Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 8 (1951)

Heft: 2

Artikel: Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in der Ortsplanung

Autor: Schmassmann, Hansjörg

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-783000

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

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

Hansjörg Schmassmann

Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in der Ortsplanung

Problemstellung

Alle menschlichen Siedlungen sind an das Vorhandensein von Wasser gebunden. Ueberall hat deshalb der Mensch zuerst von den in der Nähe oberirdischer Gewässer gelegenen Landstrichen Besitz ergriffen. Die Besiedlung aller Länder hat sich anfangs längs dieser offen zu Tage tretenden Wasserstellen vollzogen. Die Lage vieler Dörfer und Städte lässt diesen Zusammenhang noch heute deutlich erkennen. Bis auf den heutigen Tag sind die Wasserverhältnisse einer Gegend trotz aller Fortschritte der Technik für die Entwicklung von Industrie, Landwirtschaft und Forstwirtschaft von ausschlaggebender Bedeutung geblieben. Eine ausreichende Versorgung mit einwandfreiem Wasser ist insbesondere für jedes gedeihliche Wachstum von Ortschaften und für jede Industrieansiedlung eine der grundlegenden Voraussetzungen.

Eine noch so ausreichende und gute Wasserversorgung ist indessen in einer modernen Ortschaft ohne ein ihr entsprechendes Abwasserbeseitigungs-System unvollständig. Der überwiegende Teil des dem Verbraucher gelieferten Wassers fällt bei ihm wieder als mit Schmutzstoffen beladenes Abwasser an. Ebensowenig wie die Zufuhr des reinen Wassers kann die Abfuhr des Abwassers die Aufgabe jedes einzelnen sein. Der von einem Wasserwerk geleistete Dienst ist somit nur die Hälfte des Dienstes, den der Verbraucher benötigt und den er von der Oeffentlichkeit wünscht. Die Aufgabe einer allen Bedürfnissen der Bewohner genügenden Wasserversorgung ist eng mit der Aufgabe einer rationellen Ableitung der Abwässer verbunden.

Mit der Ableitung der Abwässer und ihrer Einleitung in ein als Vorfluter bezeichnetes Oberflächengewässer ist jedoch die Aufgabe der Oeffentlichkeit noch nicht erfüllt. Die unmittelbare Einleitung von ungereinigten Abwässern in einen Vorfluter hat sich als ein verhängnisvoller Kurzschluss erwiesen. Abgesehen von anderen wirtschaftlichen und gesundheitlichen Schäden wird durch eine solche Art der Abwasserbeseitigung die Wasserversorgung anderer Verbraucher gefährdet. Oft wird dadurch sogar dieselbe Wassernutzung, von welcher dem Abwasserlieferanten das reine Wasser zugeführt wird, geschädigt.

Das Problem der Wasserversorgung ist somit in zweifacher Hinsicht mit dem Problem der Abwasserbeseitigung verbunden. Eine öffentliche Wasserversorgung, durch die ein bedeutender Abwasseranfall im allgemeinen erst möglich wird, würde ohne ein ihr entsprechendes Kanalisationsnetz unvollständig sein. Um die Wasserversorgung einer Gegend sicherstellen zu können, ist jedoch auch jedes Abwasserbeseitigungs-System ohne Abwasserreinigungs-System ebenso unvollständig.

Die Orts-, Regional- und Landesplanung wird auf die Möglichkeiten und Grenzen einer einwandfreien Wasserversorgung und einer ökonomischen Abwasserbeseitigung gebührend Rücksicht nehmen müssen. Dabei stellen sich ihr vom Gesichtspunkte der Wasserversorgung aus betrachtet namentlich folgende Probleme:

1. Prognose des zukünftigen Wasserverbrauchs und Abwasseranfalls;
2. Feststellung der verfügbaren Wasserreserven;
3. Massnahmen, die die Nutzungsmöglichkeit der vorhandenen Wasserreserven sicherstellen;
4. Massnahmen zur mengenmässigen Erhaltung und Vermehrung der Wasserreserven;
5. Massnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Wasserqualität.

Bevor wir auf diese Punkte im einzelnen eintreten, wird eine kurze Uebersicht der Entwicklung des Wasserversorgungs- und Abwasserbeseitigungswesens für das Verständnis der gegenwärtigen Situation aufschlussreich sein.

Bisherige Entwicklung der Wasserversorgungen und Abwasserbeseitigungsanlagen

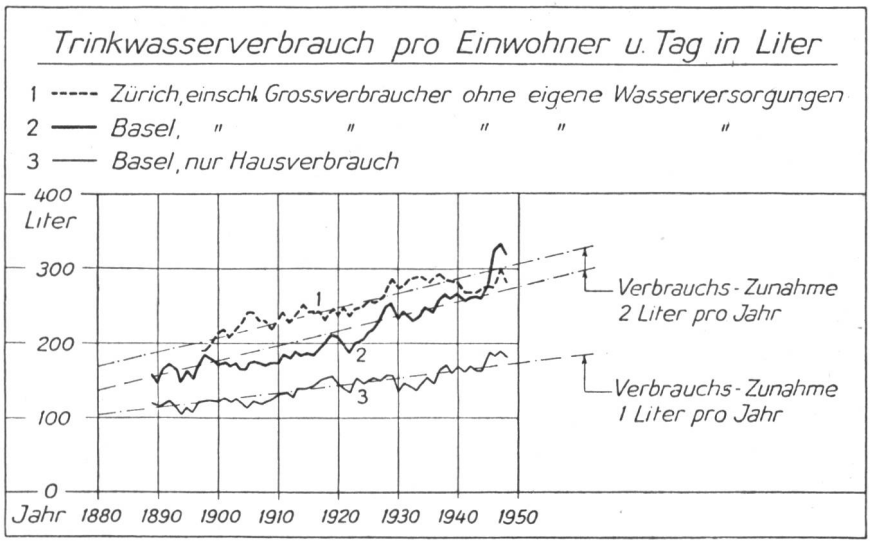
Anfangs haben die Menschen das erforderliche Wasser den ihren Wohnstätten zunächst gelegenen Quellen, Bächen, Flüssen und Seen entnommen. Um auch in Zeiten des Mangels genügend Wasser zur Verfügung zu haben, waren sie an vielen Orten genötigt, dasselbe in Gruben zu sammeln und aufzubewahren. Die Aufspeicherung geschah entweder in künstlich umschlossenen Räumen, sogenannten Zisternen, oder in Stauweihern. Schon die ältesten Völker haben die Niederschläge auf diese Weise gespeichert, um sie bei Bedarf benutzen zu können. Auch auf vielen Burgen des Mittelalters finden wir diese Art der Wasserversorgung. Sie ist auch heute noch weit verbreitet und ihre Weiterentwicklung führt zu den grossen künstlichen Speicherseen der Gegenwart (Abb. 5).

