

Im Grunde Wasser

Hydrogeologie in Nordrhein-Westfalen



GIA



H₂O H₂O

H₂O

Im Grunde Wasser

Hydrogeologie in Nordrhein-Westfalen

H₂O H₂O

H₂O

H₂O

H₂O

H₂O

H₂O

H₂O

H₂O

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen

Krefeld 1999

H₂O

H₂O

H₂O

H₂O

Der blaue Planet

*"... Alles ist aus dem Wasser entsprungen!
Alles wird durch das Wasser erhalten!
Ozean gönn uns dein ewiges Walten.
Wenn du nicht Wolken sendetest,
Nicht reiche Bäche spendetest,
Hin und her nicht Flüsse wendetest,
Die Ströme nicht vollendetest,
Was wären Gebirge, was Ebenen und
Welt?
Du bist´s, der das frischeste Leben erhält."*

(Thales in Goethes Faust, Teil II)

Das Leben auf unserem Planeten entstand im Wasser.

Ohne Wasser ist Leben auf der Erde nicht denkbar. Wasser schafft Lebensräume und ist Existenzgrundlage für Mensch, Tier und Pflanze.

Am Wasser erholt sich der Mensch, mit Wasser reinigt er sich und für seine Religionen hat Wasser eine rituelle oder gar kultische Bedeutung.

Im Grenzbereich zwischen Wasser und Land – entlang den Meeresküsten und den Flussufern – entstanden die ersten Kulturen.

Der Mensch nutzt das Wasser als Lebensmittel, als Rohstoff, als Transportweg, zur Energiegewinnung und als Produktionsmittel.

Das unentbehrliche Wasser weckt seinen Erfindergeist, seinen Forscherdrang und stillt seinen Durst; er selbst besteht zu 60 – 70 % aus diesem Stoff.



Wasser-Reich

Die globalen Wasservorräte

Wasser ist überall und doch einzigartig.

Fast drei Viertel der Erdoberfläche sind von Ozeanen, Seen, Flüssen und Eis bedeckt. Boden und Gestein zu unseren Füßen bergen Grundwasser. Wasser ist Bestandteil der Atmosphäre.

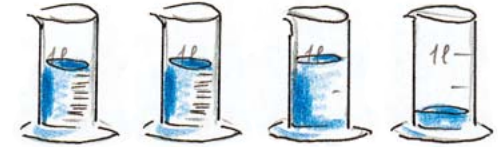
Als einziger Stoff der Erde kommt Wasser unter natürlichen Bedingungen in allen drei Aggregatzuständen vor: flüssig, fest als Eis oder Schnee und gasförmig als Wasserdampf.

Rund 1,36 Mrd. km³ Wasser gibt es auf der Erde. Würde man diese gewaltige Menge gleichmäßig über die Erdoberfläche verteilen, so wäre die ganze Erde von einem 2,7 km tiefen Meer bedeckt.

Zur Trinkwassergewinnung ist dieses gewaltige Wasservorkommen aber nur zu einem sehr geringen Teil nutzbar, denn 97,2 % davon sind Salzwasser. Die restlichen 2,8 % sind Süßwasser, wobei 2,15 % als Eis und Schnee an den Polen und in den Hochgebirgen gebunden sind. 0,001 % der globalen Wassermenge bewegen sich in der Atmosphäre.

Nur 0,65 % des auf der Erde vorkommenden Wassers fließen als Oberflächenwasser in Flüssen, füllen die Seen und sind im Gesteinsuntergrund verborgen. Diese 8,8 Mio. km³ Wasser sind zu 97 % Grundwasser; davon liegt etwa die Hälfte unzugänglich und meist hoch mineralisiert in Tiefen von mehr als 800 m unter der Erdoberfläche.

Stellt man sich die gesamte Wassermenge der Erde als Füllung einer Badewanne mit 150 l vor, dann wären davon ca. 3,2 l das gefrorene Süßwasser der Gletscher und Pole, 0,98 l das Grundwasser und nur 0,02 l entsprächen der Menge des Oberflächenwassers.



Das gefrorene Süßwasser
der Gletscher und Pole

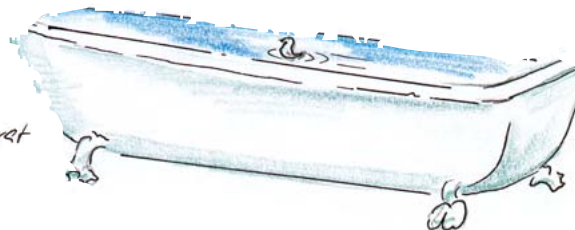


Das Grund-
wasser



Das Oberflächen-
wasser

Der gesamte Wasservorrat
der Erde



Das ewige Wasser

Der Kreislauf

Zu den wichtigsten Kreisläufen der Erde gehört der Wasserkreislauf. Die Sonne ist dabei die Energiequelle, die die meisten Stofftransporte antreibt.

Die Ozeane, Polkappen, Gletscher und auch die Gesteine des Untergrundes sind riesige Wasserspeicher.

Ein Wassertropfen verbringt statistisch gesehen acht bis zehn Tage in der Luft, zwei bis drei Wochen in einem Fluss, bis zu 100 Jahre in einem Alpengletscher, einige Wochen bis Jahrtausende in einem See oder bis mehrere tausend Jahre als Grundwasser in der Erde. Letztendlich nimmt alles Wasser wieder am Kreislauf teil.

Obwohl Wasser in seinem endlosen Kreislauf niemals statisch ist, geht grundsätzlich kein Wasser verloren. Die gesamte Wassermenge der Erde nimmt nicht zu und nicht ab.

Wasser wird nicht verbraucht, es wird gebraucht.

Grundwasser war und bleibt nicht immer Grundwasser. Der Untergrund ist nur eine Station des Wassers im globalen Wasserkreislauf.

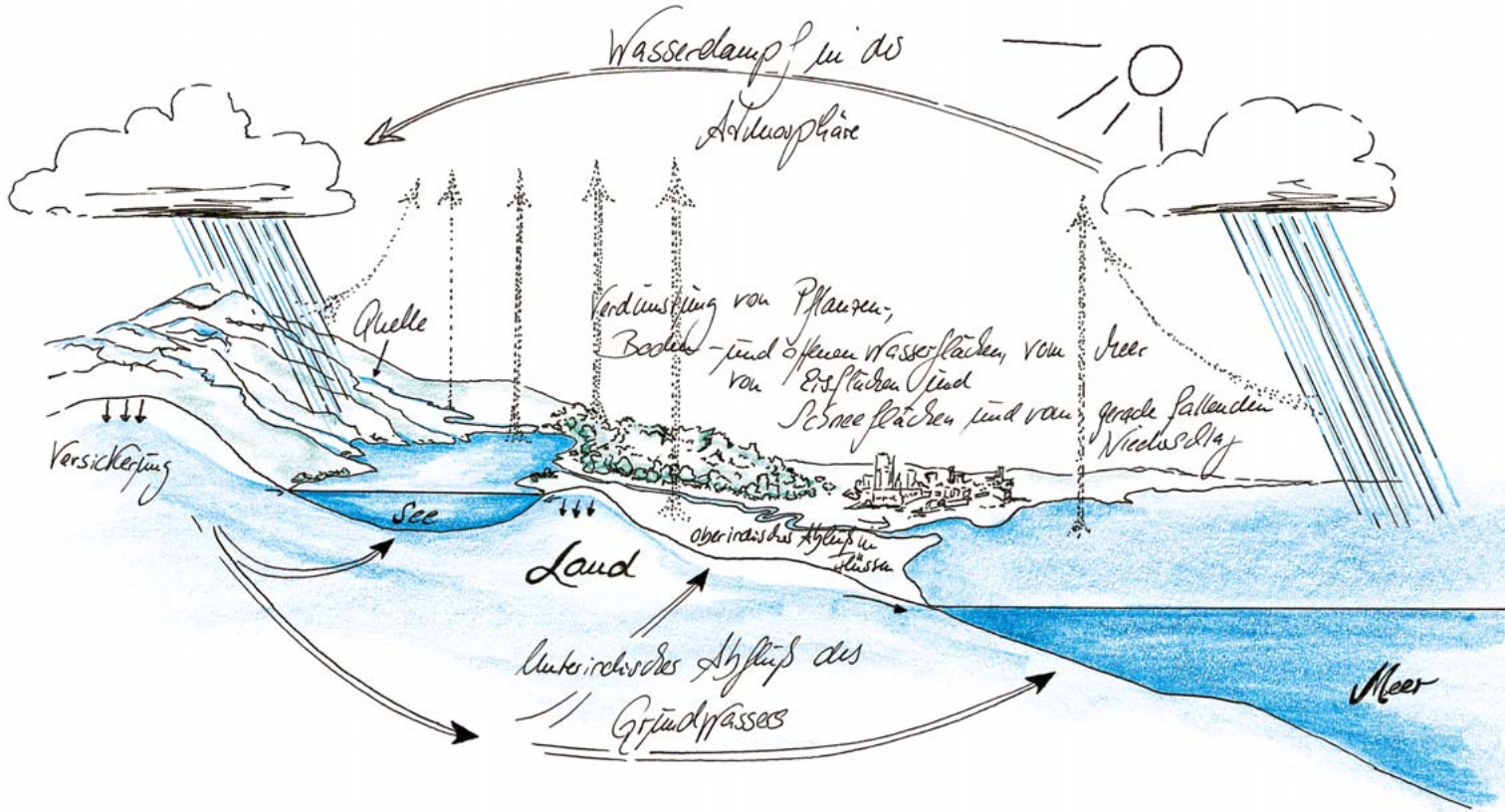
Als Wasserdampf reist das Wassermolekül durch die Atmosphäre. Es kondensiert zu Wolken oder Nebel und wird als Niederschlag in Form von Regen, Schnee oder Hagel über dem Meer oder dem Festland wieder abgegeben.



