

Hygienische Aspekte beim Schutz des Grundwassers

K. MEGAY

Die Heranziehung von Grundwasser(GW)-Vorkommen zur Versorgung der Bevölkerung mit Trink- und Brauchwasser, also für die Siedlungswasserwirtschaft, ist in den einzelnen Staaten Europas, aber auch in Übersee, unterschiedlich. Dabei hängt das Ausmaß, in welchem GW für diesen Zweig der Wasserwirtschaft genutzt wird, nicht nur vom Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage ab, sondern auch von wirtschaftlichen Erwägungen bei der Erschließung, Förderung und Zuleitung des Wassers sowie nicht zuletzt von der sehr verschiedenen inneren Einstellung der Wasserversorgungsfachleute zu den einzelnen Möglichkeiten der Wassergewinnung.

Bei aller Achtung vor den wissenschaftlich fundierten und praktisch bewährten Verfahren der technologischen Wasseraufbereitung zur Herstellung von Trinkwasser (TW) aus stark belasteten Oberflächengewässern und sogar aus Schmutzwasser in einer Wasserfabrik, stellt diese aus der Sicht des Hygienikers doch nur eine ultima ratio dar. Vom Standpunkt der Sicherung der menschlichen Gesundheit ist dem Naturprodukt Wasser der Vorzug zu geben, besonders dann, wenn es nach Aufenthalt im Untergrund eines unverletzten Bodens, kristallklar, farblos, geruchlos, wohlschmeckend und stets gleichmäßig temperiert, im Besitz aller chemischen und bakteriologischen Kriterien der TW-Qualität erschlossen werden kann: mit einem Wort dem guten Grundwasser.

In dieser Beziehung ist Österreich in einer sehr glücklichen Lage. Sie kennen zweifellos das 1968 veröffentlichte Ergebnis der Erhebungen von J. KAR (1) aus den „Betriebsergebnissen 1965 der Wasserwerke Österreichs“, die sich auf 75 große und größere Wasserwerke beziehen, durch die über 3,4 Millionen Einwohner, d. h. rund 47% der Gesamtbevölkerung Österreichs versorgt waren. Für die in diesem Bereich an die zentralen Wasserversorgungsanlagen tatsächlich angeschlossenen 3,2 Millionen (94%) Bewohner erfolgte das Wasserdargebot

- zu 59% aus Quellwasser,
- zu 40% aus Grundwasser und
- zu 1% aus Oberflächenwasser.

Von den 59% Quellwasserversorgungen wird ein — vermutlich eher bescheidener — Anteil auch dem GW zugerechnet werden dürfen, während die Karstquellen im Kalk und Dolomit sowie die Wasseraustritte aus dem Konglomerat- und Brekziengefüge des Flyschgesteins der Randalpen in hygienischer Beziehung keineswegs die Merkmale echten GW's aufweisen. Dies nicht nur wegen ihrer unregelmäßigen Schüttung und wenig konstanten Wasserbeschaffenheit und Temperatur, sondern auch deshalb, weil diesen Quellen, der Herkunft des Wassers nach, die notwendigen Voraussetzungen der chemischen und bakteriologischen Verlässlichkeit fehlen. Dasselbe gilt auch für die Wiesensickerquellen, etwa im Mühl- und Waldviertel, seichten Wasseraustritten aus der Verwitterungsschicht (Granitgrus) des Urgesteins.

Daneben gibt es aber auch in Österreich nicht wenige e c h t e GW-Quellen, darunter einige Arteser, so daß man mit einiger Berechtigung annehmen darf, daß mehr als die Hälfte der österreichischen Bevölkerung ihren Siedlungswasserbedarf aus dem GW deckt. Ein Blick über die Grenzen zeigt, daß die Verhältnisse in unseren Nachbarstaaten weniger günstig liegen.

Einer mir zugegangenen persönlichen Mitteilung des Deutschen Vereines von Gas- und Wasserfachmännern (DVGW) zufolge ist der Anteil des Grundwassers (GW), Quellwassers (QuW) und Oberflächenwassers (OfW) an der Siedlungswasserversorgung der Bevölkerung anderer Länder sehr unterschiedlich. Er beträgt z. B. (abgerundet) in Prozent der gesamten Siedlungswasserversorgung:

U. S. A.

| | |
|------|-------|
| GW: | 33,0% |
| QuW: | 13,0% |
| OfW: | 54,0% |

Frankreich

| | |
|------|-------|
| GW: | 30,0% |
| QuW: | 20,0% |
| OfW: | 50,0% |

B. R. D.

| | |
|------|---|
| GW: | 80,0% (davon etwa $\frac{1}{3}$ Uferfiltrat oder künstl. anger. GW) |
| QuW: | 11,0% |
| OfW: | 9,0% |

