

1. Einführung in die Wasserversorgung

Die Wasserversorgung ist ein Teilgebiet der Wasserwirtschaft. Alle Maßnahmen und Planungen auf dem Gebiet der Wasserversorgung müssen daher mit dem natürlichen Kreislauf des Wassers in Übereinstimmung gebracht werden.

Aufgabe der Wasserversorgung ist es, ständig für ausreichende Deckung des Wasserbedarfs der Wohn- und Arbeitsstätten zu sorgen.

1.1. Geschichtliche Entwicklung

Wasser gehört zum Grundbaustein jeglichen Lebens auf der Erde. So sind die ersten Siedlungsplätze der Menschen an Flußläufen, Seen und Quellen gefunden worden.

Die Kulturvölker des Altertums förderten das Trinkwasser bereits aus Zisternen, Brunnen und Stauweihern, von denen zahlreiche Überreste bis heute erhalten geblieben sind. In Ägypten und Vorderasien (z. B. in Mekka, bei Gizeh, Theben und in Kairo) werden noch immer einige dieser alten, vor Jahrtausenden angelegten Brunnen benutzt.

Im Niltal sind neben Bewässerungskanälen auch Dämme gebaut worden. Durch harte Sklavenarbeit entstand 4000 Jahre vor unserer Zeitrechnung der erste Steindamm. Auch die Gesetzmäßigkeit der kommunizierenden Röhren wurde schon im Altertum praktisch ausgenutzt, wie das Beispiel der großartigen Druckwasserleitung von Pergamon beweist. Diese Wasserleitung beförderte das in einem Gebirgsmassiv in 1174 m Höhe gefaßte Quellwasser nach einem 31 km entfernten, 360 m hoch liegenden Klärbassin. Von da aus gelangte das Wasser nach Durchquerung einer 152 m tiefer gelegenen Talmulde zur 332 m hoch gelegenen Burg von Pergamon.

Einen gewaltigen Aufschwung nahm die Technik der Wasserversorgung in der Blütezeit Griechenlands und des Römischen Reiches. In Rom wurden die ersten Aquädukte erbaut, die heute noch unsere Bewunderung verdienen. Die steinernen Rundbögen der ersten römischen Aquädukte hatten eine Spannweite von knapp 8 m. Erst später erhöhte sich diese auf 15 bis 25 m. Über die Aquädukte lief das Wasser in Kanälen mit rechteckigem Querschnitt und einer Breite von 1,00 bis 1,80 m. Die Kanäle wurden mit halbkreisförmigen Gewölben oder auch mit Platten abgedeckt.

Von insgesamt 438 km Wasserleitungen, die für die Wasserversorgung Roms gelegt wurden, verliefen etwa 55 km auf Aquädukten. Wo sich Berge dem Gefälle in den Weg stellten, wurden Stollen gegraben und von Rundbögen getragene Stein-

brücken mit Wasserrinnen, Rohren oder Kanälen gebaut. Berühmt ist die etwa 40 km lange Wasserleitung des Pont du Gard bei Nîmes in Frankreich.

Der Gard-Viadukt wurde von den Römern errichtet und ist bis heute erhalten geblieben. Er hat eine Höhe von 48 m und ist 275 m lang; seine größte Bogenspannweite beträgt 25 m. In seiner Größe könnte man das Bauwerk mit der Seidenbachtalsperre im Erzgebirge vergleichen.

Die im 17. und 18. Jahrhundert in vielen Städten entstandenen Wasserkünste können als Vorläufer der zentralen Wasserversorgung angesehen werden. Die Entwicklung der Wasserversorgungstechnik begann etwa ab 1790 mit der Einführung der Dampfmaschine, dem Bau von Pumpen und gußeisernen Druckrohren.

Hamburg nahm, veranlaßt durch den großen Brand von 1842, dem die privaten Alster- und Elbwasserkünste zum Opfer fielen, 1848 die erste zentrale Wasserversorgung in Betrieb. Es folgten Berlin 1856, Würzburg 1856, Magdeburg 1859, Altona 1859, Stuttgart 1861.

Bis 1890 hatten 42 deutsche Groß- und Mittelstädte eine zentrale Wasserversorgung erhalten.