Wo die natürlichen Wasservorräte des Bodens erreichbar waren, wurden bereits im Altertum gemauerte Schächte bis unter den Wasserspiegel angelegt und das benötigte Wasser auf diese Weise erschlossen.

Nach der Gründung grösserer Städte erkannte man bald, dass die Wasserversorgung durch Sodbrunnen oder aus nahe der Siedlung gelegenen Oberflächengewässern ungenügend sei und entschloss sich zur Anlage langer Wasserleitungen. Berühmt sind vor allem diejenigen der Römer, die in fast waagrechter Richtung in Rinnen um die Berge herum, in Tunnels durch dieselben hindurch oder auf Aquädukten über die Täler hinweg verliefen. Sie führten Quellwasser oder in unbesiedelten Gegenden gefasstes Flusswasser nach den einen hohen Wasserverbrauch aufweisenden Städten.

Der allgemeine Rückgang der Kultur führte dazu, dass das Wasser während des Mittelalters in viel weniger reichlichem Masse als in der Antike benötigt wurde und die hochentwickelten Wasserversorgungen mit dem Zusammenbruch des Römischen Reiches in Verfall kamen. Die Menschen des Mittelalters deckten ihren Wasserbedarf vielfach aus inmitten der Siedlungen gelegenen Sodbrunnen oder schöpften ihn aus den in der Nähe ihrer Woh-

Abb. 1.
Zunahme des Trinkwasserverbrauches in Basel und Zürich (aus Tätigkeitsbericht der Naturforschenden Gesellschaft Baselland, Bd. 18, 1950).



nungen gelegenen Flüssen und Seen. Nur wenn Quellen in der Nähe waren, wurde deren Wasser in Leitungen, die aus durchbohrten Baumstämmen bestanden, zu laufenden Brunnen geführt. Hauswasserleitungen gab es nicht. So holte man sich eben das Wasser am Brunnen und dieser wurde damit zu einem Mittelpunkt des gesellschaftlichen Lebens und zu einem bevorzugten Objekt der bildenden Künste.

Die Neuzeit erkannte wieder den hohen Wert einer ausreichenden Menge reinen Wassers für Gesundheit und Leben. Doch genügten noch Mitte des letzten Jahrhunderts selbst in den Städten unseres Landes 100 und weniger Liter pro Kopf und Tag, um den Wasserbedarf der Bevölkerung zu decken. Erst durch die allgemeine Einführung der Hauswasserleitungen und als Folge der Zunahme von sanitären Einrichtungen stieg der Wasserverbrauch auf 300 bis 400 Liter pro Einwohner und Tag an (Abb. 1); selbst durchschnittliche Verbrauchswerte von 600 Liter und mehr sind heute sogar in wenig industrialisierten Ortschaften keine Seltenheit mehr. Der beträchtliche Anstieg des Wasserbedarfs hängt indessen nicht allein mit dem zunehmenden Wasserverbrauch jedes einzelnen Bewohners, sondern auch mit dem Bevölkerungswachstum und der industriellen Entwicklung zusammen. Im Kanton Zürich wird heute zwölfmal soviel Wasser benötigt wie vor 100 Jahren, im Kanton Basel-Stadt mehr als zehnmal soviel wie vor 70 Jahren.

Für die Ableitung der Abwässer haben schon die Völker des Altertums, auf deren hochentwickelte Wasserversorgungen hingewiesen wurde, gedeckte Kanäle erstellt. Bekannt ist z. B. die Cloaca maxima in Rom. Die Bevölkerungsdichte jener Zeiten war offenbar noch zu gering, als dass diese Art der Abwasserbeseitigung in den Gewässern zu Mißständen geführt hätte.

Im Mittelalter, mit dessen Beginn wir bereits einen Niedergang des Wasserversorgungswesens festgestellt haben, und bis in die Neuzeit hinein geschah selbst in den bedeutendsten Städten nichts für eine schnelle Abführung der Abwässer. Oft wurden diese einfach in die Gräben der meist ungepflasterten Strassen abgelassen und bildeten dort einen ständigen Seuchenherd — Zustände, wie man sie sogar in manchen Gegenden Westeuropas heute noch beobachten kann. In anderen Städten wurden die Abwasser in Fässern weggeführt, um in der Landwirtschaft als Dünger zu dienen.

Die auf dem Lande immer noch verbreitete Speicherung der Abwässer in abflusslosen Gruben und deren periodische Entleerung und Ausführung auf Kulturland ist zur Unmöglichkeit geworden, seit die Ausstattung unserer Wohnungen mit Spülclosets, Bädern und maschinellen Wascheinrichtungen nicht nur zu einem höheren Wasserverbrauch, sondern auch zu einer beträchtlichen Zunahme des Abwasseranfalls jedes einzelnen Bewohners geführt hat. Entweder müssen ungewöhnlich grosse Gruben erstellt werden oder die Gruben müssen bei der üblichen Dimensionierung in kurzen Zeitabständen ausgeschöpft werden; aber auch der Düngwert dieser stark verdünnten Jauchen ist zu gering, als dass sich ihre Ausfuhr auf Kulturland noch lohnen würde. Die einzige Möglichkeit, die grossen Mengen verhältnismässig dünnen Abwassers zu beseitigen, besteht in der Anlage von Schwemmkanalisationen.

Einerseits im Bestreben, in den Ortschaften die gesundheitlich bedenklichen offenen Abwassergräben zu beseitigen, und anderseits mit der Notwendigkeit, die im vermehrten Masse anfallenden Abwässer überhaupt fortzuführen, entstanden die in den grossen Orten meist systematisch, auf dem Lande oft mehr oder weniger willkürlich angelegten Kanalisationsnetze. Sie leiteten das Abwasser in die Oberflächengewässer und mit ihrer zunehmenden Verbreitung setzte die starke Verschmutzung unserer Bäche, Flüsse und Seen ein.

Prognose des zukünftigen Wasserverbrauchs und Abwasseranfalls

Da der zukünftige Wasserverbrauch und Abwasseranfall zu einem wesentlichen Teil von der zukünftigen Einwohnerzahl und Industrialisierung abhängt, ist seine Prognose eng mit der Ausscheidung von Wohnzonen und der Planung von Indu-

striegebieten verknüpft. In zweiter Linie hat diese Prognose auf den zukünftig zu erwartenden spezifischen Wasserverbrauch, d. h. auf den Verbrauch pro Einwohner und Tag, und ebenso auf den Wasserverbrauch der Industrien, deren Ansiedlung gewünscht oder vermutet wird, Rücksicht zu nehmen. Die Kenntnis des zukünftigen Wasserverbrauchs ist für die Ausbaugrösse der in Aussicht zu nehmenden Wasserversorgungsanlagen und damit auch für die zur Sicherstellung der Wassernutzungsmöglichkeiten zu treffenden Massnahmen von ausschlaggebender Bedeutung. Auch die Abwasserbeseitigungsanlagen müssen rechtzeitig so dimensioniert werden, dass sie einerseits den zukünftigen Bedürfnissen genügen und anderseits aber auch überdimensionierte Einrichtungen vermieden werden.