Schweiz

| | |
|-------|-------|
| GW: | 43,5% |
| QuW: | 30,5% |
| OflW: | 26,0% |

Holland

| | |
|-------|-------|
| GW: | 81,0% |
| QuW: | — |
| OflW: | 19,0% |

Belgien

| | |
|-------|---|
| GW: | 75,0% (zusammen); GW und QuW wurden nicht ge- |
| QuW: | trennt ausgewiesen! |
| OflW: | |

Dazu kommt noch, daß es sich bei den GW-Vorkommen in unserer Heimat ganz vorwiegend um *autochthones*, also im wahrsten Sinne des Wortes „bodenständiges“ GW handelt, dessen Zusammensetzung viel gleichmäßiger und damit hygienisch verlässlicher ist, als jene des uferfiltrierten oder des künstlich angereicherten GW's (K. MEGAY) (2). Diese GW-Vorkommen sind demnach absolut schutzwürdig, wobei sich der Schutz sowohl auf die mengenmäßige Erhaltung des Wasserdargebotes, als auch auf die Sicherung der gleichmäßigen, hygienisch einwandfreien Wasserbeschaffenheit erstrecken muß.

Was die Erhaltung der GW-Menge betrifft, so hängt diese weitgehend von den orographischen, geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten im Niederschlags-Einzugsgebiet ab, wobei die überaus große Bedeutung der Vegetationsverhältnisse nicht außer Acht gelassen werden darf. Art und Ausmaß der Vegetationsbedeckung sind für die Speicherung des Wassers im Boden, sowohl als klimaregulierende Bodenfeuchte, als auch als GW entscheidend. Vor allem sind größere Waldbestände in der Lage, das aus den Niederschlägen stammende Wasser in weiträumigen Einzugsgebieten zurückzuhalten, d. h., sein zu schnelles Abströmen zu verhindern und damit der gefährlichen Bodenerosion entgegenzuwirken. Längst bevor echte Erosion auftritt, zeigen sich die Alarmzeichen in Form steigender Sedimentmengen (Schwebstoff-Führung) in den Fließgewässern. So ergab eine 10jährige Beobachtungsreihe in einem großen Aufforstungsgebiet der USA nachstehende Verhältnisse:

Vor der Aufforstung gingen 31% des Niederschlagswassers in das GW, nach der Aufforstung waren es 56%. Schon während der drei Jahre dauernden Aufforstung ging die Geschiebemenge der Wasserabflüsse um 34% zurück. Der Oberflächenabfluß betrug vor der Aufforstung rund

70% der Gesamtniederschläge, nachher waren es nur mehr 31% und die Sedimentführung der Bäche und Flüsse sank nach der Aufforstung auf $\frac{1}{10}$ des ursprünglichen Wertes. Die Baumkronen bremsen die kinetische Energie des Regens und verhindern dadurch die mechanische Abschwemmung der Bodenkrume. Allerdings entziehen die Bäume auch einen Teil des Niederschlagswassers durch Interception und Evapotranspiration dem Erdboden, doch ist dieser Anteil nicht groß. So ergaben Messungen von ROWE, STOREY und HAMILTON in Kalifornien (3):

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Niederschlag davon | 100 % |
| Speicherung durch Bodenfeuchtigkeit | 32,8% |
| in das GW | 35,7% |
| Interception | 5,7% |
| Evapotranspiration | 25,8% |

Durch geeignete Bewaldung wird — auch auf geneigten Flächen — die Vertikalinfiltration des Niederschlagswassers in den Boden begünstigt und es kommt zur Bildung echten Grundwassers, wenn die Struktur und die geologischen Verhältnisse des Untergrundes dies gestatten.

Was nun die hygienischen Aspekte beim Qualitätsschutz des GW's betrifft, vor allem also die gesundheitlichen Belange bei der Bereitstellung von GW als Trinkwasser für Siedlungen, so ist das Forderungsprogramm in den letzten Jahrzehnten nicht unerheblich erweitert worden. In der klassischen Ära der Sanitärtechnik haben die damals gewonnenen und als richtig erwiesenen Erkenntnisse über die Möglichkeiten der Verbreitung von Krankheitserregern durch Trinkwasser bei der Errichtung zentraler Wasserversorgungsanlagen Pate gestanden. Die wiederholte Beobachtung des Ausbruches von Trinkwasserepidemien bei der Verwendung von Flußwasser hat dazu geführt, daß seit Beginn dieses Jahrhunderts die Versorgung der neu errichteten Wasserwerke vorwiegend durch autochthones GW oder durch Quellwasser erfolgte, das aus einem damals noch unerschlossenen und damit von Natur aus weitgehend geschützten Einzugsgebiet stammte. Seitens der medizinischen Hygiene wurde von der Sanitärtechnik zunächst gefordert, daß ein für die TW-Versorgung bestimmtes GW mit größtmöglicher Sicherheit gegen das Eindringen von Erregern übertragbarer Krankheiten zu schützen sei. Dieses Anliegen steht selbstverständlich auch heute unverändert an der Spitze des hygienischen Forderungskataloges und wird für das autochthone GW seit jeher durch die Streckung von Schutzgebieten zu erfüllen versucht, die eine sanitäre Barriere zwischen dem Einzugsgebiet der Niederschläge und dem GW- bzw. Quellwasser-Fassungsbereich bilden.

