

2 Hydrogeologische Untersuchungen

geologischen Forschung und Erkundung bilden wichtige Voraussetzungen für wasserwirtschaftliche Investitionsentscheidungen, während die Grundwassererschließung bereits Bestandteil der Bauleistungen für die Errichtung von Grundwasserfassungen ist. Auf Grund der Tatsache, daß hydrogeologische Arbeiten allgemein mit einem hohen Kostenaufwand verbunden sind und außerdem die Höhe der Nachfolgeinvestitionen entscheidend beeinflussen, kommt einer Optimierung der Nutzungsvarianten auf der Grundlage geologisch-ökonomischer Bewertungen außerordentliche Bedeutung zu (s. Abschnitt 4.7.4.). Zur Verringerung des volkswirtschaftlichen Risikos und zur Erhöhung der Aussagegenauigkeit werden daher umfangreiche Aufgabenstellungen in Untersuchungsstadien mit Zwischenauswertungen nach Tabelle 1 bearbeitet.

Tabelle 1. Hydrogeologische Arbeiten

Komplex	Etappe	Beispiele
regionale Grundwasserforschung	hydrogeologische Kartierung	Übersichtskartierung 1 : 200000 Spezialkartierung 1 : 50000
	Prognose	Grundwasservorratsprognose
	Grundwassersuche	Testbohrungen nach Ergebnis der Prognose
Grundwassererkundung	Grundwasservorerkundung	Ermittlung von Parametern in bestimmten hydrogeologischen Einheiten wie Grundwasserlagerstätten, Untergrundspeichern
	Grundwasser-detaillierterkundung	Untersuchungen zum optimalen Standort und Betrieb von Grundwasserfassungen

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Komplex	Etappe	Beispiele
Grundwassererschließung	Brunnenbau	Errichtung von Produktionsbrunnen einschließlich Brunnenausbau (Brunnenfilter, Brunnenkopf)
	Brunnenausrüstung	Einbau von Pumpen, Steigleitungen, Armaturen und Meßeinrichtungen
	Brunnenregenerierung	Beseitigung von Inkrustationen und Verschlämmungen in Brunnenfiltern

Am Anfang bzw. Ende jeder Untersuchungsetappe und vor Entscheidungen, die einen hohen volkswirtschaftlichen Aufwand nach sich ziehen, sind umfangreiche Kenntnisstandsanalysen (die infolge der Veränderlichkeit verschiedener Kriterien allgemein nur eine kurzzeitige Aussagekraft besitzen!) und darauf aufbauende ökonomische Bewertungen erforderlich.

Diese Bewertungen sind Grundlage für Entscheidungen über:

- Weiterführung oder Abbruch der Untersuchungsarbeiten
- Beibehaltung oder Änderung der Untersuchungskonzeption für die nachfolgende Etappe
- volkswirtschaftlichen Vorrang, insbesondere von geplanten Varianten
- optimale volkswirtschaftliche Nutzung der Ergebnisse nach Abschluß der Untersuchungsarbeiten.

Die Durchführung der einzelnen Untersuchungsphasen einschließlich der Erschließung ist gegenwärtig wie folgt organisiert, wobei diese gegebenenfalls auch parallel verlaufen können:

- Projektierung
- Objektvorbereitung
- Aufschlußarbeiten, Tests und Bemusterung

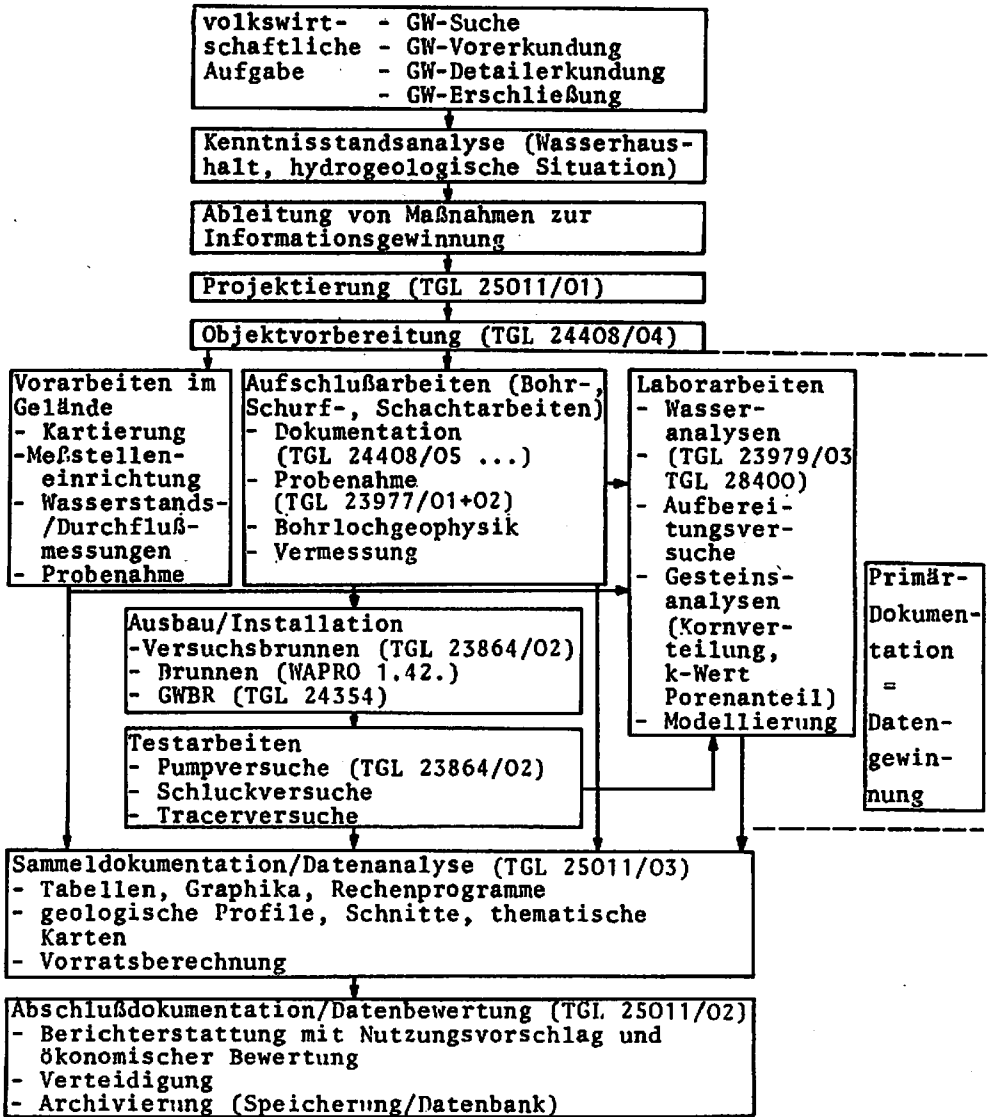


Bild 1. Prozeßablauf hydrogeologischer Untersuchungen

- Datenaufbereitung
- Datenbewertung

Der Prozeßablauf ist im Bild 1 schematisch dargestellt. In den folgenden Abschnitten dieser Broschüre wird ein grober Überblick über die Untersuchungsphasen gegeben.

2. Grundlagen hydrogeologischer Arbeiten

2.1. Begriffe

Die in der Hydrogeologie verwendeten Begriffe sind der Geologie und Hydrologie entlehnt. Sie stehen in einem inneren Zusammenhang, der für die wichtigsten Begriffe aus Bild 2 ersichtlich ist.

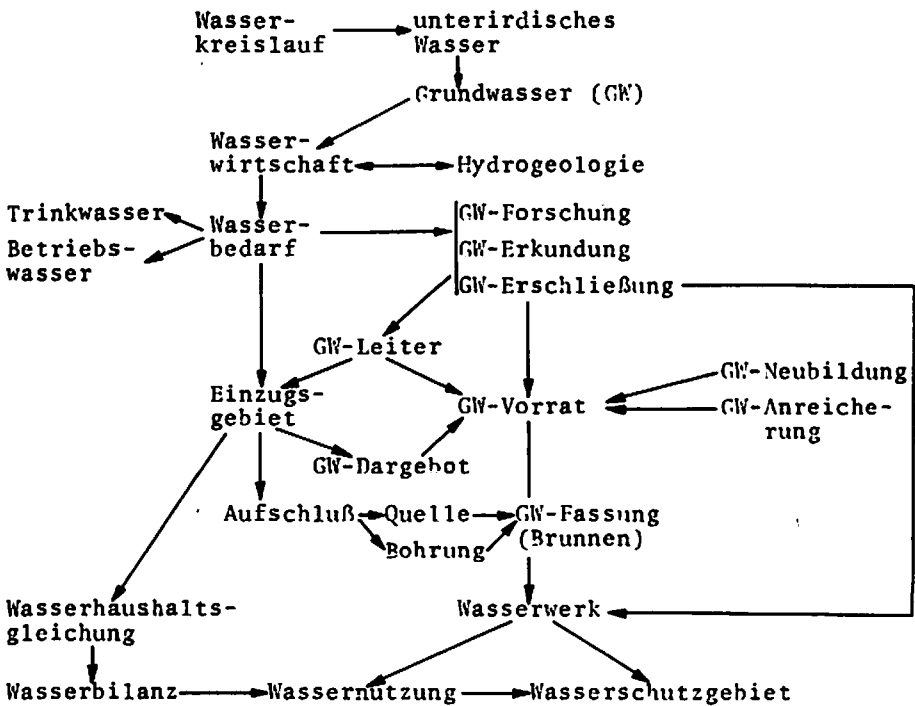


Bild 2. Grundbegriffe der Hydrogeologie

Erläuterungen zu ausgewählten Begriffen

Begriff	Erläuterung
Absenkungstrichter	räumliche Ausbildung der ↗ Grundwasser- oberfläche einer ↗ Grundwasser- absenkung
Aufschluß, geologischer	künstliche oder natürliche Hohlform in der Erdkruste, z. B. ↗ Bohrung, Schurfgraben, bergmännische Auffah- rung, Geländeeinschnitt, die zur Untersuchung und/oder Gewinnung von Gesteinen bzw. Gesteinsinhaltsstoffen geeignet ist
Bemusterung	Probennahme, Probenvorbereitung, Pro- benuntersuchung einschließlich äuße- rer und innerer Kontrolle
Betriebswasser	für gewerbliche, industrielle und/oder landwirtschaftliche Verwendung geeigne- tes Wasser
Bohrung (BRG)	Herstellung eines Bohrloches ein- schließlich Bohrgutgewinnung und ↗ Bemusterung, Funktion eines Bohrloches (z. B. Brunnen)
Brunnen (BR)	künstlicher Aufschluß zur Entnahme von ↗ Grundwasser bzw. zur Einleitung flüssiger Medien
Einzugsgebiet	in der Horizontalprojektion gemesse- nes, durch eine Wasserscheide begrenz- tes Gebiet bzw. Gebiet, dem der Durch- fluß in einem gewählten Durchfluß- querschnitt entstammt
Grundwasser (GW)	Wasser, das Hohlräume der Lithosphäre zusammenhängend und vollständig aus- füllt und unter positivem hydrostati- schen Druck steht