1.2. Kreislauf des Wassers

Auf der Erde befinden sich etwa 1500 Mill. km³ Wasser. Sieben Zehntel der Erdoberfläche sind von Meeren bedeckt, drei Hundertstel von ewigem Eis. Seen, Flüsse, Sümpfe und Grundwasserreservoirs durchsetzen das Festland. Als Wolkenhülle mindert das Wasser die Wärmeausstrahlung und ist unsichtbar in der Lufthülle der Erde enthalten. Als Kristallwasser baut es die festen Gesteine mit auf.

Nach *Kalbe* verteilt sich das Wasser auf der Erde wie folgt:

Meer	83,510 %
Gesteinshülle	15,450 %
Eis (Polargebiete und Hochgebirge)	1,007 %
Grundwasser	0,016 %
Süßwasser (Seen, Flüsse)	0,016 %
Atmosphäre	0,001 %

Das Wasser der Erde befindet sich in einem ewigen Kreislauf. Die Sonnenwärme läßt das Wasser von der Oberfläche der Meere, Seen, Flüsse und des Bodens verdunsten und bewirkt die Assimilation der Pflanzen. Als Regen, Schnee, Graupel, Tau und Reif fällt das Wasser auf die Erde zurück. Von dieser Niederschlagsmenge verdunstet etwa die Hälfte wieder (kleiner Kreislauf). Der größte Teil der zweiten Hälfte fließt oberirdisch in die Weltmeere ab. Der Rest sickert in tiefere Bodenschichten ab und bildet das Grundwasser. Die ober- und unterirdisch abfließenden Niederschläge bezeichnet man auch als großen Kreislauf (Bild 1).

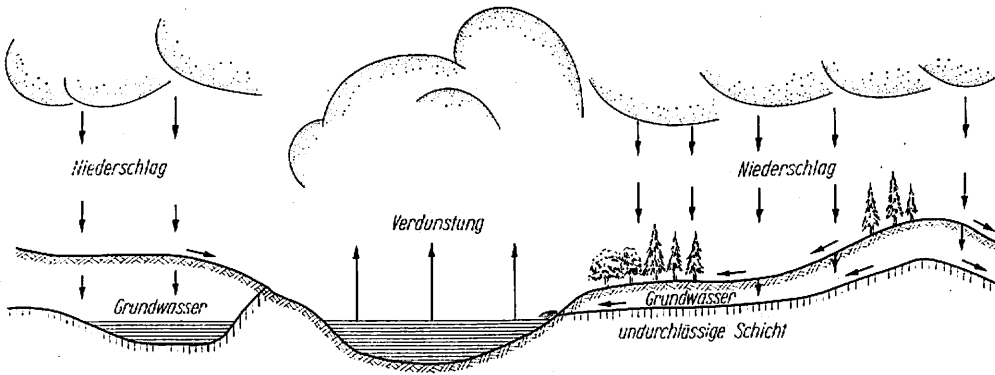


Bild 1. Kreislauf des Wassers

Beim oberirdischen Abfluß ist der Wald der beste Klima- und Wasserregulator. Er ist an der Auslösung der Niederschläge beteiligt, sammelt und speichert das Wasser. Die Flüsse haben ihren Ursprung meist in bewaldeten Bergen. Bei gutem Waldbestand werden die Flüsse während des ganzen Jahres fast gleichmäßig mit Wasser versorgt.

Im Sommer treten Trockenperioden ein, der Wasserstand in den Flüssen geht zurück, und der Grundwasserspiegel sinkt tiefer ab, als den Pflanzen nützlich ist. Der Boden trocknet aus und wird vom Wind verweht.

Eine geplante Forstwirtschaft hilft weitgehend bei der Wasserregulierung

Durch den Bau von Talsperren, Rückhalte- und Speicherbecken werden das im Frühjahr reichlich anfallende Schmelzwasser und die Niederschläge starker Sommergewitter zurückgehalten und während der Trockenperiode wieder gleichmäßig abgegeben.

Der zeitliche Verlauf des Wasserkreislaufes ist von den Jahreszeiten und den jeweiligen klimatischen Bedingungen abhängig. Schematisch läßt sich dieser Kreislauf stets nur für ein bestimmtes Gebiet darstellen.

Für die Wasserversorgung sind die quantitativen Untersuchungen des Wasserkreislaufes von Bedeutung.