Auf Grund der durch die technisch-zivilisatorische Entwicklung bedingten, neuen Gegebenheiten müssen die Forderungen der Hygiene aber darüber hinaus auf die Sicherung des GW's gegen dessen Verunreinigung mit Schadstoffen und Giften verschiedenster Art erweitert werden. Damit treten aber für die hygienischen Aspekte des GW-Schutzes Probleme auf, die mit den herkömmlichen Vorstellungen, Erfahrungen und Maßnahmen zur Reinhaltung des GW's nicht ohne weiters zu bewältigen sind. Denn alle bisherigen Beobachtungen und Erfahrungen bezogen sich ja auf die Verbreitung k o r p u s k u l ä r e r saprober Elemente, vorwiegend von Mikroben und Viren, im und durch den Boden bzw. ihren Transport durch das GW; jetzt aber sind es in steigendem Maße gwfremde, störende, gesundheitsgefährdende oder sogar toxische Stoffe von höchst unterschiedlicher Wasserlöslichkeit und sehr verschiedener Sorptionsfähigkeit bei Berührung mit den Strukturen des Untergrundes. Es erübrigt sich, in diesem Zusammenhang auf die besondere Gefährdung des Uferfiltrates und des künstlich angereicherten GW's hinzuweisen, wenn das herangezogene Flußwasser chemisch belastet oder gar verunreinigt ist.

Das Verhalten von Detergentien, Mineralöl, Treibstoffen und Schädlingsbekämpfungsmitteln im Untergrund unterscheidet sich von jenem versickerter Faekalstoffe in mehrfacher Hinsicht. Das im wesentlichen anti-mikrobiell konzipierte Modell des klassischen Schutzgebietes ist daher heute nicht immer geeignet, den Schutz des GW's in hygienischer Hinsicht zu gewährleisten. Wenn andererseits die Vorschreibung eines Schutzgebietes die einzige Möglichkeit ist, einen GW-Körper vor Verunreinigungen im näheren und weiteren Bereich einer Entnahmestelle zu bewahren, so müssen für die realistische Bemessung eines solchen die Vorgänge bei der Entstehung des GW's bei seiner Bewegung im Untergrund und seine Beeinflussung durch die Technik der Entnahme ebenso beachtet werden, wie das Schicksal oder Verhalten von Mikroorganismen und Viren, aber auch versickerter Schadstoffe im Boden und im Grundwasser.

Die wesentlichen Vorgänge bei der G W - B i l d u n g sind in neuerer Zeit intensiv untersucht worden (4), (5). Ohne auf Einzelheiten einzugehen, sei nur bemerkt, daß auf das versickernde Wasser, welches in der durchlüfteten Zone von Haft- und Sickerwasser bis zum offenen Kapillarsaum als gespeicherte Bodenfeuchtigkeit haftet, physikalische Kräfte einwirken, die es verhindern, daß sich im geschlossenen GW-Körper ein GW-Spiegel als Trennlinie zwischen Bodenluft und Wasser einstellt. Dabei spielen Verdunstung, Hydratation, Kapillarkräfte und Oberflächenspannung eine wesentliche Rolle. Letztere ist für den Benetzungsvorgang der

festen Phase (Bodenteilchen) durch die flüssige Phase (Haftwasser) mitbestimmend, wobei Störungen dann zu erwarten sind, wenn oberflächenaktive Substanzen (Fettsäuren, Seifen, Tenside und Detergentien) zur Versickerung gelangen. In dieser oberen Bodenzone werden auch kleinste Schmutzteilchen und Mikroorganismen durch Adsorption zurückgehalten und von biologischen Reinigungsvorgängen erfaßt, bei denen auch organische Schmutzstoffe biochemisch abgebaut und in dieser oberen, durchlüfteten Bodenschicht aerob, d. h. unter Zuhilfenahme des in der Bodenluft enthaltenen Sauerstoffes, allmählich mineralisiert werden. Die Einzelheiten dieser, für die Reinhaltung des GW's überaus wichtigen Vorgänge sind in den Arbeiten von K. STUNDL (6), (7) und K. WUHRMANN (8) eingehend dargestellt.