Begriff	Erläuterung
Grundwasser- absenkung	Absenken der ↗ Grundwasseroberfläche bzw. ↗-druckfläche durch technische Maßnahmen (z. B. durch Betrieb von ↗ Grundwasserfassungen)
Grundwasser- anreicherung	Einleitung von Wasser in einen ↗ Grundwasserleiter zum Zweck der zusätzlichen Grundwassergewinnung (z. B. über Infiltrationsbecken oder Schluckbrunnen)
Grundwasserbeobach- tungsrohr (GWBR)	als Grundwassermeßstelle dienender verrohrter ↗ Aufschluß
Grundwasser- dargebot (Q)	wasserwirtschaftlich nutzbarer Anteil des Grundwassers aus den Niederschlägen und anderen natürlichen und künstlichen Vorgängen
Grundwasser- druckfläche	obere Begrenzung des gespannten ↗ Grundwassers nach Druckausgleich mit der Atmosphäre
Grundwassererkundung	qualitative und quantitative Arbeiten zur geologischen, hydrologischen sowie ökonomischen Bewertung von Grundwasserlagerstätten und zur Grundwassererschließung, ↗-anreicherung bzw. -speicherung
Grundwassererschließung	Errichtung einer ↗ Grundwasserfassung
Grundwasserfassung	bauliche Anlage zur Gewinnung von ↗ Grundwasser bzw. zur Entwässerung
Grundwasserleiter (GWL)	Teil der Erdrinde, der ↗ Grundwasser enthält bzw. aufnehmen, speichern, fortleiten und wieder abgeben kann
Grundwassermächtigkeit (H)	lotrechter Abstand zwischen Grundwassersohle und Grundwasseroberfläche bzw. -deckfläche

Begriff	Erläuterung
Grundwasserneubildung (GWNB)	aus Niederschlag resultierende natürliche Auffüllung des Grundwassers, ausgedrückt als Wasserhöhe oder Durchfluß für einen definierten Zeitraum oder eine definierte Fläche
Grundwasseroberfläche	obere Begrenzung des ungespannten Grundwassers
Grundwasserstand (W)	Höhe des Grundwasserspiegels unter bzw. über einem festen Bezugsniveau
Grundwasservorrat	Konzentration von Grundwasser, das gegenwärtig oder in absehbarer Zukunft mit volkswirtschaftlich vertretbarem Aufwand genutzt werden kann (gekennzeichnet durch Qualität, Quantität, Fassungs- und Aufbereitungsbedingungen)
Hydrogeologie	Teil der Geologie, der sich insbesondere mit dem unterirdischen Wasser, seinen Speicherstätten, seiner Entstehung, Bewegung und Beschaffenheit, seinen Eigenschaften, Wechselbeziehungen zu Gesteinen und oberirdischem Wasser sowie seinem Schutz und der Vorbereitung seiner Nutzung, Speicherung und Beseitigung befaßt
Infiltration	Eindringen flüssiger oder gasförmiger Medien durch Poren und enge Hohlräume in den Untergrund
Kontamination	Verunreinigung bzw. Verseuchung von Wasser und/oder Gestein
Pumpversuch (PV)	zeitweilige Entnahme von Grundwasser zur Bestimmung qualitativer und quantitativer Parameter des Grundwasserleiters und/oder des Grundwassers

Begriff	Erläuterung
Quelle (Q)	örtlich begrenztes Ausströmen von ↗ Grundwasser unter natürlichem Druck
Schluckversuch (SV)	zeitweilige Einleitung flüssiger Medien in einen ↗ Aufschluß zur Bestimmung qualitativer und/oder quantitativer Parameter bzw. der Aufnahmefähigkeit eines ↗ Grundwasserleiters
Tracerversuch (TV)	Eingabe von Indikatoren, z. B. Farbe, Salz, Sporen, Radionuklide in ↗ Grundwasser sowie deren Beobachtung und/oder Rückgewinnung zur Bestimmung quantitativer und qualitativer Parameter eines ↗ Grundwasserleiters und/oder des Grundwassers
Trinkwasser	zum Genuß, zur Verarbeitung von anderen Lebensmitteln, zur Reinigung der dazu benötigten Gegenstände und zur Körperpflege geeignetes Wasser
Versuchsbrunnen (VBR)	↗ Brunnen für ↗ Pump-, ↗ Schluck- oder ↗ Tracerversuche
Wasser, unterirdisches	Wasser unterhalb der festen Erdoberfläche
Wasserbedarf	zu einem Zeitpunkt je Zeiteinheit benötigte Wassermenge (mit bestimmten Qualitätsmerkmalen)
Wasserbilanz	Gegenüberstellung von Wasserdargebot und Wassernutzung
Wasserhaltung	zeitweise bzw. ständige Entwässerung von Baugruben, Bauwerken, Bebauungsflächen, bergbaulichen und anderen Anlagen durch ↗ Grund- bzw. Oberflächenwasserabsenkung, um einen vorgegebenen Wasserstand nicht zu überschreiten

