präpermischer Untergrund



Schnitt (25-fache Überhöhung)





Stattdessen bietet die Arbeit nach einer kurzen Einführung in den Projektraum Metropolregion Ruhr und das Prinzip der integrierten geologischen Landesaufnahme des GD NRW einen Überblick über die verarbeitete Datengrundlage und die verschiedenen Darstellungsebenen, aus denen sich die lieferbaren Produkte ableiten. Ein Abriss der geologischen Entwicklung des Raums und ein Kapitel über die Tektonik – ohne die die geologischen Zusammenhänge nur schwer zu verstehen sind – runden das Werk ab.

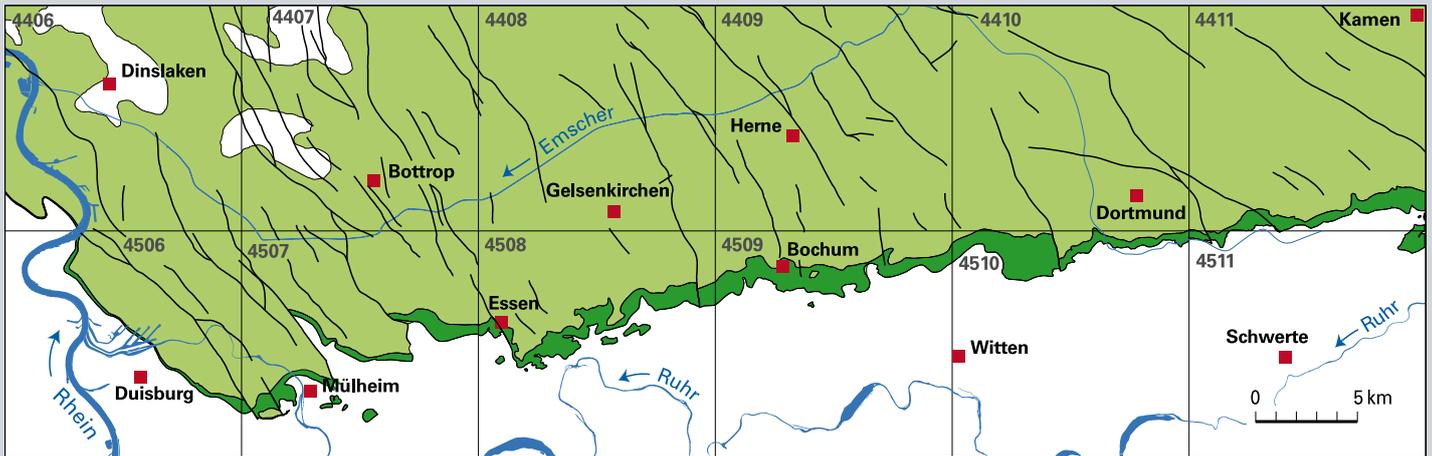
**Tektonische
Strukturen des
Ruhrkarbons im
Projektgebiet**

Angewandte Themen im Fokus

Der Hauptteil der Publikation umfasst die Beschreibung aller anzutreffenden Kartiereinheiten. Diese entsprechen der aktuellen IGL-Rahmenlegende, die sich an die Online-Datenbank *LithoLex* (<https://litholex.bgr.de>) der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, sowie an die Stratigraphische Tabelle von Deutschland (2016) der Deutschen Stratigraphischen Kommission anlehnt (www.stratigraphie.de/std/).

Die Kartiereinheiten werden kurz und anwendungsbezogen vorgestellt. Zu jeder Schichtenfolge finden sich Aussagen zu Alter, Gesteinsbeschaffenheit, Abgrenzungskriterien, lateralen Änderungen, Besonderheiten und Mächtigkeit. Standardisierte hydrogeologische Klassifizierungen, Lagerstätten- und geothermische Bewertungen liefern praxisnahe Informationen.

Ein besonderer Vorteil: Zu jeder Kartiereinheit werden Referenzprofile genannt. Meist sind es über unser Bohrungsportal www.bohrungen.nrw.de frei zugängliche Bohrungen, die durch die Eingabe der Bohrungsnummer (BNUM) in der Suchmaske aufgerufen werden können. So haben Anwender*innen schnell Zugriff auf eine detaillierte Profilbeschreibung der sie interessierenden Schichteinheit.



 Ausbiss der Büren-Formation (krt1) an der Geländeoberfläche und der Quartär-Basis
 Verbreitung der Büren-Formation (krt1) unter jüngeren Deckschichten

 Verwerfung
 4406 Nummer der Topographischen Karte 1 : 25 000

Verbreitung der Büren-Formation

Was ist neu?

Im Gegensatz zu den „alten“ Erläuterungen ist das Werk reich und vor allem farbig bebildert. Stratigraphische Tabellen zu jedem Erdzeitalter erleichtern die altersmäßige Einstufung sowie die Korrelation mit gleichalten, faziell unterschiedlich ausgebildeten Schichteinheiten in NRW.

Ausgesprochen hilfreich sind Verbreitungskarten für jede Kartiereinheit. Sie geben Auskunft darüber, wo im Projektgebiet mit welcher Kartiereinheit zu rechnen ist. Die Darstellung stützt sich auf alle derzeit zur Verfügung stehenden Informationen und wurde in dieser Form, Aktualität und Flächendeckung bisher nirgendwo veröffentlicht.

Fotografien der wichtigsten Gesteine und Aufschlüsse geben Nutzer*innen eine Vorstellung vom Aussehen der Kartiereinheiten. Bei vielen Abbildungen handelt es sich um Aufnahmen von Bohrkernen, die im Bohrkernarchiv des GD NRW lagern. Bei Interesse stehen diese für vergleichende Untersuchungen und Betrachtungen zur Verfügung. Um Voranmeldung wird gebeten.

Ergänzt werden die Abbildungen durch zum Teil großformatige tektonische Karten sowohl des gefalteten Ruhrkarbons als auch des überwiegend kreidezeitlichen Deckgebirges.

Für wen sind die Erläuterungen „in neuem Gewand“?

Die Veröffentlichung richtet sich an alle, die sich geowissenschaftliche Informationen zum Ruhrgebiet schnell und effektiv erschließen und mit den digitalen Daten des Kartierprojektes *Ruhrgebiet* optimal arbeiten wollen. Aber auch ohne Nutzung des Geoinformationssystems bieten die nun vorliegenden Erläuterungen mit ihren zahlreichen Abbildungen, insbesondere mit ihren Verbreitungskarten, ein anschauliches und übersichtliches Kompendium, das den neuesten wissenschaftlichen Stand zur Geologie des Ruhrgebiets bündelt. Gleichzeitig schließt das Werk Lücken in Bereichen, für die bislang keine moderne geologische Beschreibung vorlag. Eine umfangreiche Bibliographie liefert darüber hinaus rasch und zielgerichtet Hinweise auf wichtige weiterführende Literatur.

Redaktion





Der längste Baugraben in NRW

Zeelink gibt Einblicke in geologische Strukturen

Blick auf einen Grabenabschnitt der Zeelink-Pipeline bei Rheurdt am Niederrhein vor Absenkung des Rohrstrangs: Jetzt hat man für kurze Zeit Einblick in die obersten zwei Meter der Erdkruste

Der Graben der seit Mitte 2019 im Bau befindlichen Gaspipeline Zeelink zwischen der belgisch-deutschen Grenze bei Aachen-Lichtenbusch und Legden im nördlichen Münsterland (s. *gdreport* 2020/1) gewährt immer wieder fachlich-geologisch wichtige Einblicke in die oberflächennahe Geologie von Nordrhein-Westfalen. Daneben eröffnen sich oft auch ästhetisch eindrucksvolle Abbilder geologischer Kräfte und Prozesse der jüngeren erdgeschichtlichen Vergangenheit, wie hier im Niederrheingebiet und dem westlichen Münsterland.