Um für die notwendige Ausbaugrösse von zu projektierenden Abwasserreinigungsanlagen und Abwassersammelkanälen möglichst zuverlässige Grundlagen zu besitzen, haben wir [1]) z. B. im unteren Birstal u. a. versucht, uns über die Tendenzen und Möglichkeiten des Bevölkerungswachstums Klarheit zu verschaffen. Nicht zu Unrecht ist von massgebenden Fachleute schon darauf hingewiesen worden, dass die Geschichte der Bevölkerungsprognosen eine Geschichte der Irrtümer sei. Trotzdem wird man sich nicht nur bei jeder Planung von Bauzonen, sondern vor allem auch bei jeder Planung von Wasserversorgungs- und Abwasserbeseitigungsanlagen mit diesem Problem auseinandersetzen müssen und seine Lösung mit grösstmöglicher Wahrscheinlichkeit zu suchen haben. Die Behandlung der Frage darf allerdings nicht von einem allzu engen räumlichen Gesichtspunkt aus geschehen. Beim unteren Birstal wurde deshalb die Entwicklung der Wohnbevölkerung im Rahmen eines einigermassen geschlossenen Wirtschaftsraumes betrachtet. Als solche Wirtschaftseinheit wurde das schweizerische Gebiet um Basel in einem Umkreis von 25—30 km angenommen, das die Kantone Basel-Stadt und Basel-Land sowie die benachbarten solothurnischen, bernischen und aargauischen Bezirke umfasst.

[1]) H. Schmassmann, W. Schmassmann und E. Wylemann, Die Oberflächengewässer, Grundwasservorkommen und Abwässer des unteren Birstales. — Tätigkeitsberichte der Naturforschenden Gesellschaft Baselland, Bd. 18, 1950. (Die hier behandelten bevölkerungsstatistischen Probleme sind zur Hauptsache durch Herrn Ing. Wylemann bearbeitet worden.)

Während die Bevölkerungszunahme bis heute bei den meisten für technische Zwecke (Ortsplanung, Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung) durchgeführten Berechnungen als eine Exponentialfunktion angenommen wird, weisen im Gegensatz dazu alle neueren Veröffentlichungen über die Theorie des Bevölkerungswachstums darauf hin, dass die relative mittlere Jahreszunahme der Bevölkerung nicht zu-, sondern abnimmt. Auch die Untersuchung der bisherigen Entwicklung in der genannten Region führt zu diesem Ergebnis. Für die Prognose der zukünftigen Entwicklung muss deshalb versucht werden, extrapolierend Ganglinien nicht exponentieller Form zu legen. Nach dieser Annahme führt das Bevölkerungswachstum nicht wie bei der Exponentialfunktion zu unendlichen Werten, sondern strebt entsprechend einer sogenannten logistischen Funktion einem Beharrungszustand zu. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass sich die Bevölkerungsbewegung nicht streng durch eine solche logistische Funktion erfassen lässt, sondern nach den bisherigen Erfahrungen in Zyklen verläuft, die einer logistischen Grundkurve aufgesetzten logistischen Teilkurven entsprechen.

Auf Grund dieser Ueberlegungen ergibt sich, dass die heute eine Einwohnerzahl von rund 340 000 aufweisende Region Basel einem Bevölkerungsmaximum zustrebt, das zwischen 500 000 und 550 000 liegen mag. Für das in dieser Region gelegene untere Birstal ist noch zu berücksichtigen, dass der Bevölkerungsbewegung der Stadt selbst durch ihre geographische Lage Grenzen gesetzt sind, dass sie jedoch als Wirtschaftszentrum ihre Anziehungskraft unbeachtet der eintretenden Sättigung beibehalten wird und dass deshalb eine zusätzliche Bevölkerungsvermehrung in erster Linie den stadtnahen Gemeinden zugute kommt. Wenn man diese Verhältnisse in Rechnung setzt, so ergibt sich für die heute etwa 20 000 Einwohner aufweisenden fünf Gemeinden des unteren Birstales im Jahre 2000 eine wahrscheinliche Bevölkerungszahl von rund 31 500. In diesen Gemeinden sind während der letzten Jahre Zonen- und Bebauungspläne aufgestellt worden. Um diese Ortsplanungen mit dem Ergebnis der Untersuchungen über die mutmassliche Bevölkerungsentwicklung vergleichen zu können, haben wir zunächst die heute in den ver-

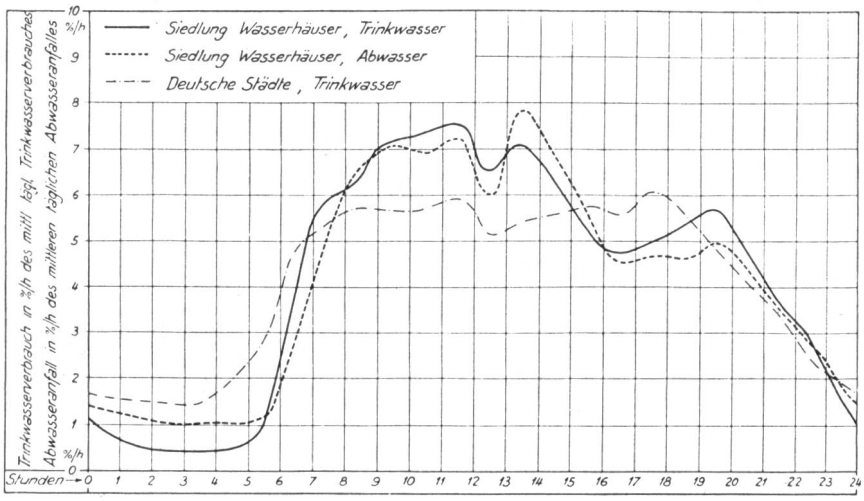


Abb. 2.
Tagesgang von Trinkwasserverbrauch und Abwasseranfall der Siedlung Wasserhäuser (Gemeinde Münchenstein) und des Trinkwasserverbrauches deutscher Städte (nach Brix 1936). (Aus Tätigkeitsbericht der Naturforschenden Gesellschaft Baselland, Bd. 18, 1950.)

schiedenen Wohnzonen des Birstales effektiv vorhandenen Wohndichten festgestellt. Auf Grund dieser Erhebung können für generelle Berechnungen bei Ortsplanungen folgende Wohndichten angenommen werden:

	Bebauungsziffer	Wohndichte (Bewohner pro ha)
Dorfkern	1:3	90—100
Hoher Wohnbau		
3 Geschosse, Reihenhäuser	1:7—1:5	160—260
Niedriger Wohnbau		
2 Geschosse, Reihenhäuser	1:5—1:3	120—160
2 Geschosse, gemischte Bauweise	1:6—1:5	70— 90
2 Geschosse, Einzelhäuser	1:9—1:6	40— 80
Niedriger Wohnbau, weiträumig		
2 Geschosse, Einzelhäuser	1:15—1:10	20— 30

Aus den bei den Ortsplanungen ausgeschiedenen Baugebietsflächen und den effektiv festgestellten Wohndichten konnte die Einwohnerzahl im Zeitpunkt der Vollbesiedlung der vorgesehenen Wohnzonen berechnet werden. Dabei wurde berücksichtigt, dass die stadtnahen Gemeinden in entsprechenden Zonen grössere Wohndichten aufweisen werden als die stadtferneren. Es ergab sich dabei, dass durch die Ortsplanungen insgesamt 815 ha Wohnzonen ausgeschieden worden sind, die einer Bevölkerungszahl von 70 300 entsprechen. Bei Annahme gleicher Flächenverhältnisse zwischen den einzelnen Wohnzonen würde für die im Jahre 2000 zu erwartende Bevölkerungszahl von 31 500 eine totale Wohnzonenfläche von 380 ha genügen. Wenn das heute als Wohnzone bezeichnete Gebiet der Ueberbauung freigegeben wird, so ist innerhalb desselben eine sporadische Bauentwicklung vorauszusehen, welche die Erstellung von Strassen und Werkleitungen über das gesamte Gebiet erfordern wird. Die dadurch über den bei zusammenhängender Bebauung bis zum Jahre 2000 notwendigen Baulandbedarf hinausgehenden Erschliessungskosten werden allein für die fünf untersuchten Gemeinden und ohne Berücksichtigung der Verzinsung des zu früh oder zu viel investierten Kapitals über 40 Millionen Franken betragen.

Wie wichtig es ist, sich im Rahmen einer ökonomischen Planung über die mutmassliche Bevölkerungsentwicklung Rechenschaft abzulegen, geht aus diesen Ueberlegungen zweifellos hervor. Die genannten Zahlen zeigen aber auch eine beträchtliche Diskrepanz zwischen den Ergebnissen der reinen Siedlungsplanung und den für die Planung von Wasserversorgungs- und Abwasserbeseitigungsanlagen zu berücksichtigenden Grundlagen. Gerade dort, wo gemeinsame Anlagen für mehrere Gemeinden erstellt werden sollen oder wo eine über Gemeinde- und Kantonsgrenzen hinausgehende Siedlungsplanung angestrebt wird, müssen sich die projektierenden Organe über die durch die Bevölkerungsentwicklung gesetzten Grenzen der zukünftigen baulichen Entwicklung sorgfältig Rechenschaft ablegen. Auch für die gesamte wasserwirtschaftliche Planung kann es jedenfalls nicht gleichgültig sein, ob im Jahre 2000 mit einer Bevölkerungszahl von 31 500 oder mit einer solchen von 70 300 gerechnet werden muss.

Die Prognose des zukünftigen Wasserverbrauchs und Abwasseranfalls ist ausser von der zu erwartenden Bevölkerungsentwicklung namentlich vom zukünftigen spezifischen Wasserverbrauch abhängig. Sowohl in Zürich als auch in Basel, wo langfristige einwandfreie Wassermessungen vorliegen, steigerte sich der Wasserverbrauch pro Einwohner und Tag einschliesslich der Grossverbraucher ohne eigene Wasserversorgung im Mittel der letzten 60 Jahre um zwei Liter (Abb. 1). Aus dieser bisherigen Entwicklung kann geschlossen werden, dass der heute im Mittel rund 300 Liter pro Kopf und Tag betragende Verbrauch in den nächsten 50—100 Jahren auf rund 500 l pro Kopf und Tag ansteigen wird. In den Gemeinden des unteren Birstales liegt der Verbrauch z. T. bereits in der Grössenordnung dieses Wertes. Es darf jedoch angenommen werden, dass einerseits die Einführung von Wassermessern und die heute noch fehlende einwandfreie Kontrolle des Wasserverbrauchs den Gesamtverbrauch reduzieren wird, anderseits aber die allgemeine Zunahme des häuslichen und industriellen Verbrauchs zu ähnlichen Verbrauchswerten führen wird, wie sie für die Städte in 50 bis 100 Jahren anzunehmen sind.

Für die Prognose des zukünftigen mittleren Abwasseranfalls kann auf Grund von Untersuchungen in der im unteren Birstal gelegenen Siedlung Wasserhäuser angenommen werden, dass das Verhältnis zwischen Trinkwasserverbrauch und Abwasseranfall etwa 5:4 beträgt, dass also bei einem mittleren täglichen Trinkwasserverbrauch von 500 l pro Einwohner und Tag mit einem Abwasseranfall von 400 l pro Einwohner und Tag zu rechnen ist.

Zur Bestimmung der Ausbaugrösse von Wasserversorgungen und Abwasserbeseitigungsanlagen ist schliesslich auch die Kenntnis des maximalen Tagesverbrauchs und der täglichen Verbrauchsschwankungen (Abb. 2) notwendig. Die bereits erwähnten Untersuchungen über Trinkwasserverbrauch und Abwasseranfall in der Siedlung Wasserhäuser haben z. B. gezeigt, dass der in die Zeit zwischen 09.00 und 14.00 fallende maximale stündliche Wasserverbrauch etwa 8 % des 24stündigen Verbrauchs entspricht. Für den maximalen Tagesverbrauch ist im allgemeinen damit zu rechnen, dass er den mittleren Tagesverbrauch um etwa 60 % übersteigen kann.