Begriff	Erläuterung
Wasserhaushaltsgleichung	Bilanzgleichung der Wasserhaushaltsgrößen Niederschlag, Abfluß, Verdunstung und Wasservorratsänderung eines Gebietes
Wasserkreislauf	ständige Zustands- und Ortsänderung des Wassers, bedingt durch die Wirkung der Sonnenstrahlung und der Schwerkraft
Wassernutzung	Entnahme von Grund- oder Oberflächenwasser und Wassereinleitung in Gewässer
Wasserscheide	Grenze (zwischen Einzugsgebieten), von der aus Wasser nach verschiedenen Richtungen fließt
Wasserschutzgebiet	Einzugsgebiet zur Trinkwassergewinnung oder Teil davon, das in Abhängigkeit von natürlichen und territorialen Gegebenheiten und ökonomischer Parameter der Wasserfassung und -aufbereitungsanlage durch Verbote und Nutzungsbeschränkungen zu schützen ist
Wasserwerk	Anlage zur Wasserversorgung, bestehend aus Grund- und/oder Oberflächenwasserfassung, Wasseraufbereitung, Reinwasserspeicher, Druckregulatoren und Leitungssystemen
Wasserwirtschaft	bestmögliches Nutzbarmachen des natürlichen Wasserdargebotes und planmäßige Nutzung des Wassers im Interesse der gesamten Gesellschaft sowie weitestgehende Abwendung seiner schädigenden Einflüsse

2.2. Wasserkreislauf

Grundsätzlich verhält sich das Wasser gemäß dem Massenerhaltungsgesetz, d. h., es vermehrt oder verringert sich nicht. Veränderlich sind lediglich seine Zustandsformen. Das Wasser über und unter der Erdoberfläche befindet sich bekanntlich in ständiger Bewegung. Verantwortlich für die Bewegung und auch für die verschiedenen Zustandsformen des Wassers ist letztlich die Sonnenenergie. Sie bringt über dem Meer und Festland flüssiges Wasser zum Verdunsten bzw. Schnee und Eis zur Sublimation¹⁾.

Das gasförmige Wasser steigt auf und bildet Wolken, die mit dem Wind zirkulieren, bis sie bei Obersättigung über dem Meer oder Festland in Form von Nebel, Tau, Regen, Hagel, Reif oder Schnee wieder niedergehen. Auf dem Festland ist der Niederschlag besonders stark im Bereich von Gebirgen, wo die Wolken in höhere Zonen aufsteigen müssen. Hierbei kommt es durch plötzliche Abkühlung zur Obersättigung.

Der auf die Erdoberfläche gefallene Niederschlag fließt, sofern er nicht zeitweilig in fester Form liegenbleibt oder gleich wieder in Wasserdampf übergeht bzw. vom Boden oder den Pflanzen zurückgehalten wird, oberirdisch bzw. unterirdisch dem tiefstmöglichen Niveau, d. h. dem Meer, zu. In Abhängigkeit vom jeweiligen Gefälle, im Untergrund auch von der Durchlässigkeit der Gesteine, sind recht unterschiedliche Abflußgeschwindigkeiten vorhanden. Sie betragen bei sichtbar fließenden Oberflächengewässern zwischen mehreren Metern bis zu wenigen Zentimetern je Sekunde. Das Grundwasser, sofern es nicht gerade in weiten Hohlräumen (Karst, Klüfte) fließt, bewegt sich allgemein nur wenige Meter bis Zentimeter je Tag, d. h. um ein Vielfaches langsamer. Auch die Wasser der scheinbar stehenden Oberflächengewässer und des Meeres befinden sich keinesfalls in Ruhe, sondern weisen verschiedenartige Strömungen auf. Grund- und Oberflächenwasser des Festlandes und Meerwasser stehen sowohl untereinander, als auch mit der

¹⁾Überführung fester Phase direkt in gasförmige Phase

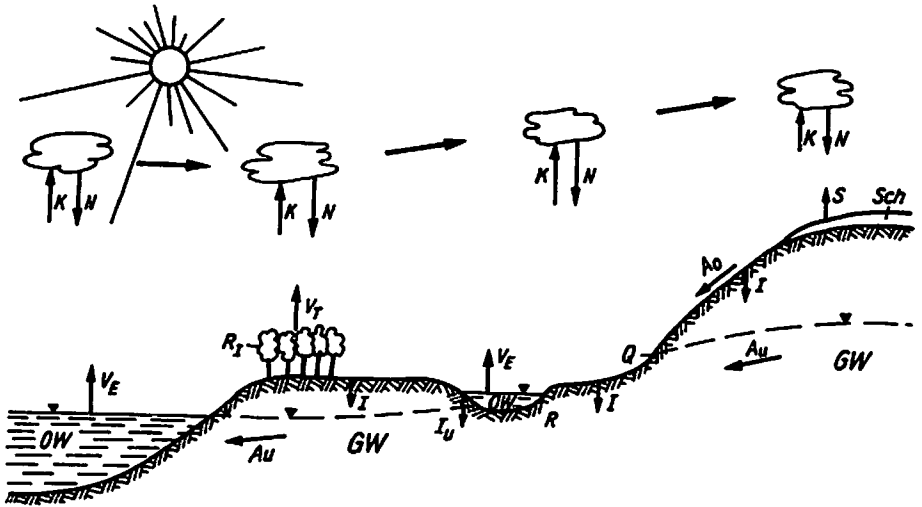


Bild 3. Wasserkreislauf (vereinfachte Darstellung)

A_o	oberirdischer Abfluß	OW	Oberflächenwasser
A_u	unterirdischer Abfluß	Q	Quelle
GW	Grundwasser	R	Rückhalt (Abflußverzögerung)
I	Infiltration (in Aerations- und Grund- wasserzone)	RI	Interzeption
I_u	Uferfiltration	S	Sublimation
K	Kondensation (von Wasserdampf)	Sch	Schnee
N	Niederschlag (Nebel, Tau, Regen, Hagel, Reif, Schnee)	V	Verdunstung
		V_E	Evaporation
		V_T	Transpiration
		▼	Wasseroberfläche

Atmosphäre in Verbindung und in ständigem Austausch, wofür auch die Bezeichnung "Wasserkreislauf" verwendet wird (Bild 3).