Die Gesetzmäßigkeit, daß während des natürlichen Kreislaufes des Wassers weder Wasser verlorengehen noch zusätzlich geschaffen werden kann, läßt sich in der *Wasserhaushaltsgleichung* mathematisch formulieren:

$$N + Z_{ou} = A_o + A_u + V \pm R \quad (1)$$

Dabei ist:

N Niederschlag in mm

V Verdunstung in mm

R Speicherung (Rücklage bzw. Aufbruch) in mm

A_o Oberirdischer Abfluß in mm

A_u Unterirdischer Abfluß in mm

Z_{ou} Ober- oder unterirdischer Zufluß in mm

1.3. Wasserbewirtschaftung und Planung

Da die auf der Erde vorhandene Wassermenge weder vergrößert noch verkleinert werden kann, muß der Mensch mit der nutzbar zu machenden Wassermenge haushalten. Zielbewußte Ordnung aller menschlichen Einwirkungen auf das ober- und unterirdische Wasser ist die Wasserwirtschaft. Sie hat die Aufgabe, das Wasser zu erschließen, für die Nutzung bereitzustellen, aufzubereiten und nach volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu verteilen.

Grundlage jeder wasserwirtschaftlichen Planung und Bewirtschaftung ist eine Bestandsaufnahme der zur Verfügung stehenden Wassermengen. Da der Wasservorrat eines Gebietes Schwankungen unterworfen ist, muß durch das Anlegen genügender Meß- und Beobachtungsstellen, wie Peilbrunnen, Meßpegel usw., dafür gesorgt werden, daß alle Bestandsveränderungen nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ turnusmäßig registriert werden.

Die Niederschlagsmengen werden meist mit dem *Regenmesser* nach *Hellmann* ermittelt (Bild 2). In einem Auffanggefäß, dessen scharfkantige obere Öffnung genau einer Fläche von 200 cm² entspricht, wird das Niederschlagswasser aufgefangen (Bild 3), täglich gemessen und in mm Niederschlagshöhe umgerechnet. Moderne Niederschlagsmesser (Bild 4) arbeiten mittels Schwimmer selbstschreibend.

Der Regenmesser muß frei stehen, so daß eine Beeinflussung der Niederschlagsmenge durch Bäume, Häuser usw. ausgeschlossen ist.

Mit Hilfe der Niederschlagsmengenmessung können Rückschlüsse auf die Grundwasserneubildung gezogen werden.

Die Ermittlung der Grundwasserreserven ist äußerst wichtig für die Wasserversorgung, denn man kann dem Grundwasserschatz eines Flußgebietes auf die Dauer nicht mehr Wasser entziehen, als ihm durch Niederschlag in einem bestimmten Zeitraum wieder zugeführt wird. Mittels künstlicher Grundwasseranreicherung können in gewissem Umfang Differenzen ausgeglichen werden.

Die Niederschlagsmenge, die jährlich auf das Gebiet der DDR fällt, beträgt im Mittel 60 Mrd. m³.