Teils kiesige Schmelzwassersande mit darüberliegendem Geschiebelehm (Till) aus der Saale-Kaltzeit; darin eingelagert ein in gefrorenem Zustand mitgeschlepptes Schichtpaket aus kreidezeitlichem Sandmergel (bei Raesfeld)



Stauchfalte in Flusskiesen des Rheins (Jüngere Mittelterrasse) am Waldgebiet „Die Leucht“ bei Kamp-Lintfort: Der Inlandgletscher der Saale-Kaltzeit schob hier vor über 200 000 Jahren mit gewaltiger Kraft die gefrorenen älteren Flussablagerungen des Rheins zu einem Endmoränenbogen zusammen.

Geschiebelehmreste und lebhaft geschichtete Schmelzwassersande, durch Frostbodendynamik (Kryoturbation) zu einem sogenannten „Tropfenboden“ ineinander verwürgt, zeugen von der ehemaligen Inlandeisbedeckung (Saale-Kaltzeit) und der nachfolgenden Periglazialzeit des Münsterlandes. Eisenaufällungen durch jüngere Verwitterungsprozesse zeichnen die Strukturen nach (Borken-Marbeck).

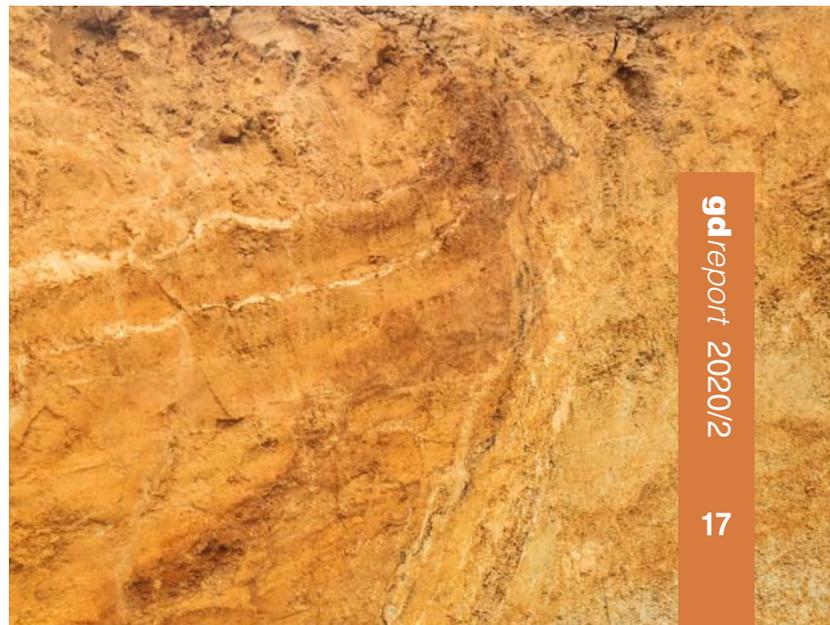
Während der Baugraben zwischen Raesfeld und Ahaus auch lockere Meeressande oder festere Mergel- und Kalksteine der Oberkreide anschneidet, sind es am Niederrhein und im westlichen Münsterland gelegentlich Sedimente des Tertiärs, meist aber des Quartärs, in denen die geologischen Prozesse der letzten Hunderttausende bis wenige Zehntausend Jahre dokumentiert sind. Prägend sind dabei Flussablagerungen des eiszeitlichen Rheins und der Münsterländer Flüsse sowie Eis- und Schmelzwasserablagerungen aus der Saale-Kaltzeit, die durch kaltzeitliche

Prozesse wie Kryoturbationen (Frostmusterböden, Eiskeile), Eisdruck des nordischen Inlandeises (Glazialtektonik), aber auch durch tektonische Kräfte geformt worden sind.

Die Bilder, die bei der Aufnahme des Pipelinegrabens durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des GD NRW entstanden sind, zeigen beeindruckende Beispiele solcher Aufschlüsse.

Fachbereich *Integrierte Geologische Landesaufnahme*
geologie@gd.nrw.de

Zeugnis gewaltiger tektonischer Kräfte: Störung innerhalb mariner Schichten aus der Oberkreide-Zeit vor rund 85 Mio. Jahren. Durch die Abschiebung nach links (Osten) liegen jüngere, sandige Schichten der Haltern-Formation neben mehrere 100 000 Jahre älteren, mergeligen Sedimenten der Recklinghausen-Formation (nordöstlich von Raesfeld).



korrigiert werden. Auch die Dichte des Mediums im Bohrloch zeigt einen signifikanten Einfluss. Flüssigkeiten mit einer hohen Dichte (z. B. schwere Spülungen) führen tendenziell zu einer größeren Dämpfung der Messwerte – im Gegensatz zu einer mit Luft gefüllten Bohrung.

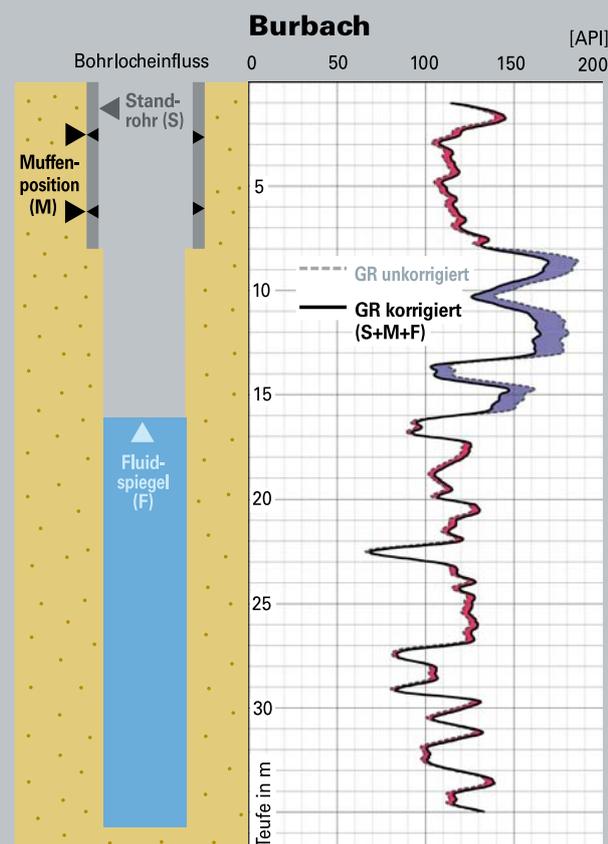
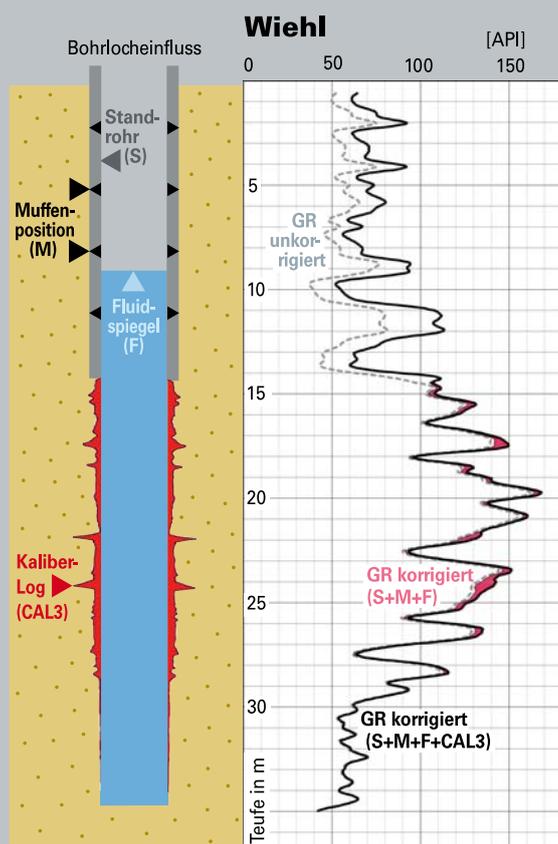
Die im GD NRW entwickelte Software GRCT ermöglicht nun eine effiziente, semi-automatische Korrektur der GR-Logs. Unter Angabe der spezifischen Bohrloch- und Messbedingungen werden die Daten mithilfe verschiedener Verfahren korrigiert und auf ein wassergefülltes Bohrloch mit einem 5-Zoll-Durchmesser skaliert. Das gewährleistet die quantitative Vergleichbarkeit von Logs, die unter verschiedenen Bohrlochbedingungen gemessen wurden. Durch die Möglichkeit, den Innen- und Außendurchmesser sowie die Rohrlänge von Gestänge und Verrohrung tiefenabhängig zu variieren, können auch die Einflüsse von Rohrmuffen korrigiert werden. Die Ergebnisse der Korrektur lassen sich während der Bearbeitung visuell überprüfen und manuell verfeinern. Für eine plattformunabhängige Weiterverarbeitung werden die Logs in einem Standardformat exportiert.



