

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 63 (1970)
Heft: 2

Artikel: Kriterien zur Klassifikation von Grundwasservorkommen
Autor: Jäckli, Heinrich
Kapitel: II: Meteorologische Kriterien : die Neubildung des Grundwassers
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-163850>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

wege; bei steiler Lagerung erlauben sie oft die Verbindung tiefliegender Grundwassersockwerke mit der Oberfläche und ermöglichen den Thermalwasseraufstieg und die Bildung von Thermen und Mineralquellen an der Oberfläche. Dichte Lineamentstrukturen stellen eher die Ausnahme dar; sie können als undurchlässige Trennfläche zwei seitlich aneinandergrenzende Grundwasservorkommen hydrologisch trennen.

II. METEOROLOGISCHE KRITERIEN: DIE NEUBILDUNG DES GRUNDWASSERS

Unter Neubildung des Grundwassers versteht man die Versickerung von Niederschlägen oder die Infiltration von Oberflächenwasser in den tieferen Untergrund. Eine Klassifikation von Grundwasservorkommen nach Art, Ausmass und Geschwindigkeit ihrer Neubildung verlangt nach Abklärung der meteorologischen und hydrologischen Zusammenhänge und der Grundwasserbilanz. Figur 3 stellt ein graphisches Schema einer solchen Bilanz dar, wobei über der Horizontalen die «Einnahmen», darunter die «Ausgaben» liegen, während links der Vertikalen die natürlichen, rechts davon die künstlichen Bilanzposten figurieren.

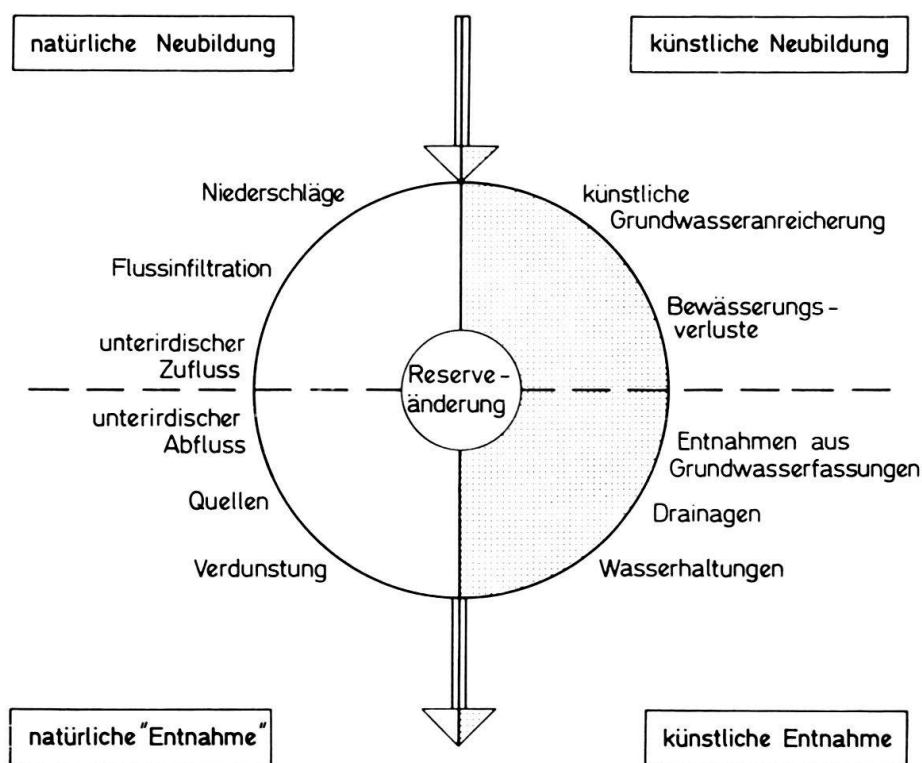


Fig. 3. Graphische Darstellung der verschiedenen Posten einer Grundwasserbilanz.

A. Neubildung durch Versickerung der Niederschläge

In der Regel ist der in den Untergrund versickernde Anteil des Niederschlages die wichtigste Komponente der Neubildung. Man kann dann von «Niederschlagsgrundwasser» sprechen.

