Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 72 (1979)

Heft: 2

Artikel: Trinkwasser-Schutzgebiete für Grundwasser : Bericht über das regionale Meeting vom 8./9. September 1978 in Basel

Autor: Blau, René V.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-164855

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: 16.07.2025

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

Eclogae geol. Helv.	Vol. 72/2	Seiten 591-600	Basel, Juli 1979

INT. ASSOZIATION DER HYDROGEOLOGEN

Trinkwasser-Schutzgebiete für Grundwasser

Bericht über das regionale Meeting vom 8./9. September 1978 in Basel

Zusammengestellt von RENÉ V. BLAU

Am 8./9. September 1978 wurde in Basel ein regionales IAH-Meeting zum Thema Trinkwasser-Schutzgebiete für Grundwasser durchgeführt, organisiert von der Sektion Bundesrepublik Deutschland, den Mitgliedern in Österreich und dem Nationalen Komitee der Schweiz. 80 Fachleute haben teilgenommen. Vertreten waren die Länder Bundesrepublik Deutschland, Frankreich, Holland, Österreich, Polen, Schweiz und Tschechoslowakei. Das Meeting strebte folgende Ziele an:

1. Darzulegen und kritisch zu beleuchten sind:
   — die wissenschaftlichen Grundlagen, die zu den stark voneinander abweichenden Dimensionierungskriterien für Trinkwasser-Schutzgebiete geführt haben;
   — die zur Dimensionierung herangezogenen Kennwerte des Grundwassers und der Grundwasserleiter und ihre Bestimmungsmethoden;
   — die unterschiedlichen Beschränkungen anderer Nutzungsinteressen am Boden.
2. Zu prüfen ist, ob einheitliche Grundlagen für nationale Richtlinien gefunden werden können.

Die Diskussion der fünf gewählten Themenkreise zeigte folgendes Bild:

1. Einleitung, Gegenüberstellung der Richtlinien (Ziel, Definitionen, wissenschaftliche Grundlagen), Formulierung der sich ergebenden Fragen (8. September, 10.15-12 Uhr)

Diskussionsleiter: Dr. R.V. Blau, Ostermundigen (Protokoll); *Diskussionsrunde:* Dr. G. Andres, München; dipl. Ing. H. Bartel, Tübingen; Dr. P. Bitterli, Basel; Dr. H.K. Findeisen, Freiburg; Dr. B. Hölting, Wiesbaden; Prof. H. Karrenberg, Krefeld; Prof. A. Kleczkowski, Krakow; Dr. C. Niggli, Bern; Prof. F. Nöring, Wiesbaden; dipl. Ing. G. Peters, Hannover; Dr. H. Prier, Freiburg; Dr. G. Schikkor, Bern; Dr. G. Siebert, Düsseldorf; Dr. G. Strayle, Freiburg; Prof. E. Trüeb, Zürich; dipl. Geol. H. van Waegeningh, Oegstgeest; Reg.-OBR H. Zetinigg, Graz; Dr. L. Zilliox, Strassburg.

Trinkwasser-Schutzgebiete haben zum Ziel, im allgemeinen Fall die Konzentration von hygienisch-epidemiologisch relevanten Bakterien und Viren, von chemischen und physikalischen Verunreinigungen des geförderten Grundwassers innerhalb der für Trinkwasser zulässigen Grenzwerte zu halten oder, in speziellen Fällen,