Niederschlag fällt auf die Erde, versickert im Boden und wird im Untergrund Teil eines zusammenhängenden Grundwasserkörpers. An Quellen tritt das Grundwasser wieder aus, speist Bäche, Flüsse und Seen und strebt dem Meer zu. Gleichzeitig verdunstet Wasser von allen offenen Wasserflächen und tritt als Wasserdampf wieder in die Atmosphäre ein – der Kreis hat sich geschlossen.

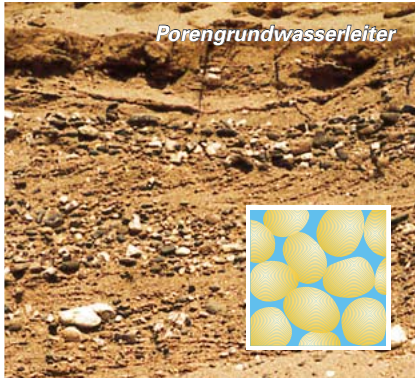
Die Menge des Niederschlags, die im Boden versickert, hängt ab vom Klima, der Intensität und Dauer des Niederschlags, der Beschaffenheit des Geländerelevs, der Ausbildung der Bodenschichten und vom Pflanzenbewuchs. Der größte Teil des Niederschlags verdunstet sofort von den benetzten Pflanzen und der Bodenoberfläche; große Mengen fließen oberflächlich ab und dringen gar nicht in den Boden ein.

Nur ein relativ geringer Teil des Wassers sickert in die obere Bodenschicht. Von dort aus dringt es, vor allem bei lang anhaltenden Niederschlägen, tiefer in den Boden ein und erneuert schließlich bei ausreichendem Wassernachschub den vorhandenen Grundwasserkörper.



Ein Grund zu trinken

Der wertvolle Rohstoff Grundwasser



Rund 70 % des Trinkwassers in Deutschland werden aus Grundwasser gewonnen.

Grundwasser füllt Hohlräume im Gesteinsuntergrund zusammenhängend aus. Von wasserundurchlässigen Gesteinsschichten begrenzt und gestaut, bewegt es sich in den Grundwasserleitern, den sogenannten Aquiferen.

Art und Beschaffenheit, Lagerungsverhältnisse, Mächtigkeit und Ausdehnung der Aquifere bestimmen die Eigenschaften, die Qualität und die förderbare Menge des Wassers.

Lockergesteine wie Kiese und Sande werden als **Porengrundwasserleiter** bezeichnet. Sie besitzen ein mehr oder minder engmaschiges Hohlräumensystem zwischen den einzelnen Körnern. Je kleiner die Korngröße des Gesteins ist, desto kleiner sind auch die Porenhohlräume. Die Porengröße bestimmt die Fließgeschwindigkeit des Wassers und die Filterwirkung des Gesteins. Je kleiner sie ist, desto langsamer fließt das Wasser und desto besser ist die Filterwirkung. Generell sind Lockergesteine die qualitativ und quantitativ besten Grundwasserspeicher.



In Festgesteinen bewegt sich das Wasser entlang von Klüften und Spalten. Diese Gesteine werden deshalb als **Kluftgrundwasserleiter** bezeichnet. Mechanische Beanspruchung – zum Beispiel durch Erdkrustenbewegungen – schafft wasserwegsame Fugen und Spalten. Wenn diese ein zusammenhängendes System bilden, können sie auch Grundwasser leiten. Die Filterwirkung von Kluftgrundwasserleitern ist dabei schlechter als die von Porengrundwasserleitern; die nutzbare Wassermenge ist sehr unterschiedlich.



Karstgrundwasserleiter sind ein Sonderfall der Kluftgrundwasserleiter. In wasserlöslichem, beispielsweise kalkigem Festgestein bilden sich durch chemische Auslaugung Hohlräume, die gigantische Ausmaße erreichen können und häufig nach Art kommunizierender Röhren miteinander verbunden sind. Die chemische Lösung der Gesteine durch das Wasser setzt an Schichtgrenzen, Spalten und Klüften an. In Karstgrundwasserleitern erreicht das Grundwasser meist sehr hohe Fließgeschwindigkeiten – die höchsten überhaupt. Ihre geringe Filterwirkung und die hohen Fließgeschwindigkeiten machen Karstgrundwasser sehr anfällig gegenüber Verunreinigungen.

Trink-Bar

Gutes Wasser?

An Trinkwasser werden sehr hohe hygienische und chemische Anforderungen gestellt. Im Gegensatz zum Oberflächenwasser aus Flüssen und Seen ist Grundwasser den schädigenden Einflüssen der Umwelt jedoch weitgehend entzogen, wenn es von schützenden Boden- und Gesteinsschichten überdeckt ist.

Auf seinem Weg durch den Untergrund können Keime und Verunreinigungen aus dem Grundwasser herausgefiltert oder abgebaut werden. Von großer Bedeutung für den Grundwasserschutz sind dabei neben der Beschaffenheit des Grundwasserleitergesteins auch Art und Mächtigkeit der grundwasserüberdeckenden Schichten. Dort, wo ausreichend dicke, schützende Deckschichten über einem Grundwasservorkommen liegen, ist dieses von Natur aus für die Trinkwasserversorgung prädestiniert.

Wasser ist ein Lösungsmittel. Deshalb finden ständig chemische Reaktionen zwischen dem Grundwasser und dem umgebenden Gestein statt. Je mehr lösliche Bestandteile das durchflossene Gestein aufweist und je länger die Passage dauert, desto mehr nähern sich Grundwasser und Grundwasserleiter einem chemischen Gleichgewicht an. Die Konzentration der Wasserinhaltsstoffe hängt aber auch von den physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers ab; vor allem Temperatur und pH-Wert bestimmen sein Lösungspotential.

Wasser, das zum Beispiel durch Carbonatgesteine fließt, löst die Carbonate und trägt sie – zum harten, kalkhaltigen Wasser geworden – mit sich fort. Wasser aus Gipssteinen ist sulfathaltig. Wasser aus Salzgesteinen erwirbt einen erhöhten Salzgehalt und gilt ab einer gewissen Konzentration als Sole. Wasser, die mit natürlichem Kohlenstoffdioxid aus dem tiefen Untergrund angereichert wurden, heißen Säuerlinge.

Diese Inhaltsstoffe sind geogen – also natürlich –, denn sie stammen aus den durchsickerten und durchflossenen oder aus tiefer liegenden Gesteinsschichten.

Auch anthropogene Inhaltsstoffe sind im Wasser zu finden. Zahllose menschliche Aktivitäten wie Landwirtschaft, Abfallbeseitigung, Industrie und Bergbau beeinflussen und verändern die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers.

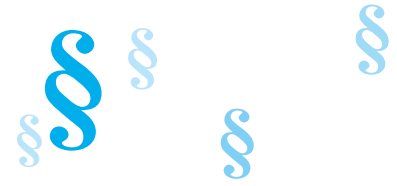
Sowohl geogene wie auch anthropogene Inhaltsstoffe können die Verwendung des Wassers als Trinkwasser einschränken. Trinkwasser soll hygienisch einwandfrei, appetitlich, klar, durchsichtig, farblos, geruchlos und von möglichst gleichbleibender Temperatur sein!