Feststellung der verfügbaren Wasserreserven

Im letzten Jahrhundert konnte der Wasserbedarf noch meistens durch Quellen gedeckt werden, die mit natürlichem Gefälle dem Verteilnetz zuflossen. Mit dem stetigen Ausbau der Wasserversorgungen nahm jedoch die Zahl der für die Deckung des zusätzlichen Bedarfs verfügbaren Quellen immer mehr ab, so dass in zunehmendem Masse Grundwasservorkommen und Oberflächengewässer herangezogen werden mussten. Unter den Oberflächengewässern stehen vor allem die Seen als geeignete Reserven für die Trinkwasserversorgung zur Verfügung. Diese Tatsache hat in verschiedenen Län-

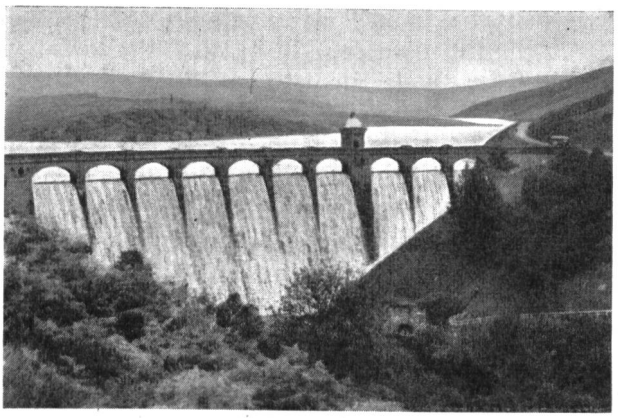


Abb. 3. Speicherbecken für die Wasserversorgung von Birmingham/England, 120 km von der Stadt entfernt in den Bergen von Wales angelegt.

dern, wo keine natürlichen Seen vorhanden sind, zum Bau von Talsperren geführt, um so den Abfluss eines Einzugsgebietes in einem künstlichen See zu speichern und der Wasserversorgung dienstbar zu machen (Abb. 3). In vielen Gebieten des Auslandes sah man sich auch gezwungen, Wasser direkt den Flüssen zu entnehmen, aufzubereiten und den Verteilnetzen zuzuführen. Eine in hygienischer und chemischer Hinsicht befriedigende Aufbereitung hat sich dabei als möglich erwiesen. Dagegen konnte eine einwandfreie und wirtschaftliche Lösung der sich dabei stellenden Temperaturprobleme bis auf den heutigen Tag nicht gefunden werden, so dass den Verbrauchern im Sommer ein zu Genusszwecken wenig geeignetes und zu Kühlzwecken in industriellen Betrieben unerwünscht warmes Wasser zur Verfügung steht, während im Winter eine erhöhte Gefahr des Einfrierens von Leitungen besteht und die Lebensdauer der Leitungen als Folge der Temperaturschwankunken vermindert wird. Aus diesen Gründen kommt man dort, wo andere Möglichkeiten der Wassergewinnung bestehen, in jüngster Zeit immer mehr von Flusswasser-Gewinnungsanlagen ab. Es wird deshalb auch in der Schweiz richtig sein, die fliessenden Oberflächengewässer bei der Feststellung der verfügbaren Wasserreserven nicht zu berücksichtigen; lediglich für bestimmte industrielle Bedürfnisse können sie als befriedigende zusätzliche Wasserreserve betrachtet werden.

Im Vergleich zur Feststellung der in unseren Seen noch verfügbaren Wasserreserven bietet die Feststellung der Grundwasserreserven bedeutend grössere Schwierigkeiten. Ihre Ermittlung setzt in erster Linie eine möglichst genaue Kenntnis des geologischen Baues des in Frage stehenden Gebietes voraus. «Da jedoch bei der Beurteilung von Wasservorkommen ausser geologischen auch andere Voraussetzungen, wie klimatische, physikalische, chemische und biologische, eine wesentliche Rolle spielen, hat sich in den letzten Jahrzehnten eine besondere Wissenschaft vom Wasser, die Hydrologie, entwickelt. Ihre Aufgabe ist es, die Wasservorkommen von einem umfassenden Gesichtspunkt aus zu erforschen. Im Rahmen der Orts- und Regionalplanung fällt ihr die Aufgabe zu, alle zur Verfügung stehenden Nutzungsmöglichkeiten zu erkunden und die zur Erhaltung ihrer Nutzbarkeit notwendigen Vorkehrungen zu empfehlen.» [2])

Für die mengenmässige Ermittlung von Grundwasserreserven stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Grundsätzlich lässt sich z. B. der Abfluss eines Grundwasserstromes aus der Fläche eines senkrecht zur Fliessrichtung gelegten Abflussquerschnittes und aus der mittleren Grundwassergeschwindigkeit berechnen, wobei der Porengehalt der vom Wasser durchströmten Bodenschicht zu berücksichtigen ist. Dort, wo der Grundwasserstrom bereits durch mehrere Bohrungen erschlossen ist, lässt sich die Brutto-Abfluss-Querschnittsfläche mit genügender Genauigkeit berechnen und für den Porengehalt lassen sich meist Erfahrenswerte einsetzen, deren Fehlermöglichkeit weit unter den Fehlergrenzen der Geschwindigkeitsermittlung liegt. Die Fliessgeschwindigkeit, d. h. der in der Fliessrichtung pro Zeiteinheit zurückgelegte Weg kann durch Zusatz von Farbstoffen oder Salzen an einer Stelle und deren Nachweis an einer anderen, stromabwärts gelegenen Stelle bestimmt werden. Man kann sie auch nach dem Darcyschen Gesetz aus dem Gefälle des Grundwasserspiegels und dem sogenannten Durchlässigkeitsbeiwert berechnen. Der letztere wird dabei im allgemeinen nach dem Thiemschen Verfahren ermittelt, welches das Vorhandensein von einem Versuchsbrunnen und mindestens zwei mit demselben in einer Geraden liegenden Beobachtungsrohren voraussetzt. Der Umstand, dass die Ergebnisse von Thiemschem Verfahren und der Geschwindigkeitsbestimmung mit Hilfe von Zusätzen erheblich voneinander abweichen können, zeigt, dass vorläufig beide Verfahren mit Vorsicht anzuwenden und so weit möglich durch weitere Verfahren zu überprüfen sind. Wo ein genügendes Beobachtungs- und Erfahrungsmaterial über die Niederschlags- und Verdunstungsverhältnisse, über den oberflächlichen Abfluss und über die Grundwasserstände sowie deren Aenderungen vorhanden ist, kann hiefür der Versuch einer Bilanz des unterirdischen Wasserhaushaltes geeignet sein.

An vielen Orten wird der Grundwasserstrom durch das Bett eines oberirdischen Flusslaufes angeschnitten, dessen Sohle tiefer liegt als der Grundwasserspiegel. Dadurch verliert der Grundwasserstrom einen Teil seines Abflusses an das Oberflächengewässer. Führt der Fluss in Trockenperioden oberhalb dieser Grundwasseraustritte kein Wasser, wie sich dies oft beobachten lässt, so ergibt sich aus seinem Abfluss unterhalb der Kreuzungsstelle ein Minimalwert des Grundwasserabflusses oberhalb dieser Stelle. Umgekehrt kommt es auch häufig vor, dass Oberflächengewässer vollständig oder teilweise in einem sie kreuzenden Grundwasserstrom versickern, dessen Wasserspiegel tiefer liegt als der Spiegel oder sogar die Sohle des Flusses; aus der versickerten Wassermenge lassen sich

[2]) H. Schmassmann, Naturwissenschaftliche Probleme der Orts- und Regionalplanung. — Schweiz. Techn. Zeitschrift 1947, Nr. 22/23.

dann ebenfalls Rückschlüsse auf den Abfluss des Grundwasserstromes ziehen.