Geophysikalische Bohrlochmessungen in einer Grundwassermessstelle in Meerbusch

Beispiele aus der Praxis haben gezeigt, dass die Korrektur der GR-Logs die Aussagekraft der Messungen für die geologische Interpretation signifikant erhöht: Quantitative Abschätzungen lithologischer Parameter werden ermöglicht und das Risiko von Fehlinterpretationen wird reduziert. Seit Januar 2020 wird die Korrektur-Software GRCT im Regelbetrieb für die Auswertung verwendet.

Sebastian Busch, Jan Beck
geophysik@gd.nrw.de



Zwerge in großem Maßstab

Kalkige Nannofossilien in der geologischen Landesaufnahme

Mit einer durchschnittlichen Größe von etwa 8 µm, also 0,008 Millimetern, gehören kalkige Nannofossilien buchstäblich zu den „Zwergen“ in der Paläontologie. Daher auch ihr Name, vom griechischen „nanos“, der Zwerg. Zur Datierung von Sedimenten und Sedimentgesteinen leistet diese Fossilgruppe allerdings einen großen Beitrag. Sie unterstützt die geologische Landesaufnahme des Geologischen Dienstes NRW bei der Altersbestimmung und Korrelation von Gesteinsschichten – Daten, die für die Erstellung und Überarbeitung geologischer Karten dringend benötigt werden.

Was sind kalkige Nannofossilien?

Während Funde fossiler Wirbeltierknochen aufgrund ihrer Seltenheit oftmals eine Sensation darstellen, sind kalkige Nannofossilien massenhaft in Sedimenten zu finden: Ein Kubikzentimeter Kalkstein aus der Oberkreide kann bereits mehrere Milliarden Nannofossilien enthalten. Es handelt sich bei diesen etwa 8 µm kleinen Objekten aus Kalzit überwiegend um die fossilen Überreste einzelliger Algen, den Coccolithophoriden. Als Teil des marinen Planktons ist diese Gruppe auch heute noch in den oberflächennahen, lichtdurchfluteten Bereichen der Weltmeere verbreitet.

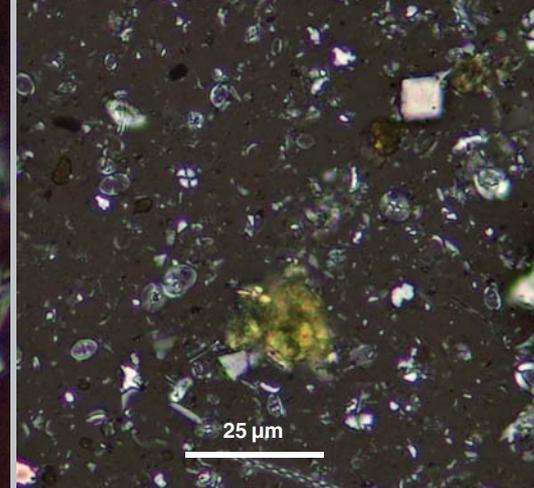
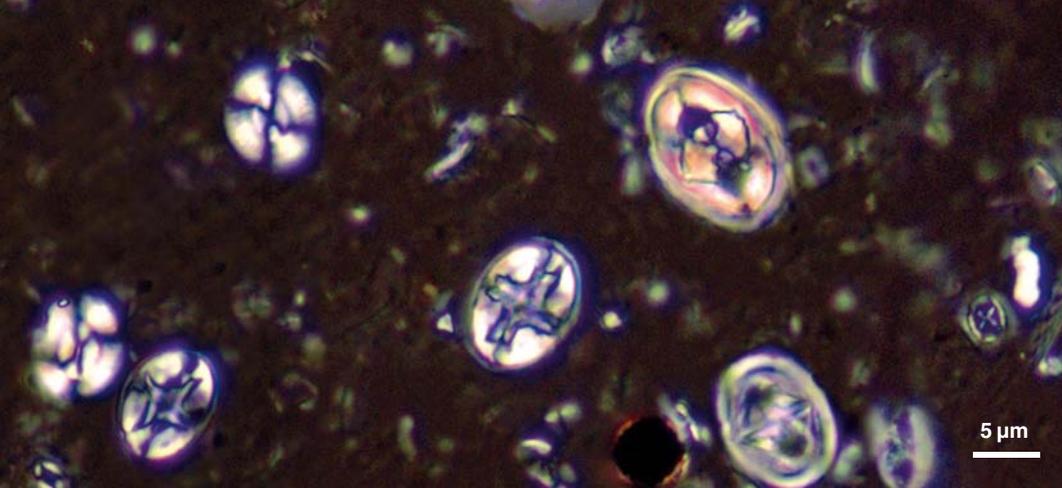
Sterben die Algen ab, fallen die Einzelteile ihres Außenskeletts auseinander und sinken auf den Meeresboden. Dort werden sie angereichert und können unter günstigen Bedingungen sogar gesteinsbildend sein. Die Hartteile aus Kalzit sind in Sedimentgesteinen über viele Millionen Jahre überlieferungsfähig. Das wohl bekannteste und beeindruckendste Beispiel hierfür sind die Kreidefelsen an der Nord- und Ostseeküste, die fast ausschließlich aus kalkigen Nannofossilien bestehen.

Wie uns Nannofossilien ihr Alter verraten

Die ersten Vertreter dieser Fossilgruppe finden sich in den etwa 220 Mio. Jahre alten Gesteinen der Obertrias. Seit dieser Zeit hat sich das kalkige Nannoplankton nicht nur global verbreitet, es sind auch fortwährend zahlreiche neue Arten entstanden und wieder ausgestorben. Durch die Bestimmung einzelner Formen oder einer fossilen Gemeinschaft lassen sich alle Arten einem bestimmten erdgeschichtlichen Abschnitt zuordnen. Und das, wegen ihrer meist kurzen Lebensdauer, mit zum Teil sehr hoher zeitlicher Auflösung.