E. P. NEMECEK (l. c.) hat auf Grund seiner Versuche und Beobachtungen darauf hingewiesen, daß der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) in lotrechter Richtung oft um eine Zehnerpotenz kleiner ist, als in horizontaler Richtung. Durch die früher genannten physikalischen Parameter wird das einsickernde Niederschlagswasser, entgegen der Schwerkraft und entgegen dem atmosphärischen Luftdruck, in der aeroben Zone bis zum offenen Kapillarsaum daher zunächst festgehalten und nur sehr langsam, durch nachdringende Niederschläge, in tiefere Schichten verfrachtet; für die erwähnte adsorptiv-filtrative und biologische Selbstreinigung steht dem künftigen GW also meist ausreichend Zeit zur Verfügung. Ebenfalls auf Grund der Untersuchungen von E. P. NEMECEK (l. c.) muß die Vorstellung verlassen werden, daß hinsichtlich der Strömungsrichtung zwischen Kapillarwasser (lotrecht) und Grundwasser (waagrecht) eine scharfe Trennung besteht; es korrespondiert vielmehr der untere Bereich des geschlossenen Kapillarsaumes bereits mit der GW-Strömung. Findet eine solche im lockeren Gefüge des tieferen GW-Leiters statt, so ist die Möglichkeit einer filtrativen Nachreinigung gegeben, ein mikrobiell-biochemischer Abbau etwa noch vorhandener Verunreinigungen aber kaum mehr zu erwarten, weil die Tiefenzonen des Untergrundes dafür zu keimarm sind und aerobe Prozesse aus Mangel an verfügbarem Sauerstoff nicht anlaufen. Wohl ist aber im GW-Strom ein Ionenaustausch zwischen den Bodenmineralen und dem Wasser möglich, etwa in Form der Aufhärtung.

Diese Überlegungen führen zwangsläufig mitten in die Problematik der berühmt-berüchtigten 60-Tage-Grenze, deren Berechnung — in Verknüpfung der soeben geschilderten Vorgänge bei der GW-Bildung — meist nach der vom GW in horizontaler Strömung bis zur Entnahmestelle zurückgelegten Wegstrecke erfolgt, nachdem man die GW-Geschwin-

digkeit nach dem Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) geschätzt oder durch einen Salzungs- oder Färbeversuch ermittelt hat. Es wird der 60-Tage-Grenze demnach die Aufenthaltszeit des GW's auf jener horizontalen Strecke seines Weges im GW-Leiter zugemessen, auf der bestenfalls noch eine filtrative Nachreinigung erfolgt, während die Aufenthaltszeit in der für die Reinigung des Wassers wirklich entscheidenden lotrechten Sickerstrecke unberücksichtigt bleibt. Nicht selten erhält dadurch ein GW-Schutzgebiet eine Längsausdehnung, die im Hinblick auf die Raumplanung nicht vertretbar und wirtschaftlich nicht zumutbar ist. Als Folge davon wird ein solches, unnötigerweise zu groß bemessenes Schutzgebiet nicht ernst genommen, durch Eingriffe in den Boden (!) oder Baumaßnahmen durchlöchert und damit letztendlich unwirksam gemacht.

Was die Verweilzeit des Wassers im Untergrund betrifft, die zur Abnahme der Gesamtkeimzahl und zur Elimination von Darmkeimen aus menschlichen und tierischen Ausscheidungen benötigt wird, so wird diese ganz vorwiegend von den Gegebenheiten in der lotrechten Sickerzone abhängen. In dieser spielt sich nicht nur die filtrativ-adsorptive Zurückhaltung von Schmutzstoffen und bodenfremden Mikroorganismen ab, sondern auch deren biologischer Abbau durch die Biocoenosen des unverletzten Bodens. In ihm treffen jene Keime, für die der Darmtrakt warmblütiger Tiere der naturgegebene Standort ist, auf ein fremdes, ihnen nicht adaequates Milieu, das ihnen keinerlei Voraussetzungen für eine Vermehrung bietet und sie dem Absterben preisgibt.

Eine letzte Bemerkung zur 60-Tage-Grenze sei noch erlaubt: mit dem Salzungs- oder Färbeversuch wird die Geschwindigkeit ermittelt, mit der sich das GW in der Tiefe mit annähernd laminarer Strömung fortbewegt, d. h., die durchschnittliche Geschwindigkeit der Wasserdipole im Untergrund. Etwa mitgenommene korpuskuläre Teilchen, z. B. Mikroorganismen, werden sich aber durchschnittlich mit geringerer Geschwindigkeit fortbewegen, weil sie auf ihrem Wege an Gesteinsteilchen hängenbleiben, losgerissen werden, wieder hängen bleiben usw.; sie werden daher auf der gegebenen Fließstrecke eine längere Aufenthaltszeit haben, als das GW selbst.