sie nicht über Werte ansteigen zu lassen, die eine wirtschaftlich tragbare Aufbereitung verunmöglichen. Die Frage, wie dieses Ziel erreicht werden kann, ist ziemlich einseitig angegangen worden. Für die Dimensionierung der engeren Schutzzone wird in den deutschen Richtlinien die Lebensdauer der Coli-Bakterien herangezogen, in den schweizerischen wird abgestellt auf die empirisch ermittelte Eliminationsdauer verschiedener Bakterien- und Viren-Arten. Mehr oder weniger stillschweigend wird angenommen, die möglichen abbaubaren chemischen und physikalischen Verunreinigungen würden mit derart dimensionierten Schutzzonen ebenfalls bis auf die tolerierten Werte herabgesetzt. Die schweizerischen Richtlinien nennen einzig einige chemische Randbedingungen, die beim in die Schutzzone einströmenden Wasser erfüllt sein müssen, damit der nötige Abbau gewährleistet ist. Diese einseitige Betrachtungsweise ist kaum zulässig. Das Heranziehen der Lebensdauer von Coli-Bakterien - es geht auf KNORR (1951, neben weiteren teilweise nicht veröffentlichten Resultaten) zurück - für die Dimensionierung der engeren Schutzzone ist vom heutigen Erkenntnisstand her gesehen falsch. Abgesehen davon, dass die Wahl der Lebensdauer von Coli-Bakterien willkürlich ist - lebt doch die pathogene *Salmonella typhimurium* beispielsweise 230 Tage (Absterbequote 99,9% bei 15 °C) -, ist die Lebensdauer hygienisch-epidemiologisch relevanter Organismen nicht allein massgebend. Es müssten alle die Eliminationsprozesse beeinflussenden Faktoren wie z. B. Mineralzusammensetzung, Struktur und Textur der durchflossenen Gesteine, Adsorptionsmuster, Verdünnungseffekte, Chemismus des Grundwassers usw. beachtet werden (vgl. z. B. MERKLI 1975). Die Eliminationsvorgänge können heute im einzelnen nicht erfasst werden. Man hat sich deshalb in der Schweiz entschlossen, Resultate von genau beobachteten Grundwasser-Verunreinigungen zusammenzustellen. Ausgehend von den Arbeiten von BITTON (1975), BOUWER (1972), DREWRY & ELIASSEN (1967), GILBERT et al. (1976), KANZ (1960), MERKLI (1975), REHSE (1977), SCHMASSMANN (1972) und einer Reihe nichtveröffentlichter Untersuchungsergebnisse, wird eine 10-Tage-Aufenthaltsdauer für die Begrenzung der engeren Schutzzone gefordert. Sie ist mit der mittleren wahren Fliessgeschwindigkeit zu berechnen. Diesem Vorschlag können zwei Argumente entgegengehalten werden:

— Vom Gesichtspunkt der ausreichenden Elimination hygienisch-epidemiologisch relevanter Organismen sei er zu wenig untermauert. Die Ausführungen von J. Werner (Geol. Landesamt, Freiburg) zeigen, dass in einzelnen Fällen die Aufenthaltsdauer von 10 Tagen nicht genügt für eine ausreichende Elimination.
— Vom Abbau chemisch-physikalischer Verunreinigungen her gesehen wird die oben erwähnte einseitige Betrachtungsweise noch fragwürdiger.

Die Forderung nach einem ausreichenden, die andern Nutzungsinteressen nicht unnötig einschränkenden Schutz der Fassungen zwingt, die im folgenden aufgeführten Fragen zu behandeln. Die Zusammenarbeit von Fachleuten verschiedener Disziplinen ist dabei unumgänglich; wirtschaftliche Überlegungen fordern, dass international die Aufgaben verteilt und die Resultate ausgetauscht werden.

1. Ist die Aufenthaltsdauer des Wassers im Untergrund wichtigstes massgebendes Kriterium für die Dimensionierung der engeren und weiteren Schutzzone? Die Frage ist zu prüfen

— für eine ausreichende Elimination hygienisch-epidemiologisch relevanter Bakterien und Viren;
— für eine ausreichende Herabminderung abbaubarer chemischer und physikalischer Verunreinigungen;
— für Verdünnungen, Ionen-Austauschvorgänge, Adsorptionen und dergleichen, die die Gefährdung durch nichtabbaubare Stoffe herabsetzen.

2. Ist die Frage teilweise oder ganz zu verneinen, ist zu prüfen, welche anderen Faktoren im gesättigten Milieu wie z. B. Fliessgeschwindigkeit, Verdünnungseffekte, Sorptionen und Dispersionen, Korngrössenverteilung, mineralogische Zusammensetzung, Textur und Struktur des Grundwasserleiters usw. mitzuberücksichtigen sind.
3. Ist die Aufenthaltsdauer wichtiges massgebendes Kriterium, sind die entsprechenden Werte im gesättigten Milieu in Abhängigkeit der auftretenden Strömungsverhältnisse für eine ausreichende Elimination hygienisch-epidemiologisch relevanter Bakterien und Viren sowie weiterer Schadstoffe zu ermitteln. Dabei ist zu prüfen, welche Risikostufen bei der Bestimmung der massgebenden Aufenthaltsdauern allenfalls eingeführt werden könnten.
4. Von welchen Fliessgeschwindigkeiten (mittlere Poren-, maximale, intensive oder mittlere Abstandsgeschwindigkeit, vgl. BEYER 1964) ist beim Bestimmen der Aufenthaltsdauern auszugehen und wie sind sie zu ermitteln?
5. Welche Reinigungswirkung ist Deckschichten zuzuweisen? Wie wird sie bestimmt?
6. Welche Sicherheitsfaktoren sind bei der Schutzzonen-Bestimmung einzuführen, wie gross sind sie zu wählen?
7. Es ist zu prüfen, wie notwendig die einzelnen Schutzzonen-Auflagen sind, welche Möglichkeiten der Abstufung es gibt, wie Präventivmassnahmen zu werten sind.