*Kreidefelsen an der Südküste Englands.
Die hier anstehenden Gesteine der
Oberkreide bestehen zum größten
Teil aus kalkigen Nannofossilien.*





Kalkige Nanofossilien aus der Bottrop-Formation (Oberkreide, Campanium) bei Schermbeck, die im Rahmen des aktuellen Kartierprojektes Ruhrgebiet Nord zur Datierung der Gesteinsabfolge einer Brunnenbohrung untersucht wurden.

Größtenteils bestehen kalkige Nanofossilien aus rundlich bis elliptisch geformten, komplex aufgebauten Gebilden aus einzelnen Kalzitkristallen. Je nach Art weisen die Fossilien verschiedene morphologische Merkmale auf und werden aus Kristallen mit unterschiedlich orientierten kristallographischen Achsen gebildet. Zur Bestimmung werden die Präparate an einem Polarisationsmikroskop (s. *gdreport* 2019/2) mit einer bis zu 2 000-fachen optischen Vergrößerung untersucht. So lassen sich auch kleinste Strukturen erkennen.

Nutzen für die geologische Landesaufnahme

Auch Nordrhein-Westfalen war im Laufe der Erdgeschichte mehrfach weiträumig von Meer bedeckt. Seit der evolutionären Entwicklung des kalkigen Nanoplanktons lagerten sich vor allem in der frühen Jura-, der späten Kreide- und der Tertiär-Zeit marine Sedimente ab. In den Gesteinsschichten aus diesen Erdzeitaltern sind daher zahlreiche kalkige Nanofossilien vertreten. Besonders in den karbonatreichen Kreide-Gesteinen des Münsterlandes können mit ihrer Hilfe die Schichten datiert und miteinander korreliert werden. Aber auch in den nicht-marinen, eiszeitlichen Ablagerungen aus der Quartär-Zeit sind vielerorts typische Nanofossilien aus Tertiär und Kreide nachweisbar, die auf eine Umlagerung älterer Gesteine und deren mögliche Herkunftsgebiete schließen lassen.

Bedingt durch die geringe Größe der Nanofossilien ist die für die Datierung erforderliche Probenmenge mit etwa einem Gramm sehr klein. Somit eignet sich diese Methode besonders für die stratigraphische Einordnung kleinster Gesteinsbruchstücke, welche insbesondere bei den für Erdwärme- und Brunnenbohrungen weit verbreiteten Spülbohrungen anfallen. Zum Vergleich: Für die Bergung eines „normalen“ Makrofossils, wie beispielsweise einer Muschel oder eines Ammoniten, braucht man Material aus einer Kernbohrung oder einem Aufschluss. Kernbohrungen sind selten und teuer, Aufschlüsse wie Steinbrüche, Sand- oder Tongruben lokal beschränkt. Somit bieten kalkige Nanofossilien eine kostengünstige und an vielen Orten umsetzbare Möglichkeit der Altersbestimmung von Gesteinen.

Alte Gesteine – neues Equipment

Durch die Neubeschaffung eines speziell für diese Methode angepassten Polarisationsmikroskops können seit Juni 2020 im GD NRW auch kalkige Nanofossilien untersucht, datiert und dokumentiert werden. Die Daten fließen in unsere Aufschluss- und Bohrungsdatenbank DABO ein. Sie erweitern die im GD NRW routinemäßig durchgeführten Mikrofossil-Analysen von Conodonten, Foraminiferen oder Sporen und Pollen. Ohne diese ist in der geologischen Landesaufnahme eine Datierung und Zuordnung von Gesteinsproben häufig nicht möglich.

Tobias Püttmann
tobias.puettmann@gd.nrw.de

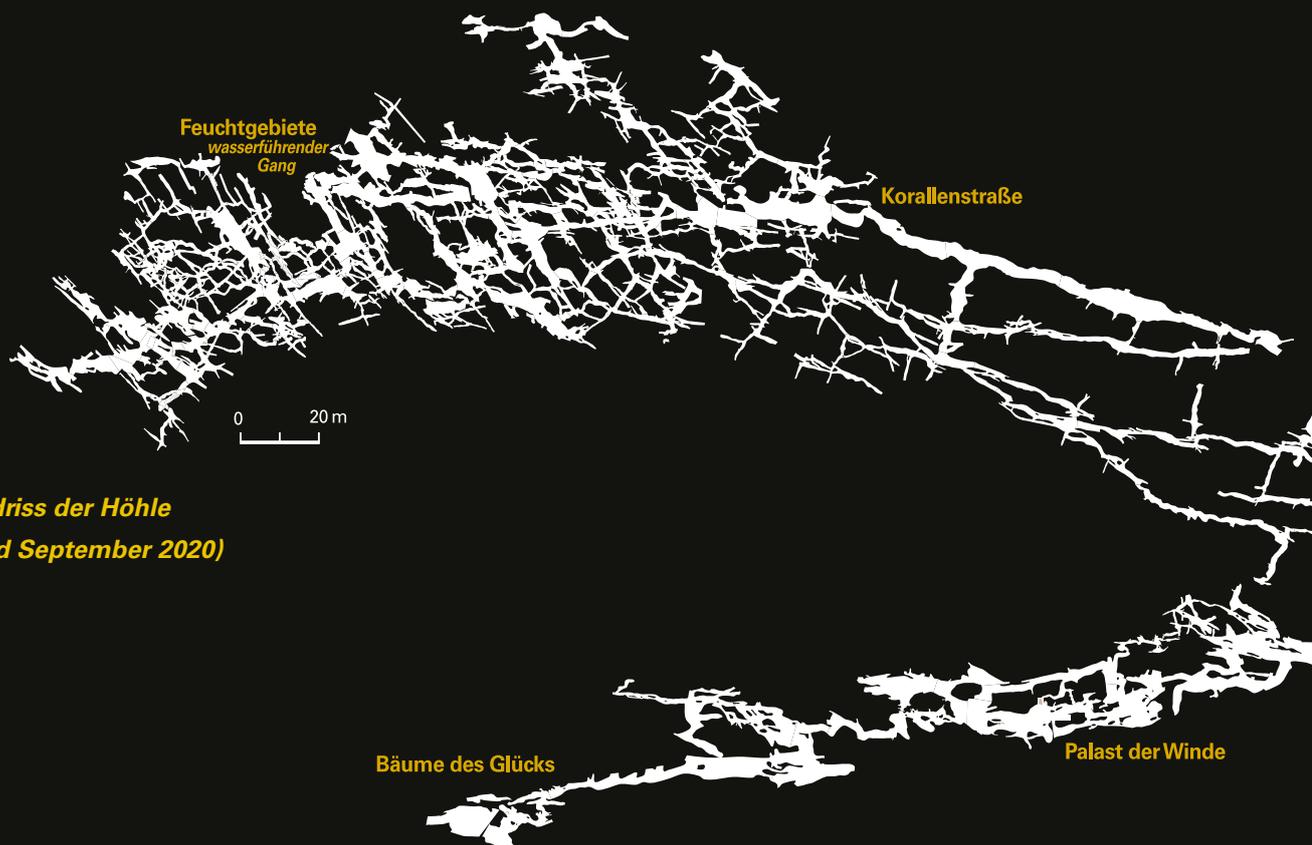


Windloch

Eine Höhle der Superlative

Das Forscherteam
im Palast der Winde

Der Mühlenberg in Engelskirchen-Ründeroth birgt einen Schatz. Höhlenforscher vermuteten schon lange, dass sich im Mühlenberg, in dem auch die Aggertalhöhle liegt, noch ein weiteres Höhlensystem befindet. Viele Indizien sprachen dafür. Aber erst nach jahrzehntelanger Suche fanden Mitglieder des Arbeitskreises Kluterthöhle einen Zugang. Anfang 2019 betraten zum ersten Mal Menschen das Höhlensystem. Was sich ihnen präsentierte, war sowohl vom Ausmaß als auch von der Ausstattung her eine der spektakulärsten Neuentdeckungen in der Geschichte der Höhlenforschung in Deutschland. Und noch sind viele Bereiche des unterirdischen Reiches unerforscht – ein Ende der Überraschungen ist noch lange nicht in Sicht!