*Das **Wasserhaushaltsgesetz (WHG)** regelt auf Bundesebene die Bewirtschaftung von Gewässern und gilt für alle oberirdischen Binnengewässer, Küstengewässer sowie für das Grundwasser (§ 1).*

Alle Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass sie dem Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit ihm auch dem Nutzen einzelner dienen und jede vermeidbare Beeinträchtigung unterbleibt (§ 1a Abs. 1). Die Frage des Gewässereigentums wird nur indirekt angesprochen, da ein Grundeigentum nicht grundsätzlich zur Gewässerbenutzung berechtigt (§ 1a Abs. 3 Nr. 1). Ein Grundeigentümer kann also nur bedingt über das Grundwasser im Bereich seines Grundstückes verfügen. Eine Benutzung im Sinne des Gesetzes ist u. a. das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser (§ 3 Abs. 1 Nr. 5 und 6). Zu den Benutzungen gehören ferner Maßnahmen, die die physikalische, chemische oder biologische Beschaffenheit des Wassers verändern können (§ 3 Abs. 2 Nr. 2.). Gewässerbenutzung und damit auch Grundwasserbenutzung bedarf einer behördlichen Erlaubnis oder Bewilligung (§ 2).

Soweit es das Wohl der Allgemeinheit (öffentliches Interesse) erfordert, können Wasserschutzgebiete festgesetzt werden, in denen bestimmte Handlungen verboten oder nur für beschränkt zulässig erklärt werden können (§ 19).

(Die Gesetzestexte sind Auszüge und nicht wörtlich zitiert.)



Kostbares Nass

Hydrogeologen erkunden und dokumentieren

In Deutschland gehört die Beratung der wasserwirtschaftlichen Behörden sowie der Gemeinden und Gemeindeverbände in Fragen der öffentlichen Trinkwasserversorgung seit über 100 Jahren zu den Aufgaben des Staatlichen Geologischen Dienstes.

Das Geologische Landesamt Nordrhein-Westfalen als geowissenschaftliche Fachbehörde des Landes führt diese Tradition fort. Es betreibt kontinuierlich angewandte und zielorientierte Grundlagenforschung.

Das Geologische Landesamt beteiligt sich an Grundwassererschließungen, Wasserschutzgebietsausweisungen und verschiedenen hydrogeologischen Planungsverfahren. Es nimmt Stellung zu Deponieprojekten, Grundwasserabsenkungen und zur Rohstoffgewinnung.

Das Geologische Landesamt ist in der Lage, hydrogeologische Fragestellungen landesweit, schnell und umfassend nach einheitlichen Kriterien zu beantworten.

Die zunehmende Industrialisierung und der steigende Lebensstandard in unserem Land bleiben nicht ohne Einfluss auf die Umwelt. Die Luft muss Abgase und Stäube aufnehmen, in Flüsse werden Abwässer aller Art eingeleitet. Pflanzenschutzmittel und Dünger sorgen für ertragreiche Ernten, die chemischen Abbauprodukte und Reststoffe aber verbleiben für lange Zeit im Naturhaushalt. Sie werden verlagert, durch den Wind verblasen und in der Ackerkrume sowie in tieferen Bodenschichten angereichert. Einige dieser Schadstoffe dringen – im Niederschlagswasser gelöst – bis in das Grundwasser vor. Besonders gefährdet sind Bereiche, in denen Deck-schichten fehlen oder nur eine geringe Schutzwirkung besitzen.

Nicht nur die Qualität des Grundwasser ist Belastungen ausgesetzt, sondern auch seine Quantität. Trotz des hohen Wasserbedarfs durch Bevölkerung und Industrie soll nur soviel Grundwasser entnommen werden, wie sich neu bilden kann.

Deshalb wird es immer schwerer, die durch die komplexen menschlichen Aktivitäten entstandene Beeinflussung des Grundwassers abzuschätzen und auszugleichen.

Einen wesentlichen Beitrag zur Lösung dieser Probleme leistet die Hydrogeologie, die sich wissenschaftlich mit den Phänomenen des Wassers in der Erdkruste beschäftigt. Die Dynamik der Grundwasserfließsysteme sowie die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Wassers sind Gegenstand der hydrogeologischen Forschung.

Gemeinsam mit der Wasserwirtschaft werden die Grundwasservorräte erkundet, um sie erschließen, optimal nutzen und schützen zu können.



Laptop mit Datenlogger



Kabellichtlot



Ott-Messflügel



Drucksonde



Hydraulischer Test an einer Grundwassermessstelle

Die Datenbasis

Nur wenn man das Grundwasser – seine Qualität und Quantität, seine Bewegungen und sein Regenerationsvermögen – kennt, kann man es schonend und nachhaltig nutzen.

Wasserstandsmessungen, Pump- und Markierungsversuche sowie hydrochemische Beprobungen sind unter anderem bewährte Methoden, um wichtige hydrogeologische Größen der Grundwasserdynamik zu erfassen und damit die Grundwasserleiter zu charakterisieren. Die gewonnenen Daten sind wichtige Parameter für die wasserwirtschaftliche Nutzung eines Grundwasservorkommens. Mit ihrer Hilfe werden zum Beispiel die Einzugsgebiete von Brunnen und Quellen für die Festsetzung der Schutzzonen bestimmt. Weiterhin werden Schüttungsmengen, Fließstrecken und -geschwindigkeiten ermittelt sowie die Herkunft der Grundwässer geklärt.

Mit Wasserstandsmessungen lassen sich Aussagen über die Höhe des Grundwasserspiegels, zu seinen Schwankungen und zur Grundwasserfließrichtung treffen.

Pumpversuche gelten als praktikable Methode, hydraulische Eigenschaften der grundwasserführenden Gesteine genauer zu bestimmen. Während eines Pumpversuchs misst man die Veränderungen des Grundwasserstandes in einem Beobachtungsbrunnen bei gleichzeitiger Wasserentnahme aus einem Förderbrunnen. So wird zum Beispiel ermittelt, wie schnell das Grundwasser in den Brunnen nachfließen kann und nach welcher Zeit bei einer konstanten Fördermenge sich ein Fließgleichgewicht zwischen abgepumptem und nachströmendem Wasser einstellt. Diese Daten muss man kennen, um einen Grundwasserleiter quantitativ beschreiben und nutzen zu können.

Die Grundwasserfließrichtung kann durch Markierungsversuche bestimmt werden. Ein Markierungsstoff, der bestimmte Eigenschaften haben muss, wird in das Grundwasser eingebracht. Von dem Moment der Eingabe an wird die Zeit gemessen, die vergeht, bis der im Grundwasser transportierte Markierungsstoff an einem Beobachtungsbrunnen wieder auftritt. Über den Zeitpunkt des ersten Auftretens, die maximale Konzentration bis zum Verschwinden des Markierungsstoffes im Beobachtungsbrunnen lassen sich weiterhin Aussagen treffen über die Geschwindigkeit, mit der sich das Grundwasser im Untergrund bewegt.

Die chemische Beschaffenheit des Grundwassers – ermittelt durch hydrochemische Analysen – gibt Hinweise zu Alter und Entstehung sowie zu seiner Nutzbarkeit als Trinkwasser.

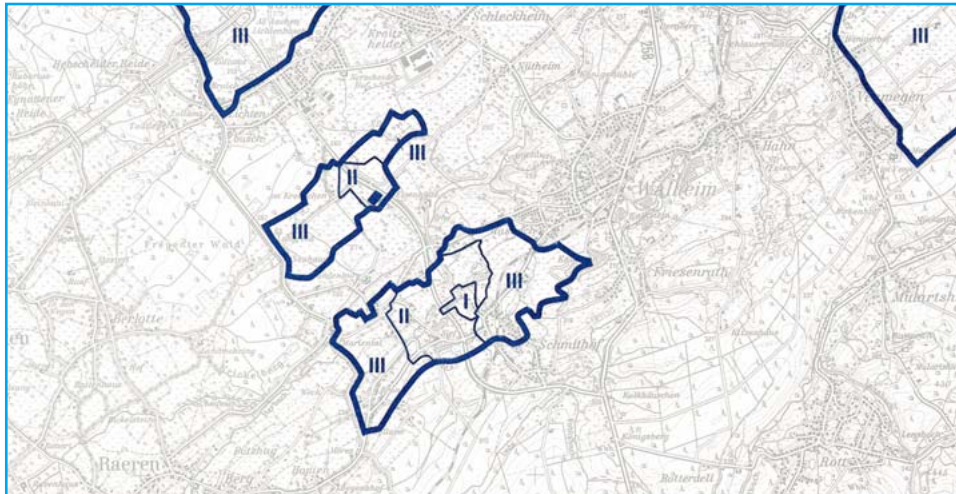


Markierungsversuch

Trinkwasser für das Allgemeinwohl

Unentbehrliche Schutzzonen

Durch die vielfältigen Eingriffe des Menschen in die Natur und die damit verbundenen Beeinträchtigungen und Gefährdungen des Grundwassers wird der Trinkwasserschutz eine ständig schwierigere Aufgabe. Gleichzeitig wird aber im Interesse der öffentlichen Wasserversorgung dieser Schutz immer notwendiger. Nach § 19 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) können zum Wohl der Allgemeinheit für Wassergewinnungsanlagen und Trinkwassertalsperren Wasserschutzgebiete festgesetzt werden. In diesen Schutzgebieten sind bestimmte Handlungen verboten oder nur beschränkt zulässig; Grundeigentümer und Nutzungsberechtigte sind zur Duldung bestimmter Maßnahmen verpflichtet. Ziel dieser Bestimmungen sind wirksame Schutzmaßnahmen im unmittelbaren Brunnen- oder Talsperrenbereich und in deren Einzugsgebiet.