2.3. Wasserhaushalt

Die bestimmenden Größen des Wasserhaushaltes sind

- Niederschlag (N)
- Abfluß (A)
- Verdunstung (V)

Diese Größen bilden auch die Grundwerte für alle Wassermengen-ermittlungen, die im Rahmen der hydrogeologischen Arbeiten

jeweils in Form von Bilanzen für das zu untersuchende Einzugsgebiet (unterirdisch bzw. oberirdisch) vorgenommen werden. Die Grundform der Wasserhaushaltsgleichung lautet

$$N = A + V$$

Allerdings sind für das jeweilige Einzugsgebiet noch unterirdische und/oder oberirdische Zuflüsse (Z) sowie Wassereingleitungen bzw. Entnahmen und die Untergrund- und Oberflächen-speicherung (B) zu berücksichtigen. Oberhaupt sind stets generelle Wasserhaushaltsbetrachtungen, die nur für Planungszwecke o. ä. Wert besitzen, von detaillierten Bilanzen zur Vorratsberechnung zu unterscheiden. Während für erstere lang-jährige Mittelwerte von benachbarten meteorologischen Stationen Verwendung finden können, sind für letztere spezielle Messungen, Korrelationen und statistische Berechnungen zur Ermittlung repräsentativer Gebietsparameter erforderlich.

Einige Bilanzwerte mit Überblickscharakter nach BAUMGARTNER und REICHEL /6/ sowie DYCY /10/ sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. Grundwerte des Wasserhaushaltes

	Nieder- schlags- höhe	Verdun- stungs- höhe	Ab- fluß- höhe	Ober- irdi- sche Ab- fluß- höhe	Unter- irdi- sche Ab- fluß- höhe	Zu- fluß- höhe
	N in mm a ⁻¹	V in mm a ⁻¹	A in mm a ⁻¹	A _o in mm a ⁻¹	A _u in mm a ⁻¹	Z in mm a ⁻¹
Festland der Erde /6/	746	477	269			
DDR /10/	628	479	171	103	68	88

Die Niederschlagshöhe ist abhängig von der geodätischen Höhe und der Klimazone. Welche Unterschiede bei den mittleren Niederschlägen auftreten, wird nach /1/ aus Tabelle 3 deutlich.

Tabelle 3. Mittlere Niederschlagshöhen

Lokalität	in mm a ⁻¹
Arica, Nordchile	<10
Magdeburg, DDR	500
Oberharz, BRD	1200
Tscherrapundschi, Indien	12000

Tabelle 4 nach /9/ verdeutlicht, wie gering der Anteil des Grundwassers am Gesamtwasserdargebot der Erde ist.

Tabelle 4. Verteilung des Wassers auf der Erde

Wasserart und Verbreitung	in %
Salzwasser in Meeren und Seen	92,2
Eis in Polargebieten und Hochgebirgen	2,1
Grundwasser auf dem Festland	0,6
Süßwasser in Seen und Wasserläufen	0,01
Atmosphärenwasser	0,001

Die gesellschaftliche Wassernutzung ist in erster Linie auf Grundwasser sowie Süßwasser in Seen, Wasserläufen und Oberflächenwasserspeichern angewiesen. Die DDR hat ein relativ geringes Wasserdargebot. Während je Jahr durchschnittlich auf jeden Erdbewohner 10 000 m³ entfallen, stehen jedem DDR-Bürger nur etwa 1000 m³ zur Verfügung. Dieses ungünstige Verhältnis wird zusätzlich durch den überdurchschnittlichen Nutzungsgrad des Wasserdargebotes in der DDR verschlechtert, der mit etwa 42% in mittleren Niederschlagsjahren bereits an der Spitze aller Industriestaaten der Welt liegt. In Trok-

kenjahren übersteigt die Wassernutzung in industriellen Ballungsgebieten der DDR bereits das Dargebot, so daß eine mehrfache Nutzung desselben Wassers erforderlich wird. Nur die Mehrfachnutzung des Wasserangebotes gewährleistet nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand die Deckung des perspektivisch bis 1990 auf 160 bis 165% ansteigenden Wasserbedarfes. Dies setzt jedoch umfangreiche Maßnahmen zur Reinhaltung des Oberflächen- und Grundwassers und zur Aufbereitung des Abwassers voraus.

2.4. Grundwasserlagerstätten

Das Vorhandensein von unterirdischem Wasser ist an die Durchlässigkeit der Gesteine gebunden. Man spricht von Grundwasser, wenn das unterirdische Wasser sämtliche Hohlräume eines Gesteins ausfüllt und ein Fließvorgang stattfinden kann. Hierzu ist ein entsprechender Grundwasserleiter erforderlich.