Grundriss der Höhle
(Stand September 2020)

Kleine Höhlen und Spalten mit teils sehr starkem und warmem Luftzug an der West- und Nordseite des Mühlenberges sowie das Wasser des Walbachs, das im Norden des Berges in beeindruckenden Schlucklöchern verschwindet und nach nur zwei bis vier Stunden in einer einen Kilometer entfernten Karstquelle sensationell schnell wieder austritt. All das sprach für das Vorhandensein eines weiteren Höhlensystems im Mühlenberg, in dem auch die Aggertalhöhle liegt. Seit 1988 suchten Höhlenforscher nach einem Eingang zu der vermuteten Höhle, aber erst Anfang 2019 fanden sie ihn.



Die Erstbefahrung durch Mitglieder des Arbeitskreises Kluterthöhle e. V. (AKKH) fand am 23. März 2019 statt. Bis zum 1. Oktober hatten sie bereits Höhlengänge von 6 432 m Länge vermessen. Da nach musste erst einmal eine Pause eingelegt werden – die Fledermäuse hatten Winterruhe.

Im Mai 2020 setzte das AKKH-Team die Erforschung der Höhle fort. Bis Ende Juli erkundete es ein Gangsystem von beeindruckenden 8 214 m Gesamtlänge. Damit erfüllt das Windloch im Mühlenberg die Definition einer Riesenhöhle. Jetzt schon ist sie die größte Höhle in Nordrhein-Westfalen und unter den Top Ten Deutschlands!



Einstieg in die Höhle

Abstieg zur Korallenstraße



Riesenaragonite

www.youtube.com/watch?v=d_htu889DZo



Sinterperlen



Gipsnadeln

Labyrinth, Hallen, Schächte und Kristallwelten, die kein Mensch zuvor sah

Das derzeit bekannte Höhlensystem ist zweistöckig, wobei das obere Niveau weniger ausgeprägt ist. Es zeigt einen komplexen, zum Teil labyrinthartigen Aufbau. Unterbrochen wird das Gewirr der Gänge von bemerkenswert großen, hallenartigen Hohlräumen von bis zu 10 m Höhe und 40 m Länge bei ca. 5 m Breite – für das Bergische Land ungewöhnlich große Dimensionen. In oberflächennahen Bereichen finden sich Hangverstürze und zahlreiche Sickerwasserschächte von bis zu 15 m Tiefe.

Aber nicht nur die Dimensionen sind überwältigend. Was das Windloch in Deutschland und eventuell in ganz Europa einzigartig macht, ist der Höhleninhalt. Als Höhlenforscher Stefan Voigt vom AKKH sich zum ersten Mal durch einen engen Felsspalt in die Windloch-Höhle abgeseilt hatte, ahnte er nicht, welche Überraschungen dort auf ihn und sein Team warteten. „Die Höhle war vollkommen unberührt“, berichtet Voigt. „Vor uns war offenbar noch nie ein Mensch in den Gängen und Sälen.“ Für die Forscher ein seltenes Glück. „In den meisten bekannten Höhlen haben Menschen Kristalle und Tropfsteine einfach abgeschlagen und mitgenommen, als Andenken oder um sie zu verkaufen“, so Voigt. In der Windloch-Höhle ist das anders. Dort fanden die Forscher schon auf den ersten Metern unberührte Kristalle

und Tropfsteinbildungen. In den sickerwasserreichen Abschnitten der Höhle sind typische Sinterformen wie Stalagmiten, Stalaktiten, Fahnen, Boden- und Wand-sinter, Sinterröhrchen, Excentriques oder Sinterperlen vertreten. Die Sinter sind zum Teil intensiv gefärbt, von Weiß bis Tiefschwarz. Teilweise kommen die Farben direkt nebeneinander vor – ein Anzeichen für zahlreiche winzige Mineralnester im anstehenden Kalkstein. Außerdem konnten zwei Generationen von Sinter nachgewiesen werden: eine durch die letzte Kaltzeit recht stark in Mitleidenschaft genommene und eine rezente, vermutlich nachkaltzeitliche Bildung.

Im zentralen Bereich des Mühlenberges, wo die Gesteinsdecke über der Höhle bis zu 86 m betragen kann, ist das Höhlenklima bereichsweise extrem trocken. Hier wartete die nächste Überraschung auf die Höhlenforscher: ausgedehnte Gipsablagerungen. Der Formenreichtum ist überwältigend. Neben Kristallen und krustigen Überzügen finden sich spektakuläre Formen von Gipsauspressungen und Gipswatte sowie bis zu 20 cm lange Gipsröhrchen, die unregelmäßig flach auf dem Sediment liegen. Spektakulär sind flächige und leicht zerbrechliche Rasen mit Gipsnadeln, deren Länge teils 20 cm und mehr beträgt und die senkrecht aus dem Bodenlehm herauswachsen. Die Gipsvorkommen bedecken nicht nur den Boden, sondern auch flächenhaft Decken und Wände: eine faszinierende Kristallwelt.



Eisenblüten: Hydra

Das Beste zum Schluss

Die bisher letzte Entdeckung war die beste. Erst nach einer mehrstündigen und kräftezehrenden Tour durch das gesamte Höhlenlabyrinth, tief im Inneren des Berges, offenbarten sie sich erstmals menschlichen Augen: sagenhafte, filigrane, aragonitische Sinterformen, auch Eisenblüten genannt. Die Aggregate aus Kalziumkarbonat kristallisieren in den unterschiedlichsten Formen und Größen. Sie bestehen aus einem Gespinst von feinen Kristallfäden und sind über Jahrtausende an Decken und Wänden der Höhle gewachsen. Mit Durchmesser von teilweise mehr als 1,20 m sind sie die größten in Europa und machen das Windloch einzigartig. Aber wie und wann ist dieses Naturwunder entstanden?

In einem tropischen Meer vor langer Zeit

Vor rund 390 Millionen Jahren, zur Zeit des unteren Mitteldevons, lag das Gebiet des Bergischen Landes auf der Südhalbkugel in einem tropischen Schelfmeer. Im flachen warmen Wasser wuchsen Riffe aus Korallen, Stromatoporen – schwammartigen Lebewesen –, Schnecken, Brachiopoden und Seelilien. Deren kalkhaltige Rückstände bilden die heute noch sichtbaren und in der Tiefe des Mühlenberges verborgenen Riffkalksteine. Im westlichen Teil der Höhle sind die riffbildenden Organismen noch deutlich sichtbar. Die Riffkalke des Mühlenberges gehören zu den Hobräck-Schichten, die überwiegend als marine Ton- und Sandsteine, lokal auch als Riffkalksteine, ausgebildet sind. Die Höhle hat sich im unteren Teil der Hobräck-Schichten entwickelt, im sogenannten Basis-Riffkalk. Dieser besteht aus einzelnen Kalksteinbänken mit Mergelstein- und Tonschieferzwischenlagen von wenigen Zentimetern Dicke. Die oft hohen Sulfatgehalte dieser mergeligen oder tonigen Lagen erklären die reichhaltige Gipskristallisation in der Höhle.