Die erwähnten Verfahren, deren Zahl noch vermehrt werden könnte, bieten die Möglichkeit, die Wasserführung von Grundwasserströmen zu ermitteln oder mindestens abzuschätzen und damit die in einer bestimmten Gegend verfügbaren Grundwasserreserven festzustellen. Welche dieser Verfahren im gegebenen Falle angewandt werden sollen, muss auf Grund der örtlichen Verhältnisse beurteilt werden. In jedem Falle erfordern Untersuchungen, die zu einem möglichst genauen Resultat führen sollen, einen verhältnismässig grossen Aufwand. Dieser ist jedoch unumgänglich, wenn man ein klares Bild über die verfügbaren Grundwasserreserven und die für eine richtige Bewirtschaftung der Wasservorkommen notwendigen Grundlagen erhalten soll.

Massnahmen, die die Nutzungsmöglichkeiten der vorhandenen Wasserreserven sicherstellen

In der Ortsplanung müssen einerseits diejenigen Flächen ausgeschieden werden, die für Massnahmen zur Sicherstellung der Wassernutzungsmöglichkeiten, zur Erhaltung und Vermehrung der Wasserreserven sowie zur Erhaltung und Verbesserung der Wasserqualität zu reservieren sind oder deren Nutzung für die Durchführung derselben Massnahmen einschränkenden Bestimmungen zu unterstellen ist. Anderseits hat die Ortsplanung bei der Ausscheidung von Wohn- und Industriezonen auch den Möglichkeiten einer ökonomischen Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung Rechnung zu tragen. Sie hat dabei vor allem auf die verfügbaren Wasserreserven und die Wasserführung der den Abwasserbeseitigungsanlagen als Vorfluter dienenden Gewässer Rücksicht zu nehmen. Industrien mit hohem Wasserbedarf sollen z. B. nicht in Gebieten mit geringen Wasserreserven und solche mit schwierig zu reinigenden Abwässern nicht an kleinen Vorflutern geplant werden.

Die Feststellung, dass in einer bestimmten Gegend genügend Wasserreserven vorhanden sind, um den zukünftigen Wasserbedarf decken zu können, führt im Rahmen der Planung zur Aufgabe, die Nutzungsmöglichkeiten dieser Wasserreserven sicherzustellen. Im Falle von Grundwasservorkommen sollen zu diesem Zweck die für die zukünftige Nutzung geeigneten Flächen festgehalten werden. Diese Gebiete dürfen nicht überbaut werden, bevor die für die volle Ausnutzung der vorhandenen Reserven notwendigen Anlagen — insbesondere Pumpwerke — erstellt sind. Nachher könnte gegebenenfalls in geeigneter Weise und unter Berücksichtigung der auszuscheidenden engeren Schutzzonen darüber neu disponiert werden. Wo eine genaue Abklärung der Grundwasservorkommen bereits durchgeführt ist, können die im Plan auszuscheidenden Flächen relativ kleiner gewählt werden als dort wo das Vorhandensein eines Wasservorkommens erst generell festgestellt ist.

Zu den die Nutzungsmöglichkeit vorhandener Wasserreserven sicherstellenden Massnahmen gehört schliesslich ausser der Reservierung geeigneter Flächen für die Gewinnungsanlagen auch die Ausscheidung günstig gelegener Areale für Reservoire und Aufbereitungsanlagen.

Massnahmen zur mengenmässigen Erhaltung und Vermehrung der Wasserreserven

Die Grundwasservorkommen in den Schottern unserer Täler verdanken ihre Entstehung zu einem wesentlichen Teil den Infiltrationen aus Oberflächengewässern. Diese in die Grundwässer stattfindenden Versickerungen sind eine unbedingte Voraussetzung für die mengenmässige Sicherstellung der auf Grundwasser angewiesenen Wasserversorgungen. Eine ausreichende Infiltration und Grundwasserbildung ist vor allem dort gewährleistet, wo die Bäche verhältnismässig langsam in natürlichem Bett die Talböden durchfliessen. Durch die Begradigung und harte Verbauung der fliessenden Gewässer wird der Wasserreichtum niederschlagsreicher Perioden rasch aus der Gegend weggeführt und die Infiltration des Flusswassers in die Grundwasservorkommen verhindert. Dies hat eine Verminderung der verfügbaren Wasservorkommen zur Folge (Abb. 4).

Wie Gewässerkorrektionen haben auch viele Kulturlandentwässerungen durch die in geschlossenen Rohren erfolgende rasche Ableitung des Niederschlagswassers den eine ausreichende Ueber-

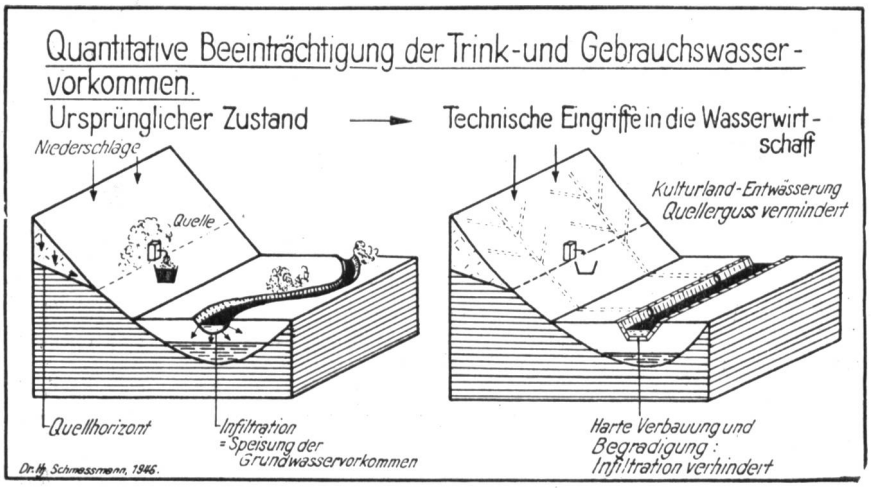


Abb. 4.
Schematische Darstellung der quantitativen Beeinträchtigung von Trink- und Gebrauchswasservorkommen als Folge technischer Eingriffe in die Wasserwirtschaft.