2. *Elimination von Bakterien und Viren im Untergrund*
(9. September, 8.30–10.30 Uhr)

Diskussionsleiter: Prof. K. Wuhrmann, Zürich; *Diskussionsrunde:* Dr. R.V. Blau, Ostermundigen; Dr. Ch. Haefeli, Wettswil; Dr. W. Rehse (Protokoll), Bern; Prof. E. Thofern, Bonn; Dr. J. Werner, Freiburg.

E. Thofern als Hygieniker und K. Wuhrmann als Bakteriologe umreissen die Problematik, die es beim Festlegen von Fließstrecken bzw. Aufenthaltsdauern zur Elimination hygienisch-epidemiologisch relevanter Bakterien und Viren zu beachten gilt:

— Auszugehen ist von klar festgelegten Quell- und Restraten. Die Bestimmungen der schweizerischen Richtlinien über maximal zulässige Jauchemengen je Hektare in der engeren Schutzzone und über die Dimensionierung von Abwasserleitungen in der weiteren Schutzzone stellen erste Ansätze dafür dar.
— Die autochthone Flora der Grundwasserleiter ist schwierig zu untersuchen, viele Arten sind nicht kultivierbar.

— Beim Impfen von gezüchteten Indikator-Bakterien ist zu beachten, dass deren Überlebenschance ohnehin herabgesetzt ist. Für signifikante Versuche muss von der Grössenordnung der festgelegten Startzahlen ausgegangen werden.

— Es sind sämtliche Eliminationsmechanismen zu berücksichtigen. Neben den bereits erwähnten, geologisch bedingten Eliminationsvorgängen und den Absterberaten durch Alterung sind Vergiftungen durch Antibiotika und Stoffwechselprodukte, Vertilgungen durch Protozoen, Nährstoffmangel, Rückhaltevorgänge - ähnlich wie sie bei einer Gelfiltration auftreten -, longitudinale und transversale Dispersionen usw. zu beachten.

— Das Verhalten von Viren darf nicht mit dem von Bakterien verglichen werden. Obwohl von verschiedenen Autoren für Oberflächenwasser-Versickerungen und Abwasser-Verrieselungen relativ kurze Sickerstrecken (im Bereich von wenigen Metern) für die Elimination von Viren genannt werden, muss bedacht werden, dass für Viren auch Auswaschvorgänge in der amerikanischen Literatur beschrieben worden sind.

— Die von KNORR gewonnenen Erkenntnisse sind heute teilweise überholt. Die Resultate neuerer Arbeiten sind zu berücksichtigen. Die Untersuchungen der Schule K. Wuhrmanns haben für einige Arten folgende Lebensdauern (Absterbequote 99,9%) in Grundwasserleitern bei 15 °C gezeigt:

Salmonella typhimurium	230 d
Salmonella typhi	7,7 d
Escherichia coli	23 d
Streptococcus faecalis	43 d

Die Lebensdauer von Enteroviren liegt in der Grössenordnung von *Streptococcus faecalis.*

R. V. Blau stellt die Resultate vor, die zur Forderung einer 10-Tage-Aufenthaltsdauer für die Begrenzung der engeren Schutzzone in den schweizerischen Richtlinien geführt haben. Neben den bereits erwähnten veröffentlichten Arbeiten sind Untersuchungsresultate von Bakterien-Eliminationen

— an einem Grundwassermodell von 32 m Länge, gefüllt mit sauberem Kies-Sand, aufgebaut von K. Wuhrmann an der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz in Zürich,

— in siltig-sandigen holozänen Schottern von Juratälern und in groben sandigen, holo- bis pleistozänen Schottern in Tälern des Alpenvorlandes (untersuchende Stellen: Wasser- und Energiewirtschaftsamt, Labor des Kantons Bern; Wasserwirtschaftsamt Kanton Baselland)

während der Initialphase von Verunreinigungen herangezogen worden.

J. Werner berichtet über Bakterien-Eliminationsversuche kombiniert mit Farbstoffmarkierungen in Kies-Sanden, teilweise leicht siltig, im Illertal (Erolzheimer Feld und Tannheim) und in Geschiebemergeln und Kiesen von Schwanden bei Isny.

Die an die theoretischen Überlegungen von W. Rehse über die Keimrückhaltung in Grundwasserleitern und Deckschichten anknüpfende Diskussion zeigt eines klar: Es wäre wünschenswert, alle bisher gesammelten Beobachtungen auszuwerten,

um einen Überblick zu erhalten, welche Eliminationsstrecken bei verschiedenen Randbedingungen nötig sind. Ein streng analytisches Vorgehen bei der Berechnung derartiger Strecken dürfte wegen der vielen Eliminationsmechanismen und ihrer kaum erfassbaren Wechselwirkungen keine befriedigenden Resultate ergeben.