**Eisenblüten:
Baum des Glücks**



Wasserführender Gang

Die Erforschung des Höhlensystems zeigt, dass sich der Basis-Riffkalk, ausgehend vom Walbach, unter dem gesamten Mühlenberg erstreckt und sich weiter nach Osten fortsetzt.

Vor 380 – 300 Mio. Jahren wurden die Schichten im Bergischen Land von der variszischen Orogenese erfasst. Dabei wurden die Gesteinsschichten zu einem Gebirge aufgefaltet. In den folgenden Jahrmlionen erodierte dieses Gebirge zu einer schwach reliefierten Rumpffläche. Vermutlich vor 28 – 23 Mio. Jahren, im Oberoligozän, möglicherweise auch bereits in der Unterkreide vor mehr als 100 Mio. Jahren, begann die Bildung der Höhle. Unter subtropischem Klima und unterhalb des Grundwasserspiegels lösten kohlenstoffhaltige Wässer den Kalkstein des ehemaligen Riffes entlang von Gesteinsklüften. Dabei entstanden Hohlformen im Untergrund und an der Erdoberfläche, der sogenannte Karbonatkarst. Mit der verstärkt einsetzenden Hebung des Rheinischen Schiefergebirges ab dem späten Miozän vor 7,2 Mio. Jahren sank der Karstwasserspiegel und die Höhle fiel trocken. Eine einzigartige Kristallwelt entstand.

Die Zukunft des Windlochs

Die geowissenschaftliche Erforschung des Höhlensystems erfolgt äußerst sorgfältig, vorsichtig und nachhaltig, damit das Inventar durch die Begehungen und Beprobungen keinen Schaden nimmt. Die Höhlenforscher vom AKKH haben den GD NRW seit Entdeckung der Höhle in ihre Arbeiten eingebunden. Gemeinsam koordinieren und organisieren wir die wissenschaftliche Untersuchung in Zusammenarbeit mit Universitäten und weiteren Spezialisten. Die Aragonit- und Gipskristalle werden vom GD NRW und Wissenschaftler*innen der Ruhr-Universität Bochum zurzeit mineralogisch und geochemisch analysiert – auch um herauszufinden, wie die Eisenblüten in der Höhle so ausgesprochen groß werden konnten.

So außergewöhnlich und märchenhaft das Windloch ist, wegen seiner erschwerten Zugänglichkeit und der außerordentlichen Empfindlichkeit des Höhleninventars kann es voraussichtlich niemals für Besucher geöffnet werden. Es könnte in Zukunft jedoch virtuell zu begehenden und zu bestaunen sein: Zurzeit wird ein Konzept für ein neues Besucherzentrum an der nur rund 200 m entfernten und touristisch erschlossenen Aggertalhöhle erstellt. So kann diese einzigartige unberührte Welt erhalten bleiben und dennoch verzaubern.

*Stefan Henscheid & Redaktion
stefan.henscheid@gd.nrw.de*

Aragonitnadeln



Der Mullion-Felsen

Einzigartige Architektur der Natur

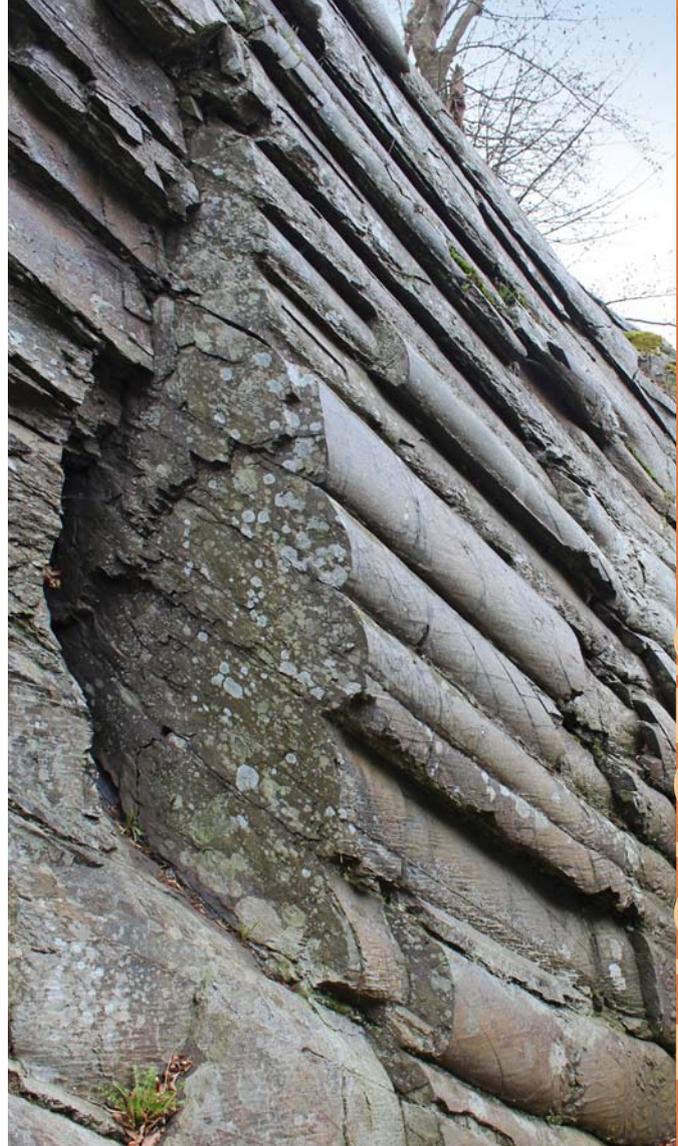
Die steile Felswand oberhalb des Rurtals bei Simmerath-Dedenborn ist außergewöhnlich. Sie erinnert an gotische Kirchenarchitektur. In England wurden derartige geologische Strukturen erstmals gesichtet und als „mullion“ bezeichnet. Übersetzt heißt das Bündelpfeiler, Stabwerk oder Pfosten. Den Mullion-Felsen bei Dedenborn entdeckte 1952 ein Geologe des damaligen Geologischen Landesamts, heute GD NRW, bei geologischen Kartierarbeiten.

Die geschieferten Tonsteine mit dazwischen gelagerten Sandsteinbänken wurden vor etwa 413 Mio. Jahren in einem flachen Meer der Unterdevon-Zeit als Tone und Sande abgelagert und sind der Monschau-Formation zuzuordnen. Die besondere Form des Mullion-Felsens entstand, als die Gesteine vor rund 300 Mio. Jahren von der variszischen Gebirgsbildung erfasst und gefaltet wurden. Auf diese Formungsvorgänge reagierten Ton- und Sandsteine unterschiedlich: Die Tonsteine wurden geschiefert und die Sandsteinbänke in parallel übereinanderliegende Wülste gelegt. In dieser deutlichen und ausgesprochen schönen Ausprägung ist der Mullion-Felsen in Deutschland einzigartig. Seit 2019 ist er Nationaler Geotop.

Den Mullion-Felsen erkunden

Am besten ist der frei zugängliche Felsen bei einer Wanderung zu erkunden. Er liegt am südwestlichen Ortsrand von Simmerath-Dedenborn an der L106. Von hier aus sind unterschiedlich lange Eifeltouren möglich. Beispielsweise der nur 100 m entfernte Eifelsteig, die regionale Heckenlandroute oder die Eichheck-Runde, ein Rundwanderweg um Dedenborn.

geotope@gd.nrw.de





Gratulation unseren „neuen“ Geomatiker*innen ...