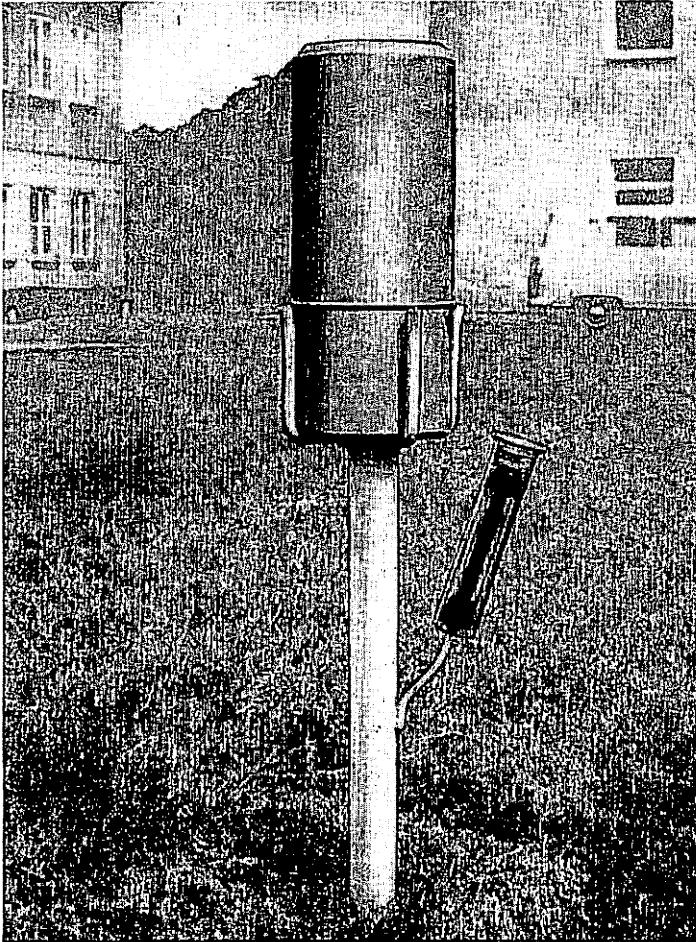


Bild 2. Regenmesser nach Hellmann

In niederschlagsreichen Jahren kann diese Menge auf das Doppelte ansteigen, in trockenen Jahren aber auch nur rd. 20 Mrd. m^3 betragen. Von diesen 60 Mrd. m^3 verdunsten im Durchschnitt 45 Mrd. m^3 , so daß praktisch nur 15 Mrd. m^3 als Oberflächen- oder Grundwasser zur wirtschaftlichen Nutzung für die Zwecke der Industrie, Landwirtschaft, Bevölkerung, Schifffahrt, Binnenschiffferei usw. zur Verfügung stehen.

In feuchten Jahren kann das nutzbare Wasserdargebot auf etwa 30 Mrd. m^3 ansteigen, in trockenen Jahren dagegen auf 6 Mrd. m^3 absinken. Diesem natürlichen Wasserdargebot steht der Bedarf der Gesellschaft an Trink- und Betriebswasser gegenüber.

Die Überleitung des Wassers von Überfluß- in Mangelgebiete erfolgt heute hauptsächlich durch großräumige Verbundwirtschaft.

Große Verbundsysteme in der Wasserversorgung gewährleisten zudem eine höchstmögliche Sicherheit für den Abnehmer.

Bei uns wurden Verbundwasserversorgungen für das mitteldeutsche Industriegebiet und für das Niederlausitzer Revier durchgeführt. Für den Raum Nordthüringen ist ein weiteres Verbundsystem im Bau. Das mitteldeutsche Verbundsystem erhält sein Wasser einmal aus den reichen Grundwasservorkommen der Elbaue und zum anderen aus der Rappbodetalsperre im Ostharz.

Obwohl alle Speicher- und Überleitungsmaßnahmen der Wasserwirtschaft von hervorragender Bedeutung für die volkswirtschaftliche Entwicklung in der DDR sind, kommt es für die künftige Deckung des Wasserbedarfes vor allem darauf an, daß das