Es kann sich dabei um Porenwasserleiter (z. B. Kies, Sand), Kluftwasserleiter (z. B. Granit, Kalkstein) oder gemischte Poren-Kluftwasserleiter (z. B. Sandstein) handeln. Sofern das Grundwasser nicht unter Druck steht, befindet sich über der Grundwasserzone eine Aerationzone mit Sickerwasser und Bodenluft. Die Grundwasseroberfläche ist nur in Aufschlüssen (z. B. Brunnen, Grundwasserbeobachtungsrohre) und großen Gesteinshohlräumen als ebener Wasserspiegel ausgebildet. In der Kapillarzone zwischen Aeration- und Grundwasserzone erfolgt ein kapillarer Wasseraufstieg bzw. haften Wasserhäutchen an den Gesteinsteilchen (Bild 4), so daß sich hier keine ebene Grundwasserfläche ausbilden kann.

Ein Teil des Niederschlags gelangt, wie bereits erläutert, in den Untergrund. Davon bleibt wiederum ein Teil in der Aerationzone und wird von dort verdunstet bzw. durch die Vegetation genutzt, während der andere Teil zur Grundwasserneubildung führt. Nach der Durchlässigkeit der Gesteine unterscheidet man zwischen Grundwasserleitern (z. B. Kies, Sandstein, klüftiger Kalk) und Grundwasserstauern (z. B.

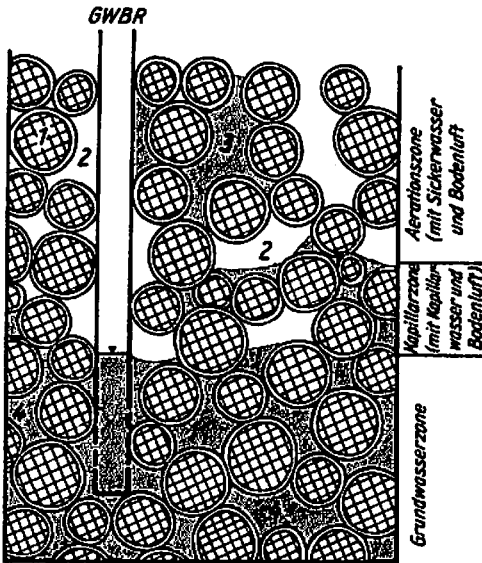


Bild 4
 Unterirdisches Wasser
 (vereinfachte Darstellung)

- 1 Gesteinspartikel
 (mit adsorbierter Wasserhülle = hygroscopisches Wasser)
- 2 Gesteinshohlraum
 (mit Luft, Wasserdampf, Haftwasser)
- 3 Sickerwasser
- 4 Grundwasser

▼ Grundwasserspiegel

Ton, Kaolin, Schiefer). Außerdem gibt es auch Übergangsgesteine zwischen Grundwasserleiter und -stauer, die man als Halbleiter (leaky aquifer) bezeichnet. Die Wasserführung der Gesteine ist abhängig von der Größe und vom Anteil der Hohlräume. Bei den porösen Lockergesteinen lassen sich diese Kennziffern von der Korngrößenverteilung ableiten. Befinden sich in Grundwasserleitern wirtschaftlich nutzbare Grundwasservorräte, spricht man von Grundwasserlagerstätten.

Grundwasserleiter und -stauer treten übereinander im Wechsel, in unterschiedlicher petrographischer Ausbildung und Lagerungsform auf. Treten übereinander mehrere durch Grundwasserstauer getrennte Grundwasserleiter auf, spricht man von Grundwasserstockwerken (Bild 5).

Nach der Entstehung und Lagerungsform werden in der DDR nach GARLING und RAMBERG /11/ verschiedene Grundwasserlagerstättentypen unterschieden, die in Tabelle 5 beschrieben sind (vgl. auch Bild 6).

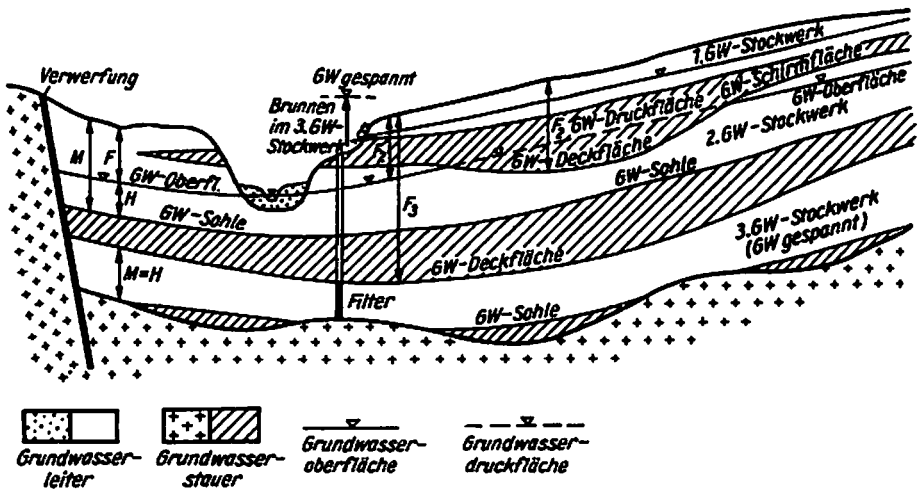


Bild 5. Grundwasserstockwerke

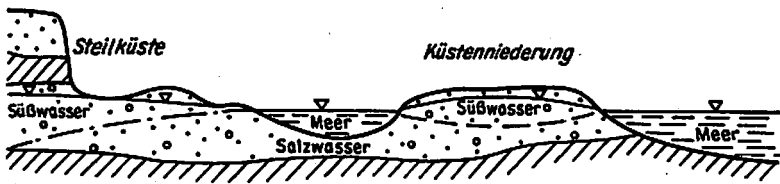
F Flurabstand
 F₃ F vom 3. GW-Stockwerk
 GW Grundwasser
 H GW-Mächtigkeit
 M Grundwasserleitermächtigkeit
 Q Quelle