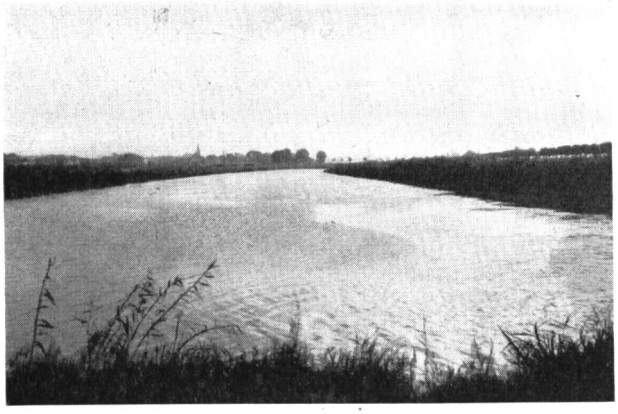


Abb. 5. Sedimentationsbecken des Wasserwerkes Wiesbaden (Deutschland), welches durch Infiltration von Rheinwasser künstliches Grundwasser erzeugt.

brückung von Trockenperioden sichernden Wasserhaushalt gestört (Abb. 4). Durch beide Massnahmen sind öffentliche und private Wasserversorgungen geschädigt worden. Sofern langjährige Beobachtungen der Niederschlagsmengen und der Quellergüsse vorliegen, ist es möglich, das Ausmass der z. B. durch landwirtschaftliche Entwässerungen stattgefundenen Beeinträchtigungen von Quellen quantitativ zu erfassen, indem die Abhängigkeit zwischen Quellertrag und Niederschlag in vor und nach dem schädigenden Eingriff liegenden langjährigen Perioden statistisch untersucht wird [3]).

Die technischen Eingriffe in den natürlichen Wasserhaushalt haben in Verbindung mit einer Reihe trockener Jahre in letzter Zeit viele Wasserwerke neben der Frage der Deckung des zunehmenden Wasserverbrauches vor weitere schwerwiegende Probleme gestellt. Die aus diesen Erfahrungen zu ziehenden Lehren müssen bei einer umfassenden Planung gebührende Berücksichtigung finden. Vor allem wäre es erwünscht, diejenigen Teile von Oberflächengewässern im Plan rechtsverbindlich festzuhalten, deren natürliche Ufer zu erhalten sind oder an denen bei notwendigen Ufersicherungen jede Beeinträchtigung des Austausches zwischen ober- und unterirdischen Gewässern zu vermeiden ist. Auch bei der Ausscheidung landwirtschaftlicher Meliorationsgebiete ist in vermehrtem Masse auf die gesamtwasserwirtschaftlichen Belange Rücksicht zu nehmen; die landwirtschaftlichen Bedürfnisse sind nur als ein Teil derselben zu betrachten.

Im Hinblick auf den zunehmenden Wasserbedarf wird es sich in vielen Gebieten darum handeln müssen, die nutzbaren Grundwasserreserven nicht nur quantitativ zu erhalten, sondern sie sogar zu vermehren. Zu diesem Zwecke sind künstliche Infiltrationen von Wasser aus Oberflächengewässern vorzusehen (Abb. 5). Je nach den örtlichen Verhältnissen kann dasselbe direkt oder nach einer Vorbehandlung zur Versickerung gebracht werden. Ebenso hängt es von den lokalen Gegebenheiten ab, ob das Wasser mit natürlichem Gefälle zu den Versickerungsstellen geführt werden kann oder ob es nach diesen gepumpt werden muss. In jedem Falle sind jedoch die für künstliche Infiltrationen geeigneten und damit u. U. für die Sicherstellung des zukünftigen Wasserbedarfs notwendigen Flächen rechtzeitig durch eine verbindliche Eintragung im Orts- und Regionalplan zu reservieren.

Massnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Wasserqualität

Zur steten Bedarfssteigerung, zu den sich auf die Grundwasserreserven ungünstig auswirkenden Eingriffen in den Wasserhaushalt und zu den aussergewöhnlichen Trockenperioden der letzten Jahre kommen schliesslich noch die qualitativen Beeinträchtigungen, welche die Nutzung einer ausreichenden Menge guten Trink- und Gebrauchwassers an vielen Orten erschweren. Durch die Einleitung von ungereinigten Abwässern ist die Grosszahl unserer Oberflächengewässer stark verunreinigt (Abb. 6). Da die in den Schotterfüllungen der Täler vorhandenen Grundwässer grösstenteils durch Versickerungen aus Oberflächengewässern entstehen, gelangen die Schmutzstoffe auch in die Grundwasservorkommen. Vielerorts findet durch die Versenkung von Abwässern in den durchlässigen Untergrund auch eine unmittelbare Verunreinigung des Grundwassers statt. An anderen Orten werden die verschmutzten Oberflächengewässer direkt für die Trink- und Gebrauchswasserversorgung genutzt (Abb. 7).

Das mit menschlichen Fäkalien verunreinigte Wasser ist als Ueberträger von Krankheiten bei seiner Verwendung als Trinkwasser eine ständige gesundheitliche Gefahr. Die den Abbau von organischen Schmutzstoffen vollziehenden Bakterien entziehen dem Wasser Sauerstoff und bilden freie Kohlensäure. Durch diese Veränderungen kann das Wasser in vermehrtem Masse Eisen und Beton angreifen. Eisen- und Manganverbindungen, die solche angreifenden Wässer z. T. bereits aus den natürlichen Grundwasserträgern, z. T. aus den Werkleitungen herauslösen, wirken sich beim Gebrauch im Haushalt und in der Industrie nachteilig aus und können in grösseren Konzentrationen das

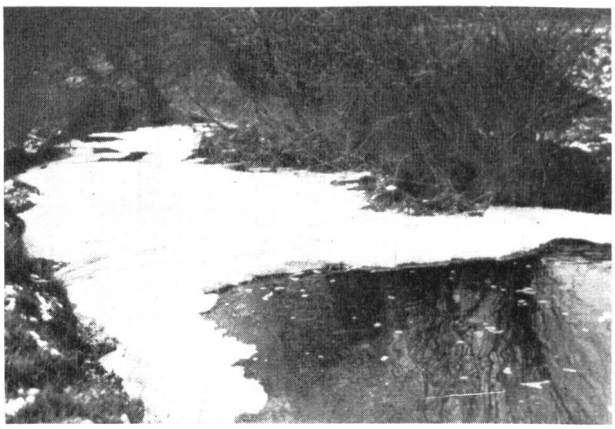


Abb. 6. Schaumdecke in einem kleinen, langsam fliessenden Gewässer als Folge der Einleitung von Abwässern einer etwa 1 km oberhalb dieser Stelle gelegenen Gerberei.

[3]) W. und H. Schmassmann, Ueber die Abhängigkeit der Quellergüsse vom Niederschlag. — Verh. Int. Ver. f. Limnologie, Bd. X, 1949.