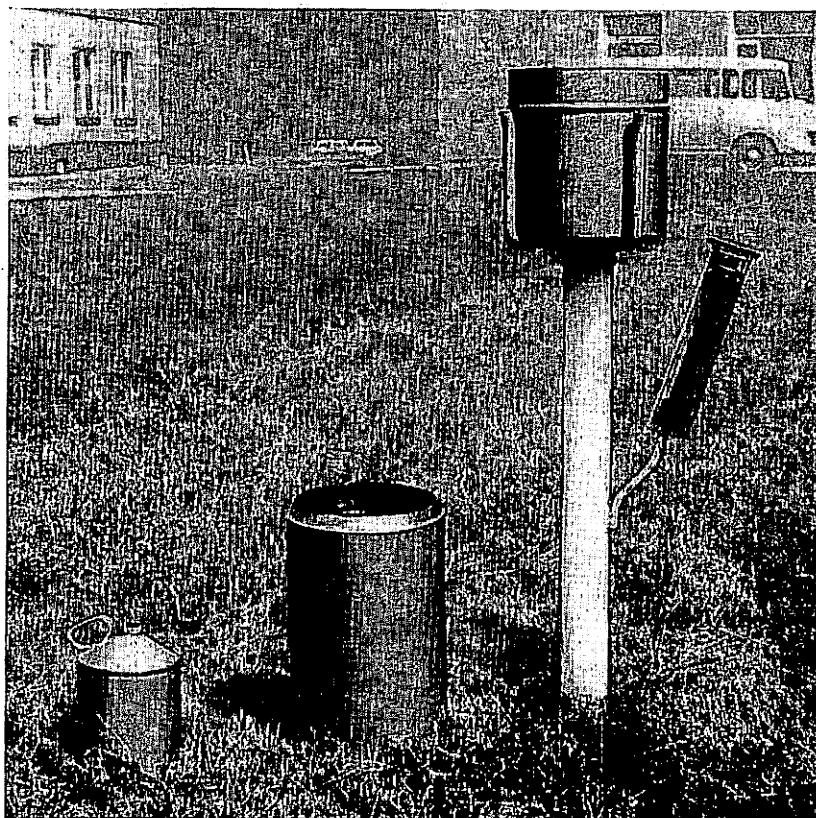


Bild 3. Teile des Hellmann'schen Regenmessers

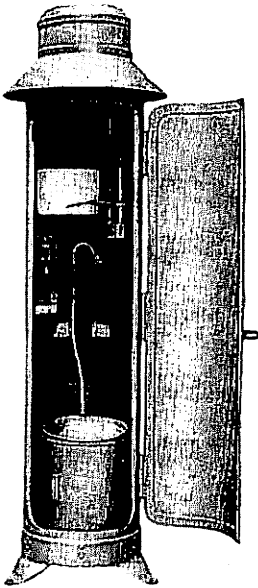


Bild 4. Moderner Niederschlagsmesser

gebrauchte Wasser wieder in einen guten Zustand versetzt wird, d. h. so gereinigt wird, daß es ohne hohe Aufbereitungskosten wieder verwendungsfähig ist (s. auch Teil II dieses Lehrbuches).

Die ständige Erhöhung des Lebensstandards bestimmt auch die Höhe des Wasserverbrauches.

Der Wasserbedarf ist abhängig von den klimatischen Verhältnissen, der Jahreszeit, der Art der Bebauung, der sanitären Ausstattung der Wohnungen, dem Vorhandensein einer zentralen Abwasserableitung, saisonbedingten Faktoren, wie Fremdenverkehr und Saisonbetriebe, vom Umfang der Garten- und Grünflächen und von anderen öffentlichen Bedarfsträgern.

Die Verbrauchergruppen werden wie folgt eingeteilt:

- Verbrauchergruppe A: Einwohner (einschl. Handwerk, Gewerbe und öffentliche Bedarfsträger)
- Verbrauchergruppe B: Groß- und Kleinvieh
- Verbrauchergruppe C: Industrie und andere Großverbraucher
- Verbrauchergruppe D: Rohrnetzverluste
- Verbrauchergruppe E: Eigenverbrauch

Für die Verbrauchergruppe A gelten als Anhalt folgende Werte in Liter je Einwohner und Tag (l/Ed):

	Mittelwerte l/Ed	Maximalwerte l/Ed
Ländliche Gemeinden	50–80	80–140
Orte bis etwa 5000 Einwohner	80–120	130–200
Orte bis etwa 20 000 Einwohner	100–140	150–240
Orte bis etwa 100 000 Einwohner	140–250	200–360
Großstadt über 100 000 Einwohner	180–280	240–400
Neue Wohnsiedlungen mit Bädern	120–180	180–280
Neue Wohnsiedlungen mit Bädern und Warmwasserversorgung	150–250	220–380

Bei ländlichen Gemeinden sowie in Orten mit nennenswertem Viehbestand gilt als Mittel- und zugleich als Maximalwert:

für Großvieh	60–80 l je Stück und Tag
für Kleinvieh	15–20 l je Stück und Tag

Bei Hühnerfarmen als Einzelanlagen ist mit 1 l je Stück und Tag zu rechnen.