Tabelle 5. Grundwasserlagerstättentypen

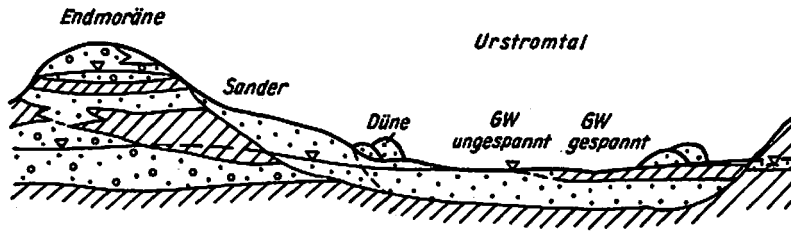
Bereich	Typ	Beispiele
mächtiges quartäres Lockergestein	Küstentyp	Küstenniederungen Steilküsten
	Taltyp	rezente Flußtäler (breit, schmal, Durchbruchstäler) Urstromtäler Schmelzwasserrinntäler
	Hochflächentyp	Moränen (End-/Stauchmoränen, Grundmoränen) Sander, Sandflächen Beckenbildungen

1. Mächtiges Quartär

- Küstentyp -

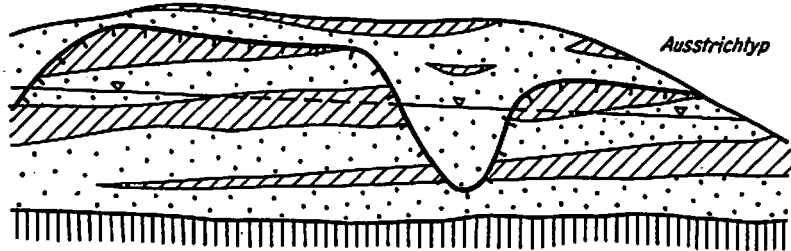


- Hochflächen- und Taltyp -



2. Mächtiges Tertiär

Hochlagentyp



3. Randpleistozän

Depressionstyp

Randtyp

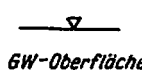
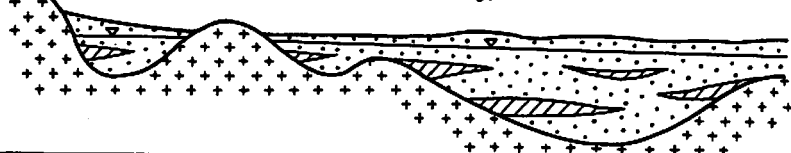


Tabelle 5 (Fortsetzung)

Bereich	Typ	Beispiele
mächtiges tertiäres Lockergestein	Ausstrichtyp	Grenzbereich des Tertiärs im Süden der Niederlausitz
	Hochlagentyp	Bereich der Braunkohlenlagerstätten in NW-Sachsen, Niederlausitz
	Normaltyp	
geringmächtige quartäre und tertiäre Lok- kergesteine über Fest- gestein	Randtyp	Randpleistozän und isolierte Tertiärvorkommen im Norden der Mittelgebirge der DDR
	Rinnen- und Depressionstyp	
mächtiges Festgestein (verschiedenen Alters)	Sandsteintyp	Buntsandstein Kreidesandstein
	Kalksteintyp	Zechsteinkalk Muschelkalk
	Kompaktgesteintyp	Lausitzer Granit Erzgebirgsgneis

2.5. Grundwasserdynamik

Das Wasser hat stets das Bestreben, einen Druckausgleich zu erzielen, d. h., jede Wasserbewegung ist maßgeblich vom hydraulischen Druck- bzw. Oberflächengefälle bestimmt. Zur Ermittlung der Grundwasserfließrichtung bzw. zur räumlichen Erfassung der Grundwasseroberfläche (bzw. der Grundwasserdruckfläche bei gespanntem Grundwasser) werden Grundwasserisohypsenpläne konstruiert. Diese beziehen sich jeweils auf einen bestimmten Zeitpunkt (Bild 7).

◀Bild 6. Grundwasserlagerstättentypen (Auswahl nach /11/)

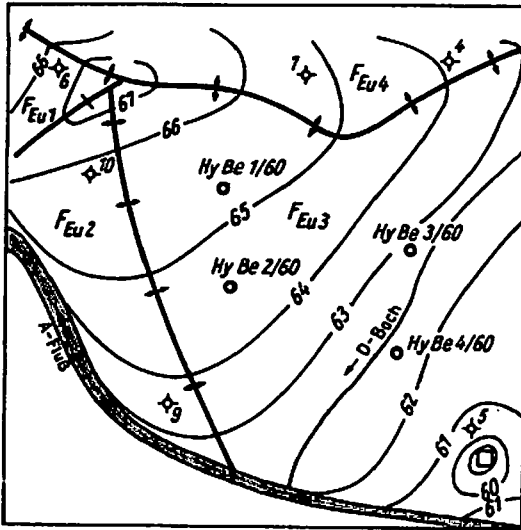








Bild 7
Grundwasserisohypsenplan

-  unterirdische Wasserscheide
-  Grundwasserisohypse
-  Grundwasseraufschluß
-  Einzelbrunnen
-  Wasserwerk
-  unterirdisches Einzugsgebiet