Wasser unbrauchbar machen. Die Gewinnung eines einwandfreien Trinkwassers ist zwar selbst aus stark verunreinigtem Rohwasser technisch möglich; durch die notwendigen Aufbereitungen werden jedoch die Kosten erheblich und oft in einem untragbaren Masse erhöht. Jede Aufbereitung, deren Notwendigkeit nicht durch natürliche Ursachen bedingt ist, kann deshalb immer nur eine Notmassnahme sein — auch wenn sie vielleicht auf Jahrzehnte hinaus getroffen werden muss. Das Endziel wird immer die Fernhaltung jeglicher Verunreinigung von allen zu öffentlichen oder industriellen Versorgungen genutzten Wasservorkommen bleiben müssen.

Um die direkte Verunreinigung von Grundwasservorkommen zu verhindern, dürfen Wohn- und Industriezonen nur dort geplant werden, wo die Möglichkeit einer Ableitung der anfallenden Abwässer besteht. Gebiete, bei welchen eine Abwasserbeseitigung nur mittels Untergrundsversenkung erfolgen könnte, sind unter allen Umständen von einer Ueberbauung auszuschliessen. Wo nämlich eine gute Durchlässigkeit des Bodens vorliegt, besteht bei dieser Art der Abwasserbeseitigung überall die Möglichkeit einer Beeinträchtigung nutzbarer Grundwasservorkommen. Wo dagegen eine schlechte Durchlässigkeit des Bodens vorliegt, ist die Untergrundsversenkung technisch nicht möglich. Der heutige grosse Wasserverbrauch schliesst auch die Speicherung des Abwassers in abflusslosen Gruben aus.

Die Wiederherstellung des natürlichen Reinheitsgrades der Oberflächengewässer muss angestrebt werden. Dieses Ziel kann nicht erreicht werden, wenn die Beseitigung der Abwässer den einzelnen Liegenschaftsbesitzern überlassen bleibt. Auch die in solchen Fällen erstellten und behördlich verlangten Hauskläranlagen stellen nur einen Notbehelf dar. Hauskläranlagen erfordern gesamthaft betrachtet einen erheblich grösseren Kostenaufwand als eine zentrale Reinigungsanlage; sie besitzen auch bei einwandfreiem Betrieb nur einen geringen Wirkungsgrad und schliesslich werden sie nur in seltenen Fällen rechtzeitig entschlammt, wodurch ihr Kläreffekt überhaupt illusorisch wird. Eine einwandfreie Reinigung der Abwässer ist nur in zentralen Reinigungsanlagen möglich. Diese setzen jedoch ein sachgemäss erstelltes Kanalisationsnetz voraus, das ihnen sämtliche Abwässer einer oder mehrerer Ortschaften zuführt. In diesem Zusammenhang stellen sich der Ortsplanung zwei wichtige Aufgaben: Erstens soll die Disposition der Baugebiete so geschehen, dass die systematische Anlage eines Kanalisationsnetzes in wirtschaftlicher Weise ermöglicht wird. Zweitens sollen die für den Bau von zentralen Reinigungsanlagen erforderlichen Flächen im Ortsplan als Bestandteil der Zone für öffentliche Werke ausgeschieden werden.

Auch der Ausbeutung von Schottern und der Kehrichtbeseitigung muss im Hinblick auf den Schutz des Grundwassers alle Aufmerksamkeit geschenkt werden. Da die Schotter eines der wichtigsten Rohmaterialien des Baugewerbes sind und deshalb entsprechende Nutzungsmöglichkeiten in jeder in baulicher Entwicklung begriffenen Region vorhanden sein sollen, kann diese Aufgabe nicht allein negativ in Form von Abbauverboten erfüllt werden. In den Gebieten mit Schottervorkommen müssen den Kiesgruben vielmehr im Rahmen der Ortsplanung diejenigen Standorte zugewiesen werden, bei denen eine Gefährdung nutzbarer Grundwasservorkommen ausgeschlossen werden kann. Entsprechende Gesichtspunkte sind bei der Planung der Kehrichtbeseitigung zu berücksichtigen.

In der Umgebung von Grundwassergewinnungsanlagen ist schliesslich die Ausscheidung von Schutzzonen ohne Ueberbauung oder intensive landwirtschaftliche Nutzung angezeigt. Die notwendige Grösse dieser Schutzzonen ist in jedem besonderen Fall auf Grund der örtlichen geologischen und hydrologischen Verhältnisse zu bestimmen.

Auch ausserhalb der eigentlichen Schutzzonen sollte bei allen nutzbaren Grundwasservorkommen jede intensive landwirtschaftliche Nutzung, z. B. eine Versprengung von Jauche oder eine Bewässerung mit Abwasser oder mit Wassser aus verunreinigten Oberflächengewässern vermieden werden. Namentlich gilt dies für Grundwasservorkommen mit geringer Ueberdeckung. Selbst eine Ueberbauung mit einer einwandfreien und vollkommenen Siedlungsentwässerung hat sich in solchen Fällen für den Schutz des Grundwassers vorteilhafter erwiesen als eine intensive landwirtschaftliche Nutzung. Als bester Schutz gegen örtliche Verunreinigungen ist die Bewaldung des grundwasserführenden Gebietes zu betrachten. Wo immer möglich, sollte deshalb besonders in den engeren Schutzzonen, sofern sie nicht schon bewaldet sind, eine Aufforstung in Aussicht genommen werden.

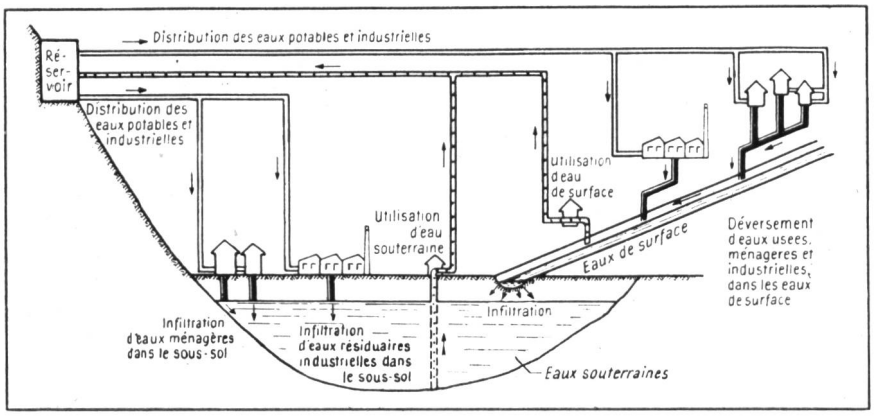


Abb. 7.
Schematische Darstellung der qualitativen Beeinträchtigung von Trink- und Gebrauchswasservorkommen durch Untergrundsversenkung und durch Einleitung von Abwässern in Oberflächengewässer (aus Ciba-Rundschau Nr. 91, 1950, S. 1098).