Wir gratulieren Gino Fubel, Ariana Woltery, Mirko Krnjajic und Benedict Schnitzler (v. l.) zur absolvierten Geomatik-Abschlussprüfung, die sie auch dank unseres Ausbildungsleiters Roland Plaumann super hinkommen haben. Drei Jahre Wissen angeeignet, um das Land zu vermessen, aus Informationen mit einem räumlichen Bezug Karten zu erstellen, Datenbanken zu programmieren und vieles mehr rund um Grafik & Web. Jetzt geht's weiter Richtung Zukunft: Das Erlernte im Job anwenden oder im Studium noch mehr Wissen sammeln – Geomatiker*innen stehen alle Wege offen ... Wir wünschen viel Erfolg!

Interesse geweckt?

www.gd.nrw.de/gd_ausbildung.htm

... und ein herzliches Willkommen denen, die es noch werden wollen!

Die neuen Azubis (v. l.): Philipp Köhn, Sybille Schreiber und Florian Baumgarten an ihrem ersten Arbeitstag.

Kreativ, vielseitig, spannend und interessant – das ist die Geomatiker*innen-Ausbildung beim GD NRW.



Nach 37 Jahren hatte Klaus Steuerwald am 31. Mai 2020 seinen letzten Arbeitstag im GD NRW. Er leitete zuletzt den Geschäftsbereich *Geowissenschaftliche Landesaufnahme* und war seit 2017 ständiger Vertreter des Direktors Dr. Ulrich Pahlke.

Endlich da, das neue Geologiedatengesetz!

Am 30. Juni 2020 trat das Geologiedatengesetz (GeolDG) in Kraft und löste damit das veraltete Lagerstättengesetz aus dem Jahr 1934 ab. Es schafft nunmehr vollumfänglich die gesetzlichen Voraussetzungen für die geologische Landesaufnahme sowie für die Übermittlung, Sicherung und Veröffentlichung geologischer Daten.

Zukünftig unterscheidet das GeolDG zwischen staatlichen und nichtstaatlichen geologischen Daten und verpflichtet Dritte weitreichend, geologische Daten an die zuständige Behörde zu übermitteln. Es liefert ausdrücklich Begriffsbestimmungen, sodass auch Abgrenzungsfragen der Vergangenheit angehören. Darüber hinaus beinhaltet das GeolDG klare gesetzliche Regelungen für das Betreten von Grundstücken zum Zweck der geologischen Landesaufnahme und die Wiederherstellungspflicht nach Abschluss der geologischen Untersuchungen.

Es wurde ein praktikables Gesetz geschaffen, welches die Bedeutung der Staatlichen Geologischen Dienste für die Zukunft stärkt.

Erfahren Sie mehr zum GeolDG in *gdreport 2021/1*.



Neue ständige Vertreterin des Direktors ist Ursula Pabsch-Rother, Leiterin des Geschäftsbereichs *Angewandte Geowissenschaften*.



Am 1. Juni 2020 übernahm Dr. Martin Salamon die Leitung des Geschäftsbereichs *Geowissenschaftliche Landesaufnahme*. Zuvor leitete er den Fachbereich *Georessourcen des tiefen Untergrundes*.

Neues Röntgendiffraktometer

Auch die hochwertigsten Laborgeräte kommen einmal in die Jahre. So ging es unserem alten, zur Bestimmung von Mineralen eingesetzten Röntgendiffraktometer. Es wurde durch ein Rigaku MiniFlex ersetzt, welches sich durch eine hohe Zuverlässigkeit auszeichnet. Mit dem MiniFlex werden nun alle röntgendiffraktometrischen Untersuchungen durchgeführt – bei deutlich kürzeren Messzeiten.



Schleiflabor wiederbelebt

Ein geologischer Dienst, der keine Dünnschliffe herstellen kann? Ein Ding! Also wurde ein neues Schleiflabor für Dünn- und Ansliffe eingerichtet. Herzstück ist ein Logitech Dünnschliffsystem und eine Uniprec WOCO 50 Trennschleifmaschine. Seit den Schulungen im Herbst können wir wieder Dünnschliffe für zahlreiche Fragestellungen herstellen.

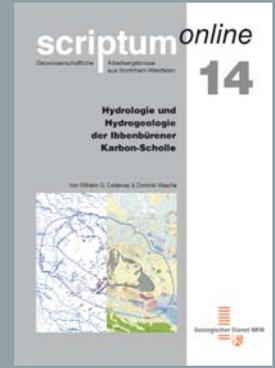
Neue Gaswarngeräte für optimale Arbeitssicherheit

Hochsensibel: die drei neuen Gaswarngeräte, die beim Bohren mit unseren beiden Kleinbohrgeräten vor dem geophysikalischen Vermessen von Bohrlöchern und dem Betreten unterirdischer Hohlräume zum Einsatz kommen. Ist beispielsweise Methan, Kohlenstoffdioxid oder -monoxid vorhanden, so ertönt ein Warnsignal. Kalibriert wird täglich an der dazugehörigen Teststation – einfach und sicher.



Geowissenschaftliche Arbeitsergebnisse aus Nordrhein-Westfalen als kostenloser Download unter:

www.gd.nrw.de/pr_bs_scriptumonline.htm

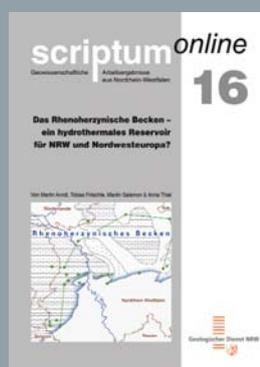


Juni scriptum online 13
Zur Geröllführung umgelagerter Höhenterrassenschotter in einem Aufschluss an der Autobahn A 3 in Ratingen (Ortsteil Homberg-Bracht) und zur Definition vergleichbarer Sedimente im Niederbergischen Land
 MANFRED SCHLÖSSER

In dem betrachteten Aufschluss wurde an einem kiesführenden Horizont eine Geröllanalyse durchgeführt. Das Geröllspektrum entspricht dem der Älteren Höhenterrassen, die nach der klassischen Definition in Höhenbereichen von +180 bis +185 m NHN (Mettmann-Terrasse) bzw. +160 bis +170 m NHN (Homberg-Terrasse) liegen. Der kiesführende Horizont in Homberg-Bracht hat allerdings eine Höhenlage von nur +125 m NHN und ihm fehlen die für Terrassensedimente typischen fluviatilen Merkmale. Vielmehr zeigt er Ähnlichkeiten zu Älteren Höhenschottern in Heiligenhaus und Ratingen-Homberg. Somit werden die Definition und die chronologische Zuordnung als Terrasse infrage gestellt und die Sedimente als „Ältere Niederbergische Höhenschotter“ postuliert. Von den Jüngeren Höhenschottern (Höselberg-Schichten) und von den pliozänen Kieseloolith-Schichten der Niederrheinischen Bucht unterscheiden sie sich durch ein spezifisches Schwermineralspektrum und eine charakteristische Geröllführung.

Juli scriptum online 14
Hydrologie und Hydrogeologie der Ibbenbürener Karbon-Scholle
 WILHELM G. COLDEWEY & DOMINIK WESCHE

In der Ibbenbürener Karbon-Scholle wurden Gesteine rund 2 000 m aus dem Untergrund herausgehoben. Dies geschah im Zuge der Alpenaufaltung vor 120 bis 100 Mio. Jahren, deren gewaltige gebirgsbildende Kräfte sich bis weit nach Norden auswirkten. So gelangten hier auf sehr kleinem Raum über 300 Mio. Jahre alte, steinkohleführende Schichten an die Erdoberfläche. Die Vielfalt der unterschiedlich alten Gesteine, die in diesem eng begrenzten Gebiet nebeneinanderliegen, sowie 500 Jahre Steinkohlenbergbau prägen das komplexe Gefüge von Grund- und Oberflächengewässern. Im Rahmen der Erstellung eines numerischen Grundwasserströmungsmodells wurden die maßgeblichen hydrologischen und hydrogeologischen Daten der Ibbenbürener Karbon-Scholle zusammengestellt. Das Modell ermöglicht es, die Auswirkungen des Grubenwasseranstiegs auf ein zukünftiges Zielniveau von +63 m NHN zu prognostizieren und Veränderungen der natürlichen hydrogeologischen Verhältnisse im Hinblick auf Grundwassernutzungen im Einflussbereich des Wiederanstiegs zu bewerten.