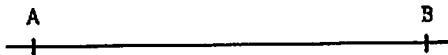
Grundlage bilden Grundwasserspiegelmessungen an geeigneten Meßstellen. Zunächst wird die Lage der Meßstellen nach Koordinaten auf Lagepläne übertragen. Danach sind die Grundwasserstände auf eine gemeinsame Bezugshöhe umzurechnen. Nach Eintragung der Grundwasserstandshöhen in den Lageplan werden zwischen den Meßpunkten weitere Höhen interpoliert bzw. extrapoliert. Die generelle Fließrichtung ist zunächst überschläg-lich zu bestimmen. Auf dieser Grundlage wird die Interpolation zur Vermeidung von Fehlschlüssen möglichst senkrecht zur Grundwasserfließrichtung durchgeführt. Dabei ist zu beachten, daß dort, wo oberirdische Gewässer in direkter hydraulischer Verbindung zum Grundwasser stehen, die Isohypsen nicht über das Gewässer hinweg verbunden werden dürfen. Mit dem Fließgefälle und senkrecht zu den Isohypsen wird die Grundwasserfließrichtung ermittelt. Weisen die Isohypsen in Gefälle-richtung eine Ausbuchtung auf, so verläuft auf dieser "Grundwasserspiegelhochlage" eine Grundwasserscheide. Die Grundwasserscheiden bilden die Einzugsgebietsgrenzen. Weiterhin lassen sich durch die Isohypsen örtlich begrenzte Grundwassergewinnungen bzw. Grundwasserhaltungen und ihre Auswirkungen auf die Grundwasseroberfläche (Absenkungstrichter) ermitteln.

Unterschiedliche Absenkungszustände zu unterschiedlichen Zeiten können mittels Differenzplänen dargestellt werden.

Für die Konstruktion von Isohypsen gibt es einfache rechnerische und graphische Methoden, wie nachstehend an einigen Beispielen erläutert werden soll. Außerdem können aufwendige Untersuchungen an analogen bzw. numerischen Modellen zur Anwendung kommen.

Aufgabenstellung:

Zwischen 2 Meßstellen (A und B) mit bekannter Entfernung voneinander und bekannten Grundwasserspiegelhöhen (H_A und H_B) wird ein Interpolationspunkt (X) mit vorgegebener Grundwasserspiegelhöhe (H_X) gesucht.



Strecke AB = 535 m

Grundwasserspiegelhöhen

$H_A = 127,10$ m

$H_B = 132,16$ m

gesucht ist Punkt X mit $H_X = 130,00$ m

Lösungen:

- rechnerische Methode (Dreisatz)

$$\frac{\overline{AX}}{\overline{AB}} = \frac{H_A - H_X}{H_A - H_B}$$

$$\overline{AX} = \frac{127,10 \text{ m} - 130,00 \text{ m}}{127,10 \text{ m} - 132,16 \text{ m}} \cdot 535 \text{ m}$$

$$\overline{AX} = \frac{2,9}{5,06} \cdot 535 \text{ m} = 307 \text{ m}$$

Punkt X liegt also auf der Strecke AB 307 m von A entfernt.

- graphische Methoden (Strahlensatz)

vgl. hierzu Bild 3

a) - Abtragen der Strecke AB im vorgegebenen Maßstab

- Abtragen einer Hilfsstrecke durch Punkt A, mit einem Winkel von ca. 30 bis 60° zur Strecke \overline{AB}

- Auftragen der für die Punkte X und B zutreffenden Grundwasserspiegelhöhen auf der Hilfsstrecke, in einem willkürlich wählbaren Maßstab
- Der auf der Hilfsstrecke für die Grundwasserspiegelhöhe von B festgelegte Punkt Y wird mit dem Punkt B verbunden
- Die parallel zu \overline{YB} durch die Interpolationshöhe der Hilfsstrecke gezogene Gerade schneidet die Strecke \overline{AB} im gesuchten Punkt X.

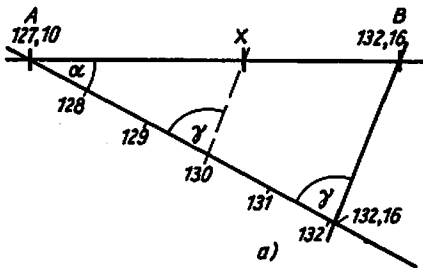
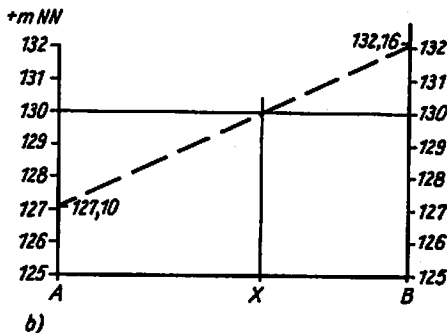


Bild 8
Graphische Interpolation
von Grundwasserständen



- b) - Abtragen der Strecke \overline{AB} im vorgegebenen Maßstab (möglichst auf Millimeterpapier)
- Antragen der Grundwasserspiegelhöhen an die Punkte A und B in einem willkürlich wählbaren Maßstab
- Der Schnittpunkt der Verbindungsgeraden zwischen den Grundwasserspiegelhöhen der Punkte A und B und der Interpolationshöhe ergibt den gesuchten Punkt X.

Analog zur Interpolation ist in begrenztem Umfang auch eine Extrapolation für den Bereich außerhalb der Meßstellen möglich.