Die Landeswassergesetze gelten auf Landesebene als ergänzende Regelungen des WHG. In Nordrhein-Westfalen setzt die Bezirksregierung als Obere Wasserbehörde die Wasserschutzgebiete auf Grundlage hydrogeologischer Gutachten fest. Das Geologische Landesamt wirkt bei der Erstellung der Schutzgebietsverordnungen mit. Basierend auf den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen des Untergrundes – teilweise ergänzt durch gezielte eigene Geländeuntersuchungen – werden Vorschläge zur Abgrenzung der einzelnen Zonen eines Wasserschutzgebietes gemacht.

Trinkwasserschutzgebiete werden in drei verschiedene Schutzzonen eingeteilt:

Zone I: Der Fassungsbereich ist die unmittelbare Umgebung der Trinkwassergewinnungsanlage. Diese Zone soll die Fassungsanlage vor Verunreinigungen und sonstigen Beeinträchtigungen schützen.

Zone II: Die engere Schutzzone wird ausgewiesen, um das der Fassungsanlage zufließende Grundwasser vor krankheits-erregenden Keimen zu schützen. Sie reicht von der Grenze der Zone I bis zu der Linie, von der das Grundwasser eine Fließzeit von mindestens 50 Tagen bis zur Entnahmestelle benötigt.

Zone III: Die weitere Schutzzone soll das Grundwasser in seinem Einzugsgebiet vor weitreichenden Beeinträchtigungen wie zum Beispiel schwer abbaubaren chemischen und radioaktiven Verunreinigungen schützen. Die Größe dieser Schutzzone richtet sich im wesentlichen nach den geophysikalischen Eigenschaften des Grundwasserleiters.



Wasser unter uns

Grundwasserlandschaften in NRW

-  Porengrundwasserleiter mit sehr ergiebigen bis ergiebigen Grundwasservorkommen
-  Porengrundwasserleiter mit mäßig bis gering ergiebigen Grundwasservorkommen
-  Kluffundwasserleiter mit sehr ergiebigen bis ergiebigen Grundwasservorkommen
-  Kluffundwasserleiter mit mäßig bis gering ergiebigen Grundwasservorkommen
-  Kluffundwasserleiter mit gering bis sehr gering ergiebigen Grundwasservorkommen auf tektonischen Zerrüttungszonen
-  Poren- und Kluffundwasserleiter ohne nennenswerte Grundwasservorkommen
-  durch Bergbau veränderte Grundwasserverhältnisse

0 50 km

Unterschiedliche geologische Verhältnisse prägen nicht nur die Naturräume Nordrhein-Westfalens, sondern auch seine Grundwasserlandschaften. Es lassen sich vier große Grundwasserlandschaften abgrenzen, die sich in charakteristischer Weise unterscheiden.



Grundwasserlandschaften
Nordrhein-Westfalens

Niederrheinische Bucht und Niederrheinisches Tiefland: Verbreitungsgebiet mächtiger Lockergesteine, sehr ergiebige Porengrundwasserleiter; eines der bedeutendsten Grundwasservorkommen in Deutschland.

Münsterland mit Ruhrgebiet: Ergiebige Poren- und Kluffundwasserleiter neben grundwasserarmen Gesteinen. In weiten Bereichen des Ruhrgebiets sind die Grundwasserverhältnisse durch Auswirkungen des Steinkohlenbergbaus gestört.

Ostwestfalen-Lippe: Unterschiedlich ergiebige Kluffundwasserleiter neben Kluffundwasserleitern ohne nennenswerten Grundwasserinhalt; entlang der Weser wenig ausgedehnte, aber sehr ergiebige Porengrundwasserleiter.

Bergisches Land, Sauerland, Siegerland und Eifel: Überwiegend grundwasserarme Festgesteine; in Bereichen mit Kalkstein-, Sandstein- oder Basaltvorkommen lokal auch ergiebige Karst- oder Kluffundwasserleiter.

Begehrte Grundwasserleiter

Am **Niederrhein** sind mächtige, sehr ergiebige, zum Teil übereinander liegende Porengrundwasserleiter weit verbreitet. Die dort vorkommenden Kiese und Sande enthalten große Mengen zumeist qualitativ guten Wassers. Sie sind auch ein begehrter Rohstoff für die Bauindustrie und werden vielerorts bis unterhalb der Grundwasseroberfläche abgebaut. Das Grundwasser wird dadurch großflächig freigelegt. Die ertragreichen Böden auf den Kiesen und Sanden werden intensiv landwirtschaftlich genutzt. Dort, wo schützende Deckschichten fehlen, bilden jedoch Dünger und Pflanzenschutzmittel einen erheblichen Risikofaktor für das Grundwasser. So unterliegt das wichtigste Grundwasserreservoir Nordrhein-Westfalens starken, konkurrierenden Nutzungsansprüchen.

Im Städtedreieck Köln – Mönchengladbach – Aachen greift der Braunkohlenabbau stark in die Grundwasserhältnisse ein. Um die tief liegenden Flöze im Tagebau erschließen zu können und die Standsicherheit der Abbauböschungen zu gewährleisten, muss das Grundwasser großflächig abgepumpt werden. Diese sogenannte Sumpfung ist ein gravierender Eingriff in den Wasserhaushalt. So werden Grundwasserstände, Wassergewinnung, Pflanzenwuchs, Feuchtbiotope, Oberflächengewässer sowie Vorflutsysteme beeinflusst und Bodensetzungen verursacht. Diese Veränderungen werden in Kauf genommen, da dem Braunkohlenbergbau mit seinem Beitrag zur Energiegewinnung und dem Erhalt von Arbeitsplätzen Vorrang eingeräumt wird. Die Sumpfungsmaßnahmen sind langfristig angelegt, aber nicht endgültig. Nach beendetem Abbau werden die Landschaften rekultiviert; der Grundwasserspiegel steigt dann wieder an. Es entstehen walddreiche Landschaften mit offenen Wasserflächen.



Nassauskiesung



Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln



Braunkohlenabbau

Gesunde Grundwasservielfalt



Kalksteine im südöstlichen Münsterland

Das **Münsterland** ist geprägt durch einen tiefen, aus Kalksteinen bestehenden Kluftgrundwasserleiter mit hoch mineralisiertem Wasser, das entlang der Westfälischen Quellenlinie zwischen Dortmund und Bad Lippspringe sowie am Fuße des Teutoburger Waldes in Karstquellen ausfließt. Über den Kalksteinen liegt eine nahezu undurchlässige Trennschicht aus Tonmergelsteinen, der wiederum mehrere unterschiedlich ergiebige Porengrundwasserleiter aufliegen. Das tiefe, hoch mineralisierte Grundwasser ist für die Trinkwassergewinnung nicht nutzbar; es war und ist aber Grundlage für Solegewinnung und Heilbäder.

Die Porengrundwasserleiter des Münsterlandes sind ebenso wie die des Niederrheins Gegenstand konkurrierender Nutzungsansprüche von Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Bauindustrie.

Die ca. 400 km² große Paderborner Hochfläche im Grenzbereich zwischen Münsterland und Ostwestfalen-Lippe ist das größte zusammenhängende verkarstete Kalksteingebiet Nordrhein-Westfalens. Beim Eintritt in die verkarsteten Bereiche versickern die Bäche in Bachschwinden, werden zu Karstgrundwasser und treten in Bad Lippspringe, Borchon und Paderborn in großen Quellgruppen zutage. Durch die geringe Filterwirkung von Karstgrundwasserleitern beeinflusst hier die Qualität des Oberflächenwassers maßgeblich die Beschaffenheit des Quellwassers.