Bei der Abgrenzung des engsten Schutzgebietes, der Wasserfassungszone (I) und teilweise auch des engeren Schutzgebietes (II) muß daran gedacht werden, daß durch jede hydraulisch-mechanische Förderanlage zur Entnahme von GW dieses in seinem Strömungsbild und in seiner Fließgeschwindigkeit beeinflusst wird. Art und Ausmaß dieses Einflusses sind für den vollkommenen und unvollkommenen Vertikalbrunnen sowie für die verschiedenen Typen des Horizontalfilterbrunnens (HFB) in der

Fachliteratur eingehend beschrieben. Hier darf ich auf die sehr aufschlußreichen Veröffentlichungen von E. TRÜEB (9) und von E. P. NEMECZEK (10) hinweisen.

Alles, was bisher über die Wechselwirkung zwischen Wasser und Boden bis zur Entstehung hygienisch einwandfreien GW's gesagt wurde, bezog sich vorwiegend auf die Fernhaltung von Krankheitserregern, wobei bezüglich der Virusübertragung durch GW — hier muß besonders an die infektiöse Gelbsucht gedacht werden — noch manche Frage offen ist. Die in der Literatur beschriebenen Virus-Epidemien durch Trinkwasser lassen allerdings fast ausnahmslos Zusammenhänge mit verunreinigtem Oberflächenwasser erkennen (J. BORNEFF) (11).

Es wurde früher darauf hingewiesen, daß sich weitere Überlegungen zum Schutz des GW's aus der Versickerung von Fremd- und Schadstoffen verschiedener Herkunft im Boden und ihrer möglichen Anreicherung im GW ergeben; in diese Stoffgruppe fallen außer Detergentien, Mineralölen und Treibstoffen auch Produkte aus der Agrartechnologie. Die Möglichkeit einer Gesundheitsschädigung beim Menschen durch diese Produkte hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie Konzentration, Dauer der Aufnahme, Speicherung in den Organen bzw. Ausscheidungsgeschwindigkeit aus dem Körper usw.

Bei Verwendung von Uferfiltrat abwasserbelasteter Flüsse kann es außerdem zur Einspeisung von chemischen Verbindungen in das GW kommen, die in niedriger Konzentration zwar noch nicht toxisch sind, aber schon in großer Verdünnung dem Wasser einen derart ekelregen Geruch oder Geschmack verleihen, daß es für Trinkzwecke nicht in Frage kommt; neben Phenol sind hier besonders Chlorphenol, Dimethylsulfid, Methylmercaptan, Trimethylamin und Ligninabbauprodukte zu nennen.

Eine echte Gesundheitsschädigung beim Menschen ist dann zu erwarten, wenn in ein für Trinkzwecke bestimmtes GW Stoffe eindringen, die entweder mit lebenswichtigen physiologischen Mechanismen des Körpers interferieren oder solche sofort blockieren (Gifte). So wurden von H. O. HETTCHE (12) die Urochrome mit Schilddrüsenveränderungen (Kropfbildung) in Zusammenhang gebracht. Es sind dies Abbauprodukte des Blutfarbstoffes bzw. der Galle, die mit menschlichen und tierischen Ausscheidungen (Jauche, Dünger) in das GW gelangen können. Wird dieses als Trinkwasser aufgenommen, so blockieren die Urochrome das im Blutserum des Menschen enthaltene Kupfer, welches seinerseits den Einbau des Spurenelementes Jod in das Schilddrüsenhormon (Thyroxin) kataly-

siert. Dadurch soll es zu einer Hemmung der Thyroxinproduktion und Gewebswucherungen in der Schilddrüse (Kropf) kommen.

Mit dem Natur- und Kunstdünger werden dem Boden Stickstoffverbindungen zugeführt, deren Mineralisationsprodukte leicht wasserlöslich sind und — soweit sie nicht von der Pflanzendecke aufgenommen werden — in das GW versickern. Während Ammoniak und Nitrit-ion in gutem GW gar nicht oder nur in Spuren vorkommen und seit langem daher hygienisch als Verunreinigungsindikatoren gelten, hat man dem Endprodukt der Nitrifikation, dem Nitrat-ion, früher keine große Beachtung geschenkt. Auf Grund von Beobachtungen über das Auftreten von Methaemoglobinaemie bei Säuglingen, deren Nahrung mit Wasser zubereitet wurde, das mehr als 50 mg NO_3/l enthielt, hat die WHO in den „European Standards for Drinking-Water“ (13) diesen Wert als höchstzulässig empfohlen und 50 bis 100 mg NO_3/l als „noch annehmbar“ ausgewiesen.