August **scriptum online 15**

Eine ungewöhnliche Gesteinsabfolge aus der Kreide im Raum Raesfeld – Lithologie und Stratigraphie der Kartierbohrung Raesfeld KB 4206/1005

MARTIN HISS, BETTINA DÖLLING, TOBIAS PÜTTMANN & LINDA WITZKE

Im Rahmen der geowissenschaftlichen Landesaufnahme des Geologischen Dienstes NRW wurde die Kartierbohrung Raesfeld KB 4206/1005 als Kernbohrung niedergebracht. Unter gering mächtigem Quartär folgt von 5,70 m bis zur Endtiefe von 100 m eine Schichtenfolge der Kreide, die sich der Emscher-, Oerlinghausen-, Büren- und Olfen-Formation zuordnen lässt. Eine größere störungsbedingte Schichtlücke tritt zwischen Emscher- und Oerlinghausen-Formation auf, durch die mindestens 30 – 40 Profilmeter ausfallen. Weitere kleinere Störungen finden sich in der Büren- und der Olfen-Formation. Das höhere Cenomanium ist aus faziellen Gründen, von der gewöhnlichen Entwicklung abweichend, nur als Baddeckenstedt-Formation ausgebildet, wohingegen die Brochterbeck-Formation fehlt. In Heft 15 unserer Reihe *scriptum online* werden die litho- und biostratigraphische Bearbeitung des Bohrprofils vorgestellt.

September **scriptum online 16**

Das Rhenohertzynische Becken – ein hydrothermales Reservoir für NRW und Nordwesteuropa?

MARTIN ARNDT, TOBIAS FRITSCHLE, MARTIN SALAMON & ANNA THIEL

Eine klimaneutrale Wärmeherzeugung kann durch den Einsatz von hydrothormaler Tiefengeothermie erreicht werden. Das transnationale Projekt *Roll-out of Deep Geothermal Energy in North-West Europe* (DGE-ROLLOUT) untersucht eines der vielversprechendsten tiefengeothermischen Reservoirs in Nordwesteuropa, das Rhenohertzynische Becken. Ein wesentliches Ziel des Projektes ist die grenzüberschreitende Charakterisierung der

unterkarbonischen Kohlenkalk-Gruppe (und im Nachgang der devonischen Massenkalk) in Belgien, Frankreich, Deutschland und den Niederlanden, um die Standortsuche für künftige Geothermiekraftwerke zu erleichtern und um eine CO₂-neutrale Wärmenutzung in Nordwesteuropa zu unterstützen. Durch das Zusammentragen und Auswerten des gemeinsamen Datenschatzes und durch die transnationale Erhebung neuer Daten aus Bohrungen und seismischen Kampagnen sollen Tiefe, Mächtigkeit, Struktur und Fazies dieses hydrothermalen Reservoirs charakterisiert und die bisher unbekanntes tiefengeothermischen Potenziale der Karbonatgesteine im Rhenohertzynischen Becken ermittelt werden.

Oktober **scriptum online 17**

Eiszeitliche Umlagerung von Tertiär-Sedimenten im Bergischen Land am Rand des Düsseldorfer Gletschers

GÜNTER DROZDZEWSKI, DIERK JUCH & GEORG SCHOLLMAYER

Östlich von Düsseldorf, im nordwestlichen Rheinischen Schiefergebirge (Bergisches Land), wird anhand neuer Autobahnaufschlüsse die Entwicklung der tertiärzeitlichen Ablagerungen untersucht, die dort diskordant den devonischen Untergrund überlagern. Im Mittelpunkt der stratigraphischen Analyse stehen die sogenannten Höhenterrassen. Es stellte sich heraus, dass von fünf bisher postulierten Höhenterrassen vermutlich nur eine pliozänzeitliche Terrasse Bestand hat. Aufgrund von eiszeitlichen Hebungen, Bruchtektonik und solifluktuiven Umlagerungen gelangten die pliozänzeitlichen Flussschotter zusammen mit marinen Feinsanden der oligozänzeitlichen Grafenberg-Formation in unterschiedliche topographische Niveaus. Zusätzlich wird durch den Nachweis von deformierten Schmelzwasserablagerungen die glazitektonische Umlagerung von Tertiär-Sedimenten durch den Düsseldorfer Gletscher bewiesen.

Integrierte geologische Landesaufnahme

ERLÄUTERUNGEN ZUM KARTIERPROJEKT RUHRGEBIET 2020 – 176 S., 86 Abb., ISBN 978-3-86029-939-5, 12 €

Inhalt, Zielsetzung und Anwendungsmöglichkeiten der Publikation werden ausführlich auf den Seiten 12 – 15 vorgestellt.



Kostenloser Download unter:
www.gd.nrw.de/pr_kd_geologische-karte-50000.php

9. –13. November

Der Digital - Geothermiekongress

Der Bundesverband Geothermie lädt Geothermie-Fachleute aus Wissenschaft und Wirtschaft zum digitalen Fachkongress ein.

www.der-geothermiekongress.de

12. Mai 2021

Symposium: Wissenschaft unter Tage – Höhlenforschung im Dialog

Truckenthal, Landkreis Sonneberg, Südthüringen

Der internationale Dachverband für Speläologie (UIS) hat das Jahr 2021 zum Internationalen Jahr für Höhlen und Karst ausgerufen. Unter dem Motto „Explore, understand and protect“ sollen Höhlen und Karstlandschaften als schützenswerte Ressourcen popularisiert werden.

Bei Redaktionsschluss waren lagebedingt keine zusätzlichen, fest geplanten Veranstaltungen bekannt, an denen der GD NRW teilnimmt bzw. die unsere Themenbereiche betreffen.

Bleiben Sie auf dem Laufenden:
www.gd.nrw.de oder bei Facebook



DER GEOLOGISCHE DIENST NRW

Wir sind die geowissenschaftliche Einrichtung des Landes Nordrhein-Westfalen. Seit mehr als 60 Jahren erheben wir geowissenschaftliche Informationen im gesamten Bundesland, bereiten sie auf und machen sie für die Praxis nutzbar. Es sind Basisinformationen für die Sicherung eines gesunden Lebensraums, für dessen nachhaltige Entwicklung wir uns einsetzen. Sie sind die Grundlage für unser umfassendes Beratungsangebot zu den Themenfeldern Geologie, Boden, Gesteinsrohstoffe, Grundwasser, geophysikalische und geotechnische Untergrundeigenschaften, oberflächennahe und tiefe Geothermie sowie Endlagersuche für radioaktive Abfälle. Wir ermitteln Daten zur Risikovorsorge bei Gefahren, die vom Untergrund ausgehen, und betreiben das landesweite Erdbebenalarmsystem. Unsere Erkenntnisse stellen wir der Politik und Verwaltung, der Wirtschaft, den Bürgerinnen und Bürgern zur Verfügung – digital oder analog durch Geo-Informationssysteme, Karten, Daten und Schriften. Viele dieser Informationen sind über unsere Onlinedienste und Datenportale frei zugänglich.