Nicht nur der geologische Bau von **Ostwestfalen-Lippe** ist vielgestaltig; auch hinsichtlich seines Grundwasserdargebots weist dieser Raum bemerkenswerte qualitative und quantitative Unterschiede auf. Zum Teil kommen Süß- und Mineralwässer auf engstem Raum nebeneinander vor. Es herrschen Kluftgrundwasserleiter – meist Kalk- und Sandsteine, aber auch gipsführende Mergel- und Tonsteine – vor. Die Grundwasservorkommen der Festgesteine liegen zumeist in größeren Tiefen als die der Lockergesteine, so dass hier anthropogene Belastungen des Wassers von der Erdoberfläche aus selten sind. Dafür schränken natürliche Faktoren die Nutzung oft ein, beispielsweise wenn die Wässer durch Lösung von Gips oder Steinsalz hoch mineralisiert und als Trinkwasser ungeeignet sind.

Diese chemischen Eigenschaften machen auch hier die Wässer zu einem bedeutenden Wirtschaftsfaktor. Sie bildeten in Ostwestfalen die Grundlage für den Betrieb von Salinen. Auch entstanden hier bekannte Heilbäder wie Bad Salzuflen, Bad Oeynhaus, Bad Pyrmont und Bad Driburg. Geringer mineralisierte Wässer werden als natürliche Mineralwässer in Brunnenbetrieben abgefüllt.

Regen statt Grundwasser

Weite Teile vom **Bergischen Land, Sauerland, Siegerland und der Eifel** sind typische Grundwassermangelgebiete. Dafür zeichnen sich diese vergleichsweise dünn besiedelten Mittelgebirgsregionen durch hohe Niederschläge sowie saubere Bach- und Quellwässer aus, die – gesammelt in Talsperren – zur Trinkwasserversorgung der Bevölkerung genutzt werden können.

Die Talsperren haben auch eine wasserstandsregulierende Funktion. Sie schützen die Regionen nach extremen Niederschlägen vor Hochwässern; in Trockenzeiten wird verstärkt Wasser aus den Staubecken an die Flüsse abgegeben, um das ökologische Gleichgewicht ihrer Mittel- und Unterläufe aufrechtzuerhalten.

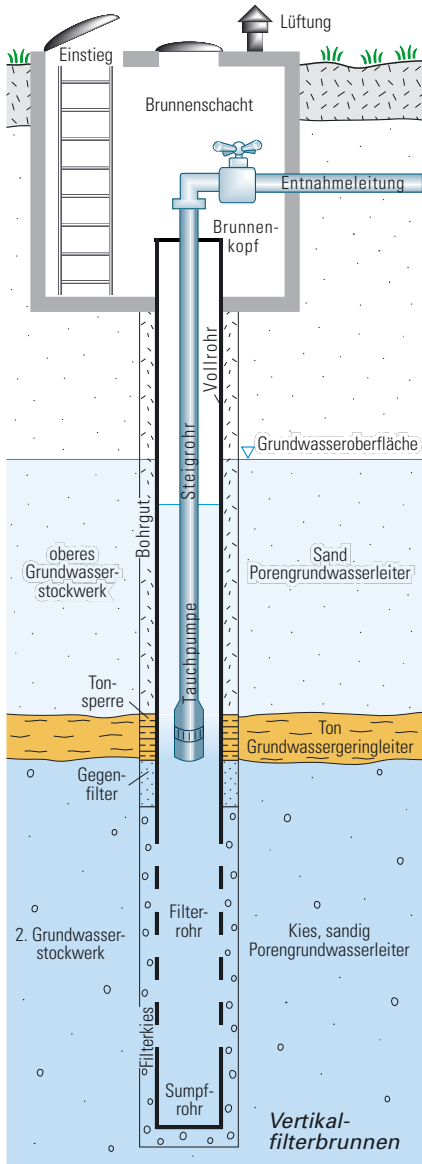
Grundwasserreiche Gebiete innerhalb unserer Mittelgebirgsregionen sind Kalksteinkomplexe wie der Briloner und Warsteiner Sattel im Sauerland oder die Kalkmulden in der Eifel. Diese Karstgrundwasserleiter sind intensiv genutzte Trinkwasserreservoirs. Das Quellwasser der Sötenicher Mulde in der Eifel beispielsweise wurde bereits im 2. Jahrhundert n. Chr. von den Römern gefasst und über eine 90 km lange Wasserleitung nach Köln geleitet.



Heilenbecktalsperre südlich Ennepetal (Luftbild freigegeben durch Bez.-Reg. Münster Nr. M 2964/90)

Woraus schöpfen?

Trinkwasserversorgung in NRW



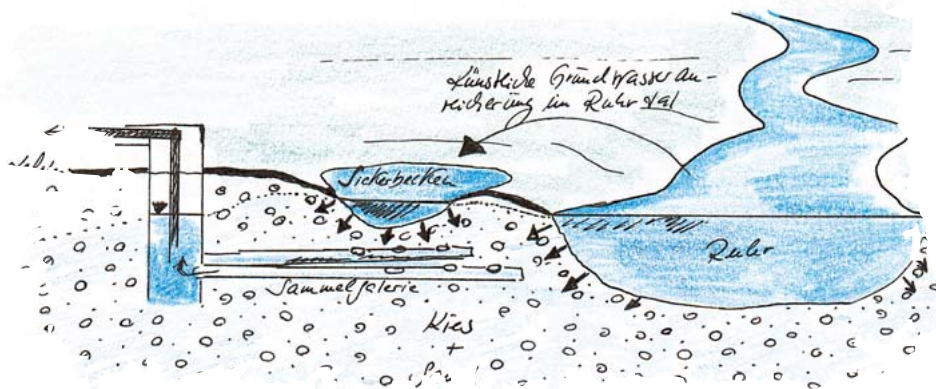
Rund 40 % des in Nordrhein-Westfalen benötigten Trinkwassers wird aus **Grundwasser** im engeren Sinne gewonnen. Die Wasserwerke verfügen über unterschiedlich tiefe Vertikal- oder Horizontalfilterbrunnen, wobei moderne Vertikalfilterbrunnen in Tiefen von mehreren hundert Metern eingesetzt werden können.

Ein Vertikalfilterbrunnen besteht aus einem gelochten Rohr mit einer Kiesumhüllung, das senkrecht in der wasserführenden Schicht steht.

Bei den Horizontalfilterbrunnen reicht ein relativ breiter, geschlossener Schacht bis in die wasserführende Schicht. Von dort gehen strahlenförmig nach allen Seiten horizontal verlegte Filterrohre aus. Diese Horizontalfilterbrunnen besitzen eine höhere Förderleistung als Vertikalfilterbrunnen. Durch die komplizierte Installation ist ihr Einsatz jedoch nur möglich, wenn die grundwasserführenden Schichten relativ oberflächennah liegen.

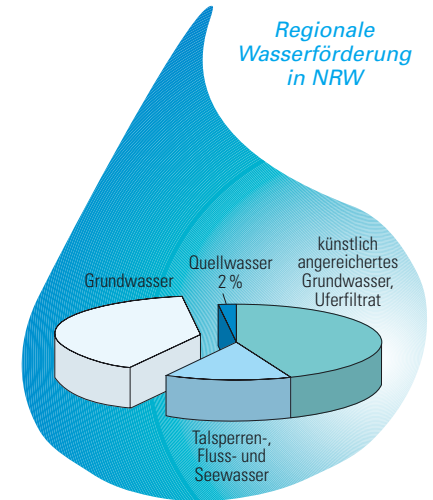


44 % des Trinkwassers in Nordrhein-Westfalen kann als „**künstliches Grundwasser**“ bezeichnet werden. Oberflächenwasser – zum Beispiel Flusswasser der Ruhr – wird über einem Sickerbecken verregnet, dringt in den Untergrund ein, wo es das Grundwasser künstlich anreicht, um dann mittels Brunnen gefördert zu werden. Bei seinem Weg durch die Boden- und Gesteinsschichten wird das Wasser gefiltert und abgekühlt und seine Qualität dadurch deutlich verbessert. Nach einem ähnlichen Prinzip wird Flusswasser als Uferfiltrat aus gewässernahen Brunnen gewonnen und zur Trinkwasserversorgung herangezogen. Das Flusswasser wird durch die Sogwirkung der fördernden Brunnen gezwungen, durch die Kiese und Sande des Untergrundes zu fließen. Auch hier machen sich die Wasserwerke das natürliche Reinigungsvermögen der Gesteine zunutze.