In allerjüngster Zeit haben die Untersuchungen von J. SANDER (14) am Hygiene Institut der Universität Tübingen auf die Möglichkeit hingewiesen, daß auch im Magen des Erwachsenen bei Subacidität Nitrat zu Nitrit reduziert wird, das sich mit sekundären Aminen zu Nitrosaminen bzw. Nitrosamiden umsetzen kann. Von einem Teil der Nitrosoverbindungen konnte experimentell nachgewiesen werden, daß sie cancerogen (krebserzeugend) sind.

Andere Fremdstoffe, die fallweise die Qualität eines GW's beeinträchtigen können, sind die in der Land- und Forstwirtschaft in steigendem Maße verwendeten Herbizide und Pestizide. Die einheitliche Beurteilung dieser Stoffgruppe hinsichtlich ihrer Gefahr für das GW und die TW-Versorgung aus diesem ist deshalb kaum möglich, weil die Wasserlöslichkeit, Speicherfähigkeit in Pflanze und Mensch sowie die Toxizität der einzelnen Substanzen sehr unterschiedlich ist, so daß auch die vorerwähnten Empfehlungen der WHO (l. c.) diesbezüglich keine Zulässigkeits- oder Grenzwertangaben enthalten. Bezüglich der anionischen Detergentien ist zu sagen, daß sie fast ausschließlich für das künstlich angereicherte GW von Bedeutung sind, wenn das aufgebraute Rohwasser einem diesbezüglich verunreinigten Fluß entnommen werden muß; ihre hygienische Bedeutung wurde von mir an anderer Stelle eingehend behandelt (K. MEGAY, l. c.). Die einem GW-Körper durch Einsickerung von Treibstoffen und Mineralölen drohenden Gefahren sind in den letzten Jahren so offenkundig geworden, daß sich eine gesonderte Erörterung wohl erübrigt. Vom Standpunkt der TW-Hygiene soll nur erwähnt werden, daß in den Mineralölprodukten (MÖP)

Substanzen und Stoffgruppen vorkommen, die entweder giftig sind (Bleitetraaethyl) oder cancerogen (krebserregend) wirken. Letzteres gilt vor allem für einige polycyclische Aromate, worauf kürzlich Ch. RÜBELT (15) in einer sehr aufschlußreichen Zusammenstellung hingewiesen hat. Nach den schon mehrfach erwähnten Empfehlungen der WHO in den „European Standards for Drinking-Water“ (l. c.) darf die Konzentration von Fluoranthen, 3,4-Benzfluoranthen, 1,12-Benzfluoranthen, 3,4-Benzpyren, 1,12-Benzperylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren in Trinkwasser 0,2 Mikrogramm/l nicht überschreiten. Für die Fernhaltung von MÖP aus GW-Schutzgebieten werden daher allgemein besonders strenge Vorschriften als notwendig erachtet.

Es ist zu hoffen, daß meinen Ausführungen zu entnehmen war, daß der Schutz des GW's in hygienischer Hinsicht ein vielschichtiges Problem bildet, für das es naturgemäß keine allgemeingültige Lösung gibt. Weil hier geologische, hydrologische, hydraulisch-technische, aber auch biologische und chemische Faktoren zusammenspielen und auf medizinisch-hygienische Überlegungen abgestimmt werden müssen, ist die enge Zusammenarbeit aller beteiligten Fachleute erforderlich.

Der Schutz des GW's wird sich in Zukunft auf jene Vorkommen konzentrieren müssen, für die wegen der ausreichenden Menge und guten Qualität des GW's ein echter Bedarf besteht und für die sich ein Schutzgebiet in einem Ausmaß abgrenzen läßt, das für die Regionalplanung vertretbar und wirtschaftlich zumutbar ist. Hygienische und wirtschaftliche Erwägungen führen gleichermaßen dazu, daß der Errichtung großräumiger, zentraler oder Gruppenwasserversorgungen der Vorzug gegenüber den Einzelwassergewinnungsanlagen zu geben sein wird.

L i t e r a t u r

- (1) nach J. KAR: in „Österreich u. die Europäische Wasser-Charta“, Eigenverlag d. ÖWWV, Wien, 1968;
- (2) K. MEGAY: Grundwasserhygiene, Schriftenreihe des ÖWWV, Heft 44 (1962);
- (3) zitiert nach E. TRÜEB: Wald und Wasser, Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, Nr. 10/11, S. 632—651 (1961);
- (4) E. P. NEMEČEK: Gas — Wasser — Wärme, Bd. 22, Heft 12 (1968);
- (5) K. MEGAY: Wiener Mitteilungen „Wasser — Abwasser — Gewässer“ Bd. 5 (1970), herausgegeben vom Inst. f. Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz der TH Wien (Prof. Dr. Ing. von der Emde);
- (6) K. STUNDL: Mitteilungen d. Österr. San. Verw., 66. Jg., Heft 5 (1965);
- (7) — derselbe: Gas — Wasser — Wärme, Heft 7 (1968);