Die untenstehende bekannte Gleichung der Wasserbilanz erlaubt im langjährigen Mittel die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen zu berechnen, unter der Voraussetzung, dass Niederschlag, Verdunstung, oberirdischer Abfluss und Vorratsänderung bekannt sind und keine Flussinfiltration stattfindet.

$$A_u = N - V - A_0 - S$$

A_u = unterirdischer Abfluss im Grundwasser

N = Niederschlag

V = Verdunstung

A_0 = oberirdischer Abfluss

S = Vorratsänderung = $\pm$ Speicherung

Unter schweizerischen Klimaverhältnissen erkennt man einen mehr oder weniger ausgeprägten jahreszeitlichen Rhythmus in der Neubildung: Im Winter, als Folge des undurchlässigen Frostbodens und der Niederschläge in fester Form als Schnee, erfolgt keine oder nur eine geringe Neubildung. Im Frühjahr setzt dank der Schneeschmelze eine verstärkte Neubildung ein, die intensiver ist als dem Niederschlag jener Periode entsprechen würde. Im Sommer, bei voll entwickelter Pflanzendecke und belaubtem Wald, wirkt sich die verstärkte Verdunstung aus, die grösser als die Niederschläge sein kann. Kurzfristige Gewitter sind meist ohne Wirkung. Die Neubildung ist gering oder fällt ganz aus. Im Herbst, bei feuchtem, noch nicht gefrorenem Boden, tragen die Landregen sehr wirkungsvoll zur Neubildung bei. Die Folge dieser verschiedenen Wechselwirkungen ist ein entsprechender jahreszeitlicher Rhythmus im Erguss der Quellen und in der Höhe des Grundwasserspiegels bei untiefen Grundwasservorkommen, mit einem frostbedingten Minimum im Winter und häufig einem verdunstbedingten Minimum im Sommer.

Neben diesen meteorologischen Elementen spielen auch topographische Faktoren, – flaches oder steiles Relief –, und geologische Gegebenheiten, – geringe oder grosse Durchlässigkeit der Oberflächenschichten –, und schliesslich die Vegetation für die Neubildung eine Rolle.

Als Summe aller dieser Einzelfaktoren erscheint die «Grundwasserspende» q als Mass der Grundwasserneubildung im Jahresmittel pro Fläche, ausgedrückt in $l/sec \cdot km^2$.

Im langjährigen Mittel sind in unserem Klima folgende Werte der Grundwasserspende für eine Klassifikation anwendbar (Tab. 2):

Tabelle 2

Grundwasserspende in $l/sec \cdot km^2$

sehr klein	$< 1 l/sec \cdot km^2$
klein	$1 - 5 l/sec \cdot km^2$
mittel	$5 - 10 l/sec \cdot km^2$
gross	$10 - 15 l/sec \cdot km^2$
sehr gross	$> 15 l/sec \cdot km^2$

Den wohl reinsten Typus eines Niederschlagsgrundwassers findet man längs Küsten und auf Inseln, wo nach der Formel von HERZBERG im selben Grundwasserleiter eine Grundwasserschichtung mit leichtem Süsswasser über schwerem Salzwasser auftritt (siehe Fig. 4).

$$h/t = \gamma_f / (\gamma_s - \gamma_f)$$

t = Höhe des Süsswassers über dem Meeresspiegel

h = Tiefe des Süsswassers unter dem Meeresspiegel

γ_f = Spezifisches Gewicht des Süsswassers

γ_s = Spezifisches Gewicht des Salzwassers

Zwei chemisch völlig verschiedene Grundwassertypen liegen dann in einem äusserst labilen Gleichgewicht übereinander, ohne dass eine geologische Trennung im Grundwasserleiter bestände. Die Verhältnisse brauchen dabei nicht stationär zu sein; bei einer Verminderung des Süsswassers durch Verdunstung oder einer Vermehrung durch Niederschläge kann sich die Grenze Salzwasser/Süsswasser bedeutend verschieben.