Etwa 14 % unseres Trinkwassers ist **Oberflächenwasser** aus Talsperren, Flüssen und Seen. Dieses Wasser ist naturgemäß schädigenden Umwelteinflüssen direkt ausgesetzt; es kann daher technisch aufwendig sein, es so aufzubereiten, dass es Trinkwasserqualität hat.

Der Anteil von **Quellwasser** an der Trinkwassergewinnung ist in Nordrhein-Westfalen mit 2 % gering. Das vor allem in den Mittelgebirgen in Quellen frei zutage tretende Grundwasser wird dort in Quellfassungen gesammelt. In vielen Fällen ist es so rein, dass es direkt zum Verbraucher geleitet werden kann.



Aufsteiger in Nordrhein-Westfalen

Mineral-, Thermal- und Heilquellen

Der Schutz der Heilquellen vor dem Menschen ist so alt wie ihre therapeutische Nutzung durch ihn. Bereits unsere vor- und frühgeschichtlichen Vorfahren siedelten bevorzugt dort, wo die ihnen heiligen Wässer mit ihren besonderen, heilenden Eigenschaften aus der Erde quollen. Um solche Heilquellen herum entstanden oftmals bedeutende Städte wie beispielsweise Aachen.

Heilquellen können staatlich anerkannt werden; zu ihrem Schutz werden Quellenschutzgebiete festgelegt. Betrieb und Anlage einer solchen Heilquelle werden behördlich überwacht und dem Inhaber können im Interesse des Allgemeinwohls und aus Gründen der Quellenerhaltung besondere Betriebs- und Überwachungspflichten auferlegt werden. Die staatliche Anerkennung einer Heilquelle ist widerruflich.



Thermalsprudel III in Bad Salzuflen

Heil- und Mineralwässer sind Grundwässer besonderer Art. Auf ihrem Weg durch den Untergrund nehmen sie aus den durchströmten Gesteinen verschiedene Mineralien auf, die sie zu natürlichen Heilmitteln des Untergrundes machen. Die Natur hat Nordrhein-Westfalen mit diesem flüssigen Bodenschatz besonders reich ausgestattet. Zahlreiche Heilbäder und Kurorte sowie Brunnenabfüllbetriebe nutzen dieses Gut. Mit 95 amtlich anerkannten natürlichen Mineralwässern steht Nordrhein-Westfalen an der Spitze aller Bundesländer (Stand 1997).

Ostwestfalen wird der Heilgarten Deutschlands genannt. Dort treten auf engstem Raum Solen, Sulfat- und auch Schwefelwässer, hoch temperierte Thermalwässer und kohlendioxidhaltige Wässer (Säuerlinge) auf.

Das tiefe Grundwasser des Münsterländer Kreide-Beckens ist versalzt. Diese Sole reicht bis ins Ruhrgebiet und muss in den Steinkohlenzechen als Grubenwasser abgepumpt werden. Am westfälischen Hellweg hingegen war jahrhundertlang diese Sole Basis einer blühenden Salzindustrie und wurde zur Keimzelle der dortigen Heilbäder. Heute erzeugen die in Bad Sassendorf, Bad Westernkotten und Salzkotten erhaltenen beziehungsweise wieder errichteten Gradierwerke eine künstliche Meeresbrise, die wegen ihrer wohltuenden Wirkung bei Bronchial- und Allergierkrankungen besonders geschätzt wird.

In Aachen treten die heißesten Thermalquellen Nordrhein-Westfalens natürlich aus. Auf langen, tief reichenden Fließwegen in komplizierten geologischen Strukturen wird das Wasser zum Teil auf über 70 °C erwärmt, mit Mineralien angereichert und steigt schließlich zur Oberfläche auf. Die Rheuma lindernden Thermen haben schon die Kelten und Römer zum Verweilen eingeladen.

Im Süden der Niederrheinischen Bucht steigen Säuerlinge entlang tief reichenden tektonischen Störungszonen auf. In Köln wurde unter stauendem Ton kohlendioxidhaltiges Natriumchloridwasser erbohrt.

Besonderer Schutz für besonderes Wasser

Das Wasser einer Heilquelle unterscheidet sich nicht allein durch seine besonderen physikalisch-chemischen Eigenschaften von einem normalen Grundwasser, sondern auch durch seine fast immer wesentlich kompliziertere Entstehung in zumeist tiefer reichenden Fließsystemen. Darin besteht die Individualität jeder einzelnen Heilquelle. Das Wasservorkommen ist räumlich und quantitativ begrenzt und besitzt je nach geologischen Verhältnissen besondere Bildungsstätten und Aufstiegswege. Deshalb müssen Heilquellen nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ geschützt werden.

Quantitative Gefahren gehen von allen Maßnahmen aus, die die hydraulischen Verhältnisse verändern können, wie zum Beispiel Grundwasser- oder Gasentnahmen und Bergbau. In den Heilquelleneinzugsgebieten werden Schutzzonen ausgewiesen, in denen Bodeneingriffe in bestimmten Tiefenbereichen genehmigungspflichtig oder untersagt sind.

Auch die Qualität wird durch Schutzzonen gesichert, die – analog zu den Trinkwasserschutzzonen – das Wasser vor Verunreinigungen durch organische, anorganische und auch radioaktive Stoffe schützen sollen. Heilwasser darf nicht durch Einträge aus Industrie-, Gewerbe- und Wohnansiedlungen oder Mülldeponien beeinträchtigt werden.



Heilquellen in Nordrhein-Westfalen (Auswahl)

*Heilquellenschutzgebiete werden in drei qualitative und zwei quantitative Schutzzonen eingeteilt. Die qualitativen Schutzzonen – **Zone I, II und III** – entsprechen denen der Trinkwasserschutzgebiete (s. S. 11).*

*Bei den quantitativen Schutzzonen unterscheidet man die **Zone A** (Innere Zone) und die **Zone B** (Äußere Zone). Hier sind folgende Handlungen in der Regel nicht oder nur mit besonderen Schutzmaßnahmen tragbar:*

Zone A

- Bohrungen, Sprengungen, Bergbau jeder Art
- Erdaufschlüsse jeder Art von mehr als 1 m Tiefe
- jede Veränderung der physikalischen, chemischen und hydraulischen Grundwasserverhältnisse
- Eingriffe in die Oberflächengewässer
- großflächiges Versiegeln der Erdoberfläche

Zone B

- Bergbau jeder Art
- Bohrungen und Sprengungen in mehr als 20 m Tiefe unter Gelände
- Erdaufschlüsse mit einer im Einzelfall für die jeweilige hydrogeologische Situation festgelegten Mindesttiefe
- jede Veränderung der physikalischen, chemischen und hydraulischen Verhältnisse, die sich bis in mehr als 20 m Tiefe auswirkt
- anthropogene Änderungen der Grundwasseroberfläche beziehungsweise -druckfläche von mehr als 3 m

Ein Bild vom Wasser

Die Hydrogeologische Karte von Nordrhein-Westfalen

Die Hydrogeologische Karte von Nordrhein-Westfalen ist wesentliche Informationsquelle für die Erschließung und den Schutz des Grundwassers. Die Karte wird für die Wasserwirtschaft, die Raumplanung, die Landschaftsplanung, die Bauleitplanung und das Umweltmanagement herangezogen. Wichtige Informationen liefert sie auch bei der Standortsuche für Deponien und Abfallentsorgungsanlagen, bei der Bewertung von Altlasten sowie bei der Behebung von Schadensfällen an Grundwasser und Boden.

Die Hydrogeologische Karte enthält die Basisdaten für dynamische Grundwassermodelle, mit denen die Auswirkungen von Eingriffen in den Untergrund simuliert werden können. Sie dient der Forschung und Lehre und informiert den interessierten Bürger über die Untergrund- und Grundwasserhältnisse in seinem Lebensbereich.