Technisch-wirtschaftliche Kennziffern für den Wasserverbrauch einiger Industriezweige und anderer Großverbraucher (Verbrauchsgruppe C) können wie folgt angenommen werden:

Molkereien mit Kühlwasser	je 1000 l Milch	4 m ³
Brauereien	je hl Bier	1 m ³
Zuckerfabriken	je t Rüben	1 m ³
Woll-Kammgarnstoffe	je t	600 m ³
Papier	je t	100 m ³
Feinpapier	je t	max. 200 m ³
Stahl	je t	20 m ³
Roheisen	je t	50 m ³
Braunkohlenbriketts	je t	2 m ³

Der Wasserbedarf je Einheit eines Industrieerzeugnisses ist abhängig davon, welche Produktionstechnologie angewendet wird bzw. ob das einmal gebrauchte Wasser nach einer innerbetrieblichen Reinigung einer Wiederverwendung zugeführt wird.

Bei jeglicher Industrieproduktion sollte eine mehrmalige Verwendung des eingesetzten Wassers angestrebt werden. Durch das Wasserkreislauf- und -rücknahmeverfahren steigt der Wasserbedarf der Volkswirtschaft nicht proportional mit der Steigerung der

Industrieproduktion. Trotzdem erhöht sich der absolute Wassermehrbedarf von Jahr zu Jahr.

Die Rohrnetzverluste (Verbrauchergruppe D) werden im Durchschnitt mit 8 bis 12 Prozent des mittleren Tagesbedarfes der Gruppen A bis C angenommen. Bei der Festlegung der täglichen Rohrnetzverluste (ohne Wasserzählerverluste) sind Rohrmaterial, Länge sowie Alter und allgemeiner Zustand des Rohrnetzes zu berücksichtigen.

Der Eigenbedarf der Versorgungsanlagen (Verbrauchsgruppe E) erfaßt das Wasser für Rohrnetzspülungen, Filterspülungen, Behälterreinigung, Zählerprüfung usw. Er trägt rd. 1 Prozent des Tagesbedarfes.

Neben der Ermittlung des Wasserbedarfes ist eine ständige und genaue Kontrolle der verbrauchten Wassermengen erforderlich.

Das ist notwendig, um Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Wasserversorgungsanlagen durchführen zu können, die Wasserverluste in den Hauptrohrnetzen festzustellen und den ständigen Ausbau der Rohrnetze und die Erweiterung bzw. den Neubau von Wasserwerken planen zu können.

1.4. Wasserversorgung als Teilgebiet der Wasserwirtschaft

Die Wasserversorgung durch private oder auch öffentliche Einzelbrunnen kann beim heutigen Entwicklungsstand nur noch als Übergangslösung angesehen werden.

Ziel ist es, in relativ kurzer Zeit bei wirtschaftlicher Anwendung der zur Verfügung stehenden Mittel alle Einwohner in einem fest umgrenzten Versorgungsgebiet an zentrale Wasserversorgungsanlagen anzuschließen.

Bei der Festlegung von Maßnahmen und Aufgaben zur Sicherung der Wasserversorgung darf nicht nur von der Quantität ausgegangen werden.

Trinkwasser unterliegt den Bestimmungen des Lebensmittelgesetzes und ist als wichtigstes Lebensmittel zu betrachten.

Zwischen Trinkwasser und Abwasser besteht ein enger Zusammenhang, denn die Qualität eines Wassers wird von seinem Herkommen bestimmt. Durch die einwandfreie Reinigung der Abwässer wird die wiederholte Nutzung der Oberflächengewässer ermöglicht.

Die Industrie als Hauptwassernutzer, aber auch als Hauptverschmutzer muß deshalb den Wasserbedarf senken und die höchstmögliche Reinigung ihrer Abwässer anstreben, damit eine erneute Wassergewinnung in flußnahen Gebieten ermöglicht wird.

Die Wasserversorgung darf nicht zu einem Engpaß der Produktionsentwicklung werden. Deshalb kommt die größte Bedeutung einer weitsichtigen Standortwahl zu, bei der früher häufig durch unüberlegte Eingriffe in den natürlichen Wasserkreislauf große Fehler begangen wurden.

Heute wird bei uns auf der Grundlage des Wassergesetzes [1] die Nutzung der Gewässer so vorgenommen, daß die für die sozialistische Entwicklung erforderliche Wasserversorgung der gesamten Volkswirtschaft und der Bevölkerung gewährleistet ist.

Aufgaben

1. Geben Sie einen kurzen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Wasserversorgung!
2. Schildern Sie den Kreislauf des Wassers!
3. Inwiefern stehen Wasserversorgung und Abwasserbehandlung in Beziehung zueinander?