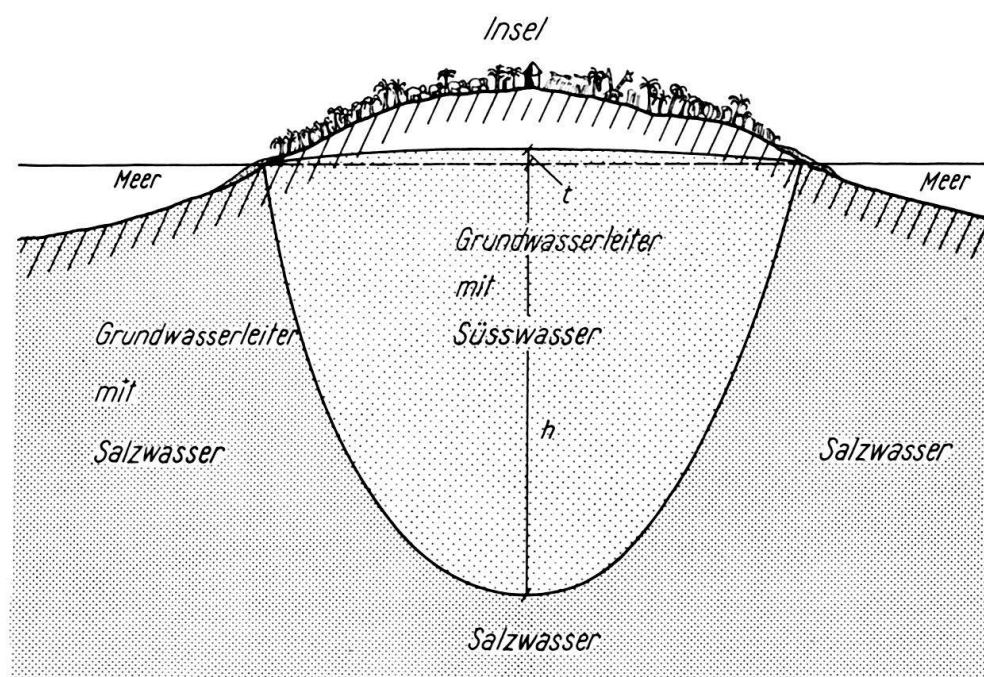


Fig. 4. Schematisches Profil durch eine Insel mit einer Süsswasserlinse, die durch Niederschläge gespeist wird, über Salzwasser (nach HERZBERG).

B. Neubildung durch Infiltration aus Oberflächengewässern

Findet die Grundwasserneubildung durch Infiltration aus Oberflächengewässern statt, so entsteht dabei ein wesentlich anderer Grundwassertyp, der unter Umständen eine sehr grosse Feldergiebigkeit aufweisen kann. Der Begriff der «Grundwasserspende» als Mass der Neubildung pro Fläche ist nicht mehr anwendbar, weil die Neubildung nicht flächenhaft, sondern längs einer Linie dem Oberflächengewässer entlang erfolgt.

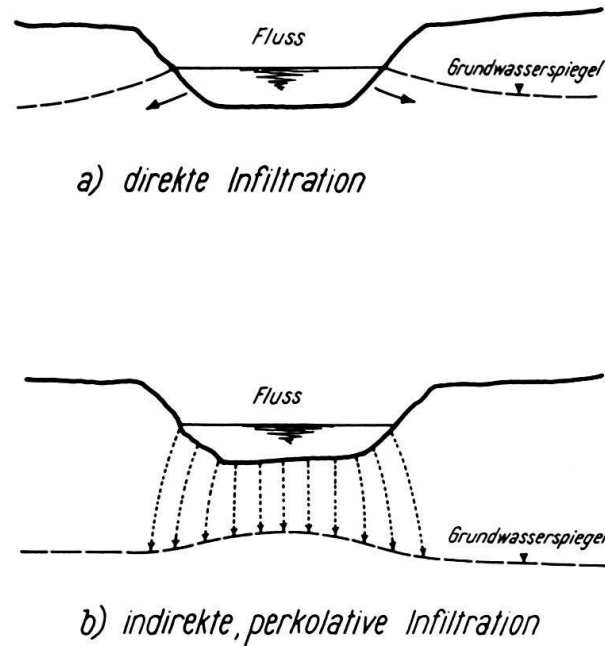


Fig. 5. Typen von Infiltration von Flusswasser ins Grundwasser.

Man unterscheidet zwei Fälle (siehe Fig. 5):

a) Direkte Infiltration, wobei eine direkte hydraulische Verbindung zwischen Fluss- und Grundwasser besteht, durch welche neben der Strömung auch eine direkte Druckübertragung möglich ist. Unter dem Bett des infiltrierenden Gewässers fehlt eine Bodenluftzone.

b) Indirekte, perkolative Infiltration, die dort eintritt, wo der Grundwasserspiegel wesentlich tiefer liegt als die Flußsohle und das Flussinfiltrat durch die Bodenluftzone hindurch perkoliert, bevor es den ungespannten Grundwasserspiegel erreicht.