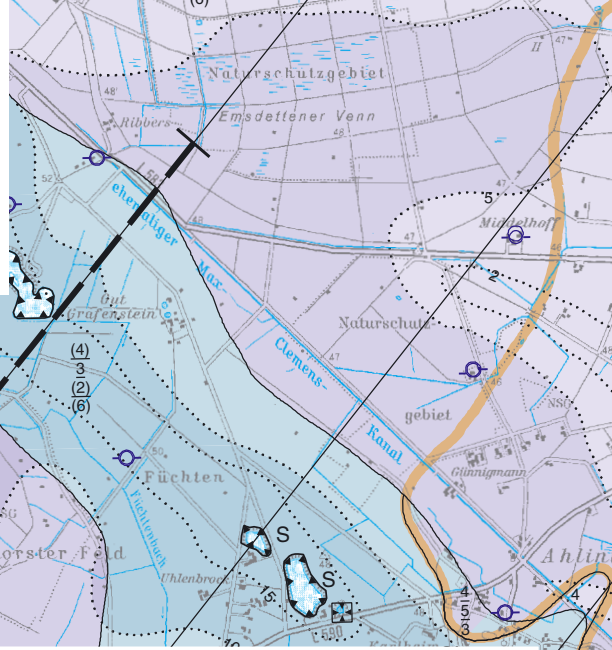
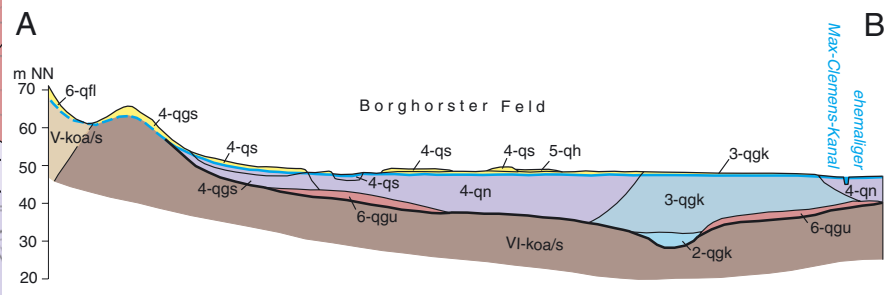
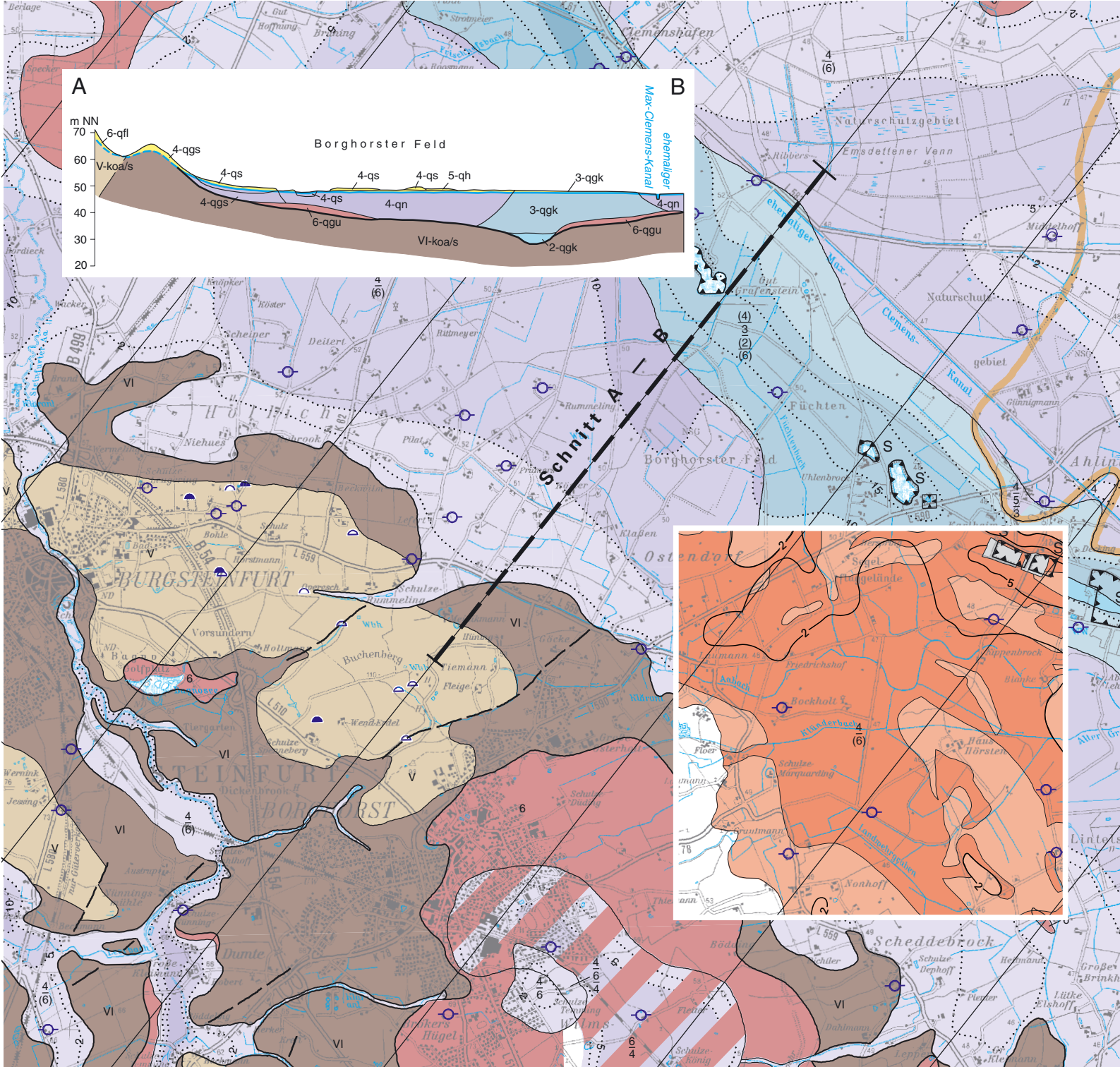
Eine „Grundwasserlagerstätte“ beurteilen zu können, erfordert umfassende Kenntnisse über Verbreitung, Mächtigkeit, Beschaffenheit, Durchlässigkeit und Lagerung der grundwasserleitenden und -stauenden Schichten im Untergrund. Tiefenlage und Fließbewegung des Grundwassers, die Lage von Quellen, Brunnen, Deponien und Abbaugebieten von Rohstoffen spielen ebenfalls eine wesentliche Rolle.

Hydrogeologische Karten veranschaulichen diese Zusammenhänge und liefern Basisinformationen über die jeweiligen Grundwasserverhältnisse. Das Geologische Landesamt führt mit der hydrogeologischen Landesaufnahme die systematische regionale Erforschung der Grundwasservorkommen durch und stellt die Ergebnisse in amtlichen Karten und einem digitalen Fachinformationssystem bereit.

Der Standardkartensatz der vom Geologischen Landesamt herausgegebenen, digital konstruierten Hydrogeologischen Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 50 000 besteht aus drei Elementen:

- Die **Grundrissdarstellung** charakterisiert die Grundwasserleiter und -geringleiter als Poren-, Kluft- oder Karstgrundwasserleiter und klassifiziert sie nach ihrer Durchlässigkeit. Weiterhin gibt sie die Mächtigkeit der grundwassererfüllten Schichten an. Die Grundrissdarstellung erläutert außerdem die Abfolge der Schichten, zeigt Quellen, Brunnen und andere Grundwasseraufschlüsse, informiert über Grundwassernutzungen, Gefährdungspotentiale und über die hydraulischen Beziehungen zu Oberflächengewässern. Kommen in einem Blattgebiet mehrere Grundwasserstockwerke vor, wird jedes Stockwerk in einem separaten Grundriss dargestellt.
- In den **hydrogeologischen Schnitten** werden die Lagerungsverhältnisse der grundwasserrelevanten Schichten, ihre Durchlässigkeit und die Grundwasseroberfläche dargestellt.
- Auf der Karte „**Risiko von Stoffeinträgen in das Grundwasser (Bewertung der Grundwasserüberdeckung)**“ sind die hydraulischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften der grundwasserüberdeckenden Schichten bewertet.

Wichtige Zusatzinformationen wie zum Beispiel die hydrogeologische Gliederung des Blattgebietes und die hydrochemische Typisierung der Grundwässer enthält die Legende zu den einzelnen Blättern.