- (8) K. WUHRMANN: Monats-Bulletin d. Schweiz. Vereines d. Gas- u. Wasserfachmänner, Jg. 1951;
- (9) E. TRÜEB: Monats-Bulletin d. Schweiz. Vereines v. Gas- u. Wasserfachmännern, Nr. 12 (1962) u. Nr. 1, 2 (1963);
- (10) E. P. NEMECEK: Gas — Wasser — Wärme, Heft 2, 3 (1967);
- (11) J. BORNEFF: Arch. f. Hygiene u. Bakt., Bd. 150, Heft 3, 4 (1966);
- (12) O. H. HETTICHE: GWF, Bd. 96, S. 660 (1955);
- (13) World Health Organization „European Standards for Drinking-Water“ (Second Edition), Geneva (1970);
- (14) J. SANDER: Zbl. f. Bakt. usw. I./Orig. 212, S. 331—335 (1969);
— derselbe: „Arzneimittel — Forschung“, 19, S. 1090—1093 (1969);
- (15) Ch. RÜBELT: Gas — Wasser — Wärme, Bd. 24, Heft 10 (1970).

Anschrift des Verfassers: W. Hofrat Dr. med. Koloman MEGAY, Direktor der Bundesstaatl. Bakt.-Serol. Untersuchungsanstalt, Weißenwolffstraße 28, A - 4020 Linz.

Schutzzone I.

(Wasserfassungsgebiet, engstes Schutzgebiet)

Die Größe (Abmessung desselben richtet sich bei Brunnen nach dem von den Hydrologen und Wasserbautechnikern zu errechnenden Gebiet, in welchem durch die Förderleistung der Pumpen (Sog) mit einer Beschleunigung der Grundwasser(GW)-Anströmung auf das Doppelte der durchschnittlichen GW-Strömungsgeschwindigkeit im GW-Einzugsgebiet zu rechnen ist. Dabei ist auch das gw-stromabwärts der Ffassungsstelle gelegene Gebiet in die Bemessung miteinzubeziehen. Bei Quellen hängt die Größe des „Ffassungsgebietes“ von den hydro-geologischen Gegebenheiten ab und wird von Fall zu Fall gesondert zu beurteilen und zu bemessen sein.

Vorschreibungen:

Zu verbieten ist

- a) jeglicher Eingriff am überdeckenden Boden überhaupt, ohne Rücksicht auf seinen Zweck, sein Ausmaß oder seine Tiefe.
- b) jede Art von Düngung sowie land- und viehwirtschaftlicher Nutzung;
- c) die Versickerung jeglicher Art von Abwässern;
- d) die Lagerung aller Arten von Materialien oder Stoffen, ohne Rücksicht auf deren Löslichkeit, Giftigkeit oder sonstige Schädlichkeit für den Boden, das GW oder die menschliche Gesundheit (Ausnahme: Stapelung des geschlägeren Holzes);
- e) die Anlage von Straßen, privaten oder öffentlichen Wegen, Hochsitzen usw.;
- f) die Errichtung von Bauwerken aller Art, auch solcher von nur provisorischem Charakter, einschließlich nicht fundamentierter Hütten (Bauhütten, Blockhäuser, Bungalows usw.); Ausnahme: Bauwerke, die unmittelbar der Wassergewinnung dienen;

- g) das Abstellen und Reinigen von Kraftfahrzeugen;
- h) die Verlegung von Rohrleitungen für den Transport von Abwässern, Niederschlagswässern, Tagwässern sowie Mineralölen und Treibstoffen (Absolutes Pipeline-Verbot!).

Empfehlung: fachgemäße Aufforstung.

Schutzzone II (engeres Schutzgebiet)

Seine Abgrenzung hat auf Grund genauer geologischer und hydrologischer Ermittlungen zu erfolgen, durch welche das GW-Einzugsgebiet, die Strömungsrichtung und Fließgeschwindigkeit des GW usw. klarzustellen sind. GW-Schichtenplan ist zweckmäßig. Für autochthones GW wird der Amtsarzt trachten müssen, die etwa 60tägige Verweilzeit des Wassers im Untergrund sicherzustellen; in Karstgebieten oder bei klüftigen GW-Leitern wird oft ein Großteil des Wassereinzugsgebietes als Schutzgebiet zu deklarieren sein.