C. Grundwasserübertritte, unterirdische Zuflüsse

Der bei Bilanz- und Ergiebigkeitsberechnungen wichtige Faktor des unterirdischen Zuflusses von Grundwasser aus einem Grundwasservorkommen in ein benachbartes stellt gesamthaft betrachtet keine Neubildung, sondern lediglich einen Übertritt dar.

Übertritte gleichen Typus treten dort auf, wo zwei Grundwasservorkommen ähnlicher Art, aber ungleicher Druckhöhe unterirdisch aneinandergrenzen, ohne von einer undurchlässigen Trennschicht gesondert zu sein.

Übertritte ungleichen Typus dagegen finden sich beispielsweise dort, wo Schotter auf Kalk liegt, so dass das im Schotter zirkulierende Porengrundwasser am Kontakt zum Kalk in das darunterliegende Karstwasser übertreten kann oder umgekehrt, je nachdem, welcher Grundwassertyp das höhere Druckniveau aufweist.

D. «Echtes» Grundwasser

Der gelegentlich verwendete Begriff «echtes» Grundwasser kann verschiedene Bedeutungen haben:

- Genetisch, als durch Versickerung der Niederschläge gebildet und dann im Gegensatz zu Infiltrationswasser oder künstlichem Anreicherungswasser verwendet.
- Thermisch, die homotherme Zone mit konstanter Grundwassertemperatur umfassend, im Gegensatz zu oberflächennahem heterothermem Grundwasser mit starken Temperaturschwankungen.
- Zeitlich, im Hinblick auf eine relativ lange Aufenthaltsdauer im Grundwasserleiter.
- Chemisch, indem das echte Grundwasser mit dem Chemismus des Grundwasserleiters annähernd im chemischen Gleichgewicht steht, im Gegensatz zu solchem, das einen dem Grundwasserleiter noch fremden oder noch nicht angepassten Chemismus aufweist.

Eine einwandfreie Abgrenzung gegen das «nicht echte» Grundwasser ist in den allermeisten Fällen kaum möglich, weshalb der Begriff «echtes Grundwasser» nur in seltenen, besonders klar gelagerten und vorher genau zu umschreibenden Fällen verwendet und sonst zweckmässigerweise beiseite gelassen werden sollte.

E. «Fossile» Vorkommen

Als «fossile» Grundwasservorkommen werden gelegentlich solche bezeichnet, bei denen eine Neubildung heute fehlt, die also am Wasserkreislauf nicht sichtbar teilnehmen. Wenn sie trotzdem genutzt werden, so kommt ihre Nutzung auf lange Sicht einem Raubbau gleich.

Bei Grundwasservorkommen mit periodischer Neubildung müsste der Begriff «fossil» zeitlich definiert werden. Umfasst die Zeitspanne fehlender Neubildung bloss einige Monate, was beispielsweise im Mittelmeerklima die Regel ist, oder bloss einige Jahre, was bei oberflächennahen Vorkommen im semi-ariden Halbwüsten- und Wüstengürtel der Fall ist, ist der Begriff «fossiles» Grundwasser ohnehin unangebracht. Wenn aber die Unterbrechung einer Neubildung seit dem Ende der letzten Pluvialperiode andauert, wäre die Verwendung des Wortes «fossiles» Grundwasser mindestens nicht unverständlich, ja im Umgang mit Laien sogar durchaus klar und plastisch, um den Unterschied zu «rezentem», d. h. durch Neubildung immer wieder frisch gespeistem Grundwasser zu betonen. Aber wir besitzen keine Anhaltspunkte, die eine Wiederholung der bisherigen Pluvialperioden ausschliessen; das Gegenteil ist der Fall, der bisher zyklische Ablauf der geologischen Prozesse in Funktion der Zeit lässt auch für die Zukunft neue Pluvialperioden als wahrscheinlich erwarten, bei denen dann die bisher als «fossil» bezeichneten Grundwasservorräte unter heutigen Wüsten eine kräftige Neubildung erfahren könnten.

Einwandfreier schiene der Begriff «fossiles» Grundwasser als Synonym zu «Formationswasser», in der Meinung, dass es sich beispielsweise bei NaCl-haltigem Tiefenwasser um Formationswasser handeln würde, das sich als einstiges Meerwasser in den Poren des marinen Sedimentes erhalten hat. Solches Formationswasser müsste das selbe Alter wie dessen Grundwasserleiter aufweisen, was durch eine absolute Altersbestimmung nachzuweisen wäre. In solchen seltenen Fällen wäre der Begriff «fossiles» Grundwasser unzweideutig definiert.