Wasser für die Zukunft

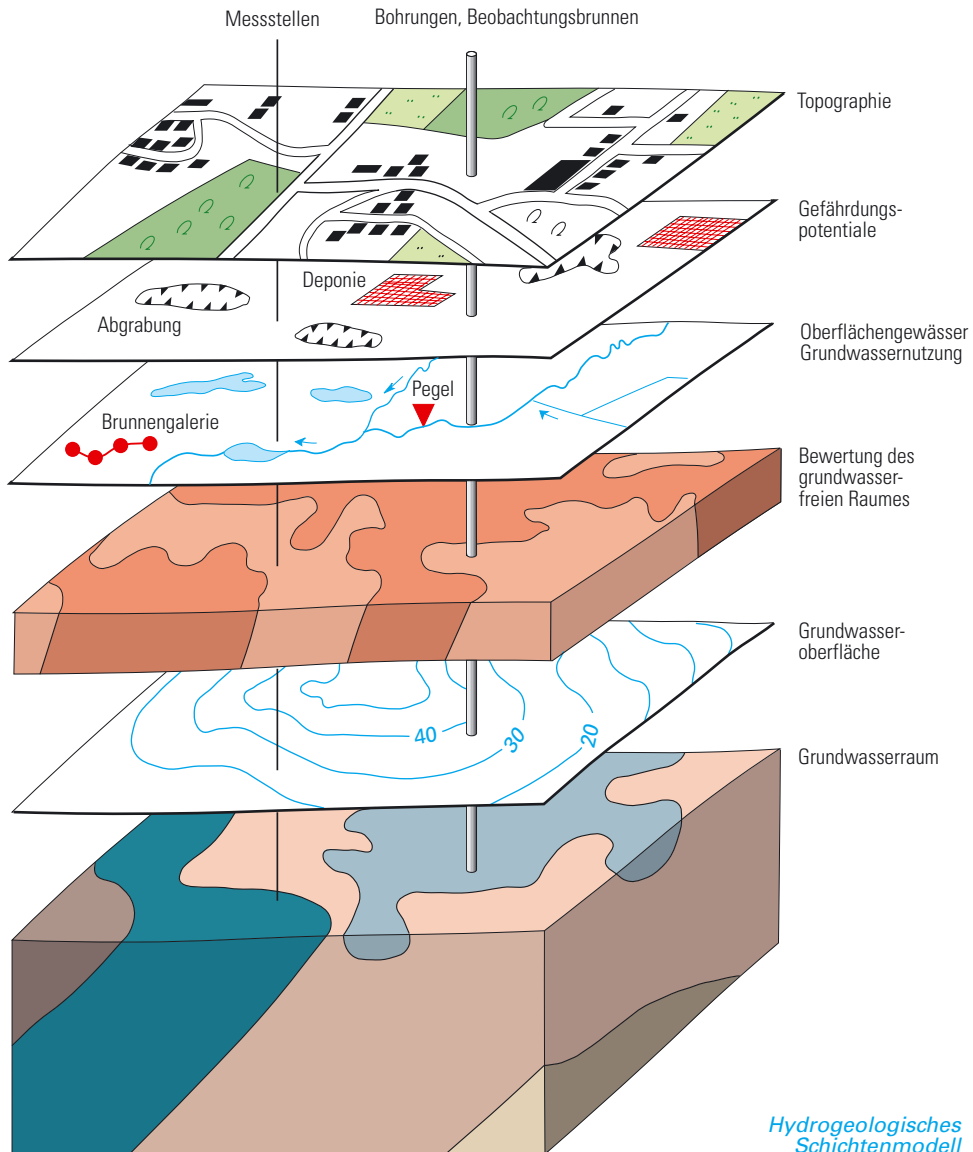
Das digitale Fachinformationssystem Hydrogeologie

Der Aufbau von digitalen Fachinformationssystemen ist heute unumgänglich. Zur effektiven Bewältigung vieler Planungsvorhaben und zur Lösung der immer komplexer werdenden Umweltprobleme ist eine breite geowissenschaftliche Datengrundlage notwendig. Um diese Grundlage zu schaffen, müssen Daten aus unterschiedlichsten Quellen herangezogen und miteinander verknüpft werden. Das leistet das Geo-Informationssystem des Geologischen Landesamtes, welches zur Zeit aufgebaut wird. Als Teil des landesweiten Bodeninformationssystems von Nordrhein-Westfalen ist es in ein länderübergreifendes Konzept eingebunden.

Im Fachinformationssystem Hydrogeologie werden – thematisch gegliedert – alle digitalen Datensätze der Hydrogeologischen Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 50 000 und alle den geologischen Untergrund und das Grundwasser betreffenden Punkt-, Flächen- und Rauminformationen in Datenbanken abgelegt. Diese sind untereinander, mit der Bohrungsdatenbank und anderen Fachinformationen des Geologischen Landesamtes sowie mit den Daten anderer Institutionen verknüpfbar und können so bei vielfältigen Fragestellungen Auskunft geben.

Die gespeicherten Informationen helfen bei der Lösung komplexer Probleme, die im Rahmen der staatlichen und privaten Daseinsvorsorge auftreten und in die Aufgabengebiete der Geologischen Landesämter sowie der Umwelt- und Planungsbehörden fallen. Sie sind aber auch eine sichere Datenbasis für schnelle Problemlösungen bei akuten Gefahren für Boden, Grundwasser und Vegetation.





Das Geologische Landesamt Nordrhein-Westfalen

ist die **geowissenschaftliche Fachbehörde** des Landes.

Es ist dem Geschäftsbereich des Ministers für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr zugeordnet. Sein Sitz ist Krefeld.

Das Geologische Landesamt Nordrhein-Westfalen ist die zentrale Sammel- und Dokumentationsstelle für alle Daten über den Aufbau, die Beschaffenheit und das Verhalten des Untergrundes im Landesgebiet. Es betreibt kontinuierlich angewandte Forschung, zielorientierte Grundlagenforschung und Beratung auf verschiedenen Fachgebieten der Natur-, Ingenieur- und Agrarwissenschaften.

Das Geologische Landesamt bietet fachgerechte Lösungen bei:

- ✓ Rohstoffsicherung
- ✓ Bodenschutz
- ✓ Grundwasserschutz
- ✓ Abfallbeseitigung
- ✓ Baugrundbeurteilung
- ✓ Gefahrenabwehr
- ✓ Umweltsicherung
- ✓ Denkmalschutz

Das Geologische Landesamt Nordrhein-Westfalen erkundet, erforscht und untersucht

- das Grundwasser
z. B. zur Erschließung und zum Schutz von Trink-, Brauch-, Heil- und Mineralwasser; denn: Grundwasservorkommen sind nicht unerschöpflich; sie sind zu schützen vor Verunreinigungen und Überbeanspruchung.
- den Untergrund
z. B. auf nutzbare Rohstoffe, Baugrundeigenschaften und Standfestigkeit; denn: Fachgerechte Nutzung des Untergrundes vermeidet Kosten, dient der Sicherheit und Gefahrenabwehr.
- die Böden
z. B. auf Nutzungseignung, Wasser- und Nährstoffhaushalt, Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen; denn: Boden ist nicht ersetzbar; er ist zu schützen vor Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen.
- den Naturraum
z. B. zur Ausweisung von Schutzgebieten, Speicherung von Energiereserven, zur schadlosen Abfallbeseitigung; denn: Der Naturraum ist zu schützen vor Beeinträchtigungen seiner ökologischen Zusammenhänge.
- die Risiken durch Naturereignisse
z. B. Erdbeben, Erdfälle, Felsstürze, Hangrutschungen, Setzungen, Erosion und Überschwemmungen; denn: Sind die Risiken bekannt, kann man vorbeugen, Schäden vermeiden oder die Auswirkungen eindämmen.

Die Arbeitsergebnisse des Geologischen Landesamtes werden in Karten und Schriften veröffentlicht und so allgemein zugänglich und für wirtschaftliche und wissenschaftliche Belange nutzbar. Ein Teil der Karten und Schriften wendet sich auch gezielt an den natur- und heimatkundlich interessierten Leser.

Über sämtliche Karten und Schriften informiert das Veröffentlichungsverzeichnis des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen, Postfach 10 80, D-47710 Krefeld, Tel.: (0 21 51) 8 97-2 10 oder -2 12. Die Web-Seiten des Geologischen Landesamtes im Internet informieren über die Arbeiten des Landesamtes, seine Produkte und Dienstleistungen. Alle Veröffentlichungen können auch elektronisch bestellt werden.

Internetadresse: <http://www.gla.nrw.de>





*„Das Prinzip aller Dinge ist das Wasser;
aus Wasser ist alles und ins Wasser kehrt alles zurück.“*

(Thales von Milet, griechischer Philosoph, 625 – 545 v. Chr.)

© 1999 Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen

Text: Rainer Wolf, Wolfgang Schlimm, Anja Wersinski · **Redaktion:** Barbara Groß-Dohme, Rainer Wolf

Layout: Ursula Amend, Anja Wersinski · **Grafik:** Anja Wersinski und Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen

Fotos: Horst Schöttler und Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen · **Druck:** Joh. van Acken, Krefeld

10-6-99



Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen

De-Greiff-Straße 195 · Postfach 10 80 · D-47710 Krefeld
Telefon (0 21 51) 89 71 · Telefax (0 21 51) 89 75 05
E-Mail: poststelle@gla.nrw.de · Internet: <http://www.gla.nrw.de>