Vorschreibungen:

Zu verbieten ist

- a) die Aufgrabung des Bodens zur Gewinnung von Schotter, Kies, Sand, Erde usw., gleichgültig ob durch diese der GW-Spiegel erreicht wird oder nicht; die Anlage von Friedhöfen, Abdeckereien usw.;
- b) die Aufbringung von Gülle (flüssiger Jauche) und frischem animalischem Dünger sowie die Viehweide; Kunstdünger und Kompost (letzterer nach mindestens 2jähriger Rotte) dürfen nur in solchen Mengen aufgebracht werden, daß dadurch die chemische und bakteriologische Beschaffenheit des GW keine Veränderung erfährt (Beweissicherungsanalysen!);
- c) die Versickerung von Abwässern aller Art;
- d) die Ablagerung von Siedlungs- und Hausmüll sowie Unrat und Schmutzstoffen aller Art;
- e) die Lagerung von Mineralölen und Treibstoffen sowie radioaktiven Substanzen, Herbiziden und Pestiziden; chemische Schädlingsbekämpfung nur mit besonderer w. r. Bewilligung;
- f) Be- und Entwässerungen, soweit sie nicht im w. r. Bewilligungsverfahren von den Sachverständigen nach Art und Umfang ausdrücklich als zulässig erklärt werden;
- g) die Errichtung von Einzelbauwerken oder Siedlungen;
- h) die Anlage von Flugplätzen;
- i) die Anlage von Straßen, privaten oder öffentlichen Wegen;
- j) das Abstellen und Reinigen von Kraftfahrzeugen;
- k) die Errichtung von Tankstellen;
- l) die Verlegung von Rohrleitungen für Abwässer, Schmutzwässer, Mineralöle und Treibstoffe.

Ausnahmen von diesen Restriktionen nur in besonders gelagerten Einzelfällen und bei übereinstimmender Auffassung aller im w. r. Bewilligungsverfahren als Gutachter mitwirkenden Sachverständigen.

Schutzzone III.
(erweitertes Schutzgebiet)

Vorschreibungen

- a) Bodeneingriffe (Aufgrabungen, Friedhöfe, Schottergruben usw.) bedürfen der w. r. Bewilligung, die bei Schottergruben auch Vorschreibungen bezüglich der zulässigen Abbautiefe sowie der Rekultivierungsmaßnahmen zu enthalten hat;
- b) Landwirtschaftliche Nutzung, einschließlich Düngung gestattet, nur die Aufbringung von Gülle (flüssiger Jauche) zu verbieten. Abwasserverregnung verboten!;
- c) die Versickerung von Abwässern aller Art ist streng verboten;
- d) zu verbieten ist die Ablagerung von Siedlungs- und Hausmüll sowie Unrat und Schmutzstoffen aller Art;
- e) verboten ist ferner die Lagerung von Mineralölen und Treibstoffen (fallweise Ausnahmen s. sub „k“) sowie von radioaktiven Substanzen, Herbiziden und Pestiziden; chemische Schädlingsbekämpfung nur mit besonderer, w. r. Bewilligung;
- f) Be- und Entwässerungen können, nach Anhören von Sachverständigen, im Rahmen eines w. r. Verfahrens bewilligt werden;
- g) gestattet ist die Errichtung von Einzelbauwerken und Siedlungen unter der (absoluten) Bedingung einwandfreier Kanalisation nach dem Trenn- oder Mischsystem; dagegen ist die Anlage von Senkgruben und Düngestätten usw. verboten;
- h) die Anlage von Flugplätzen ist zu verbieten;
- i) befestigte Straßen und Wege sind zulässig, sofern die Ableitung der Niederschlagswässer von diesen befestigten Flächen über ein einwandfreies Kanalisationsnetz erfolgt;
- j) Abstellen und Reinigen von Kraftfahrzeugen darf nur auf befestigten Flächen mit ordnungsgemäßem Kanalanschluß (einschließlich Leichtstoff- und Fettabschneider) erfolgen;
- k) die Errichtung von Tankstellen sollte nur ad hoc und nur im Wege w. r. Bewilligungsverfahren erfolgen, wobei dann ganz besondere Sicherheitsvorschriften gemacht werden müssen; keinesfalls dürfen generelle oder nur gewerbebehördliche Bewilligungen erteilt werden;
- l) die Verlegung von Rohrleitungen für Abwasser ist im Zuge technisch einwandfreien Kanalisationsbaues mit Auflage besonderer Sorgfaltsvorschreibungen für Rohrmaterial, Verbindungen usw. (auch Anlage von Kontrollschächten) gestattet; die Führung von Pipelines für Mineralöle und Treibstoffe im erweiterten Schutzgebiet ist aber zu untersagen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: [1971](#)

Autor(en)/Author(s): Megay Koloman

Artikel/Article: [Hygienische Aspekte beim Schutz des Grundwassers 153-165](#)