3. *Verhalten sonstiger Schadstoffe im Untergrund*
(8. September, 14–15.50 Uhr)

Diskussionsleiter: Prof. A. Kleczkowski, Krakow (Protokoll); *Diskussionsrunde:* dipl. Ing. H. Bartel, Tübingen; Dr. P. Bitterli, Basel; Dr. H. Dauschek, Wessling a.S.; dipl. Geogr. J. Ehlers, Hamburg; Dr. H.J. Exler, München; Dr. H.K. Findeisen, Freiburg; dipl. Geol. P. Fülling, Wuppertal; Dr. Ch. Haefeli, Wettswil; Dr. J. Hahn, Hannover; dipl. Geol. H.O. Hellerer, München; Dr. W. Käss, Freiburg; Dr. W. Rehse, Bern; Dr. D. Rottgardt, Hannover; Dr. V. Schenk, Bergheim; Dr. U. Schöttler, Geisecke; Dr. K.P. Seiler, Neuherberg; Dr. G. Siebert, Düsseldorf.

Unter «sonstigen Schadstoffen» verstand man Substanzen und Energien.

Das Verhalten der schädlichen Substanzen (meistens chemische organische und anorganische Verbindungen) im Grundwasserbereich ist vor allem zur Bestimmung der weiteren Schutzzone (Zone III) massgebend. Manchmal wird eine Zone als «chemische Schutzzone» bezeichnet im Gegensatz zur «biologischen Schutzzone».

Es ist diskutiert worden über das Verhalten folgender Schadstoffe: Erdöl und seine Produkte mit Zusatzstoffen, leicht abbaubare und schwer abbaubare organische Stoffe, Stickstoffverbindungen, Hausmülldeponien, Deponien industrieller Abfallstoffe, stark belastete Abwässer (Untergrund-Verrieselung), Wärme (Abführung in den Untergrund).

Beschlüsse

1. Zweckmässig wäre es, eine Klassifikation (mit Auswertung des Schädlichkeitsgrades) zu bearbeiten. Als Ausgangspunkt kann man den Vorschlag von W. Käss nehmen, der an der Tagung vorgestellt worden ist. Die bestehenden Datenbanken (U. Schöttler) sind zu verwenden und zu erweitern.
2. Trotz der grossen Verschiedenheit ist die Typisierung (Schematisierung) der hydrogeologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet nötig als Unterlage für die Richtlinien zur Dimensionierung der Schutzzone III.
3. Bei der Dimensionierung dieser Zone ist zu berücksichtigen, dass Zeit und Raum für präventiven und aktiven Schutz geschaffen werden. Als Vorarbeit dafür ist die Schaffung eines Signal- und Alarmsystems unerlässlich.
4. Theoretische Modelle der Schadstoff-Verbreitung (Prognose der Migration) sind wertvoll und müssen vermehrt erarbeitet werden. Es ist aber unerlässlich, sie mit praktischen Erfahrungen zu vergleichen und entsprechend zu verbessern.
5. Die analytischen Verfahren sind unbedingt weiterzuentwickeln. Angesichts der ständig wachsenden Zahl von Schadstoffen wäre es zweckmässig, über summierende Teste (z.B. Bioteste) zu verfügen.
6. Untersuchungen über Untergrund-Verrieselung, über tatsächliches Verhalten verschiedener Erdöle und Erdölprodukte im Untergrund usw. sind durch- oder weiterzuführen.

4. Anwendung in Lockergesteinsvorkommen (Kriterien zur Dimensionierung, Nutzungsbeschränkungen, Erfahrungen) (9. September, 10.50–12 und 14–15.40 Uhr)

Diskussionsleiter: Dr. J. Werner, Freiburg; *Diskussionsrunde:* Dr. P. Bitterli, Basel; Dr. H. Dauschek, Wessling a.S.; dipl. Geol. H.O. Hellerer, München; Prof. A. Kleczkowski, Krakow; Dr. B. Mathey, Montezillon; dipl. Ing. G. Peters, Hannover; Dr. W. Rehse (Protokoll), Bern; Dr. V. Schenk, Bergheim; Dr. K.-P. Seiler, Neuherberg; Dr. G. Siebert, Düsseldorf; Dr. G. Strayle, Freiburg; Dr. B. Tröhler, Bern; dipl. Geol. H. van Waegeningh, Oegstgeest; Prof. B. Wohlrab, Giessen; dipl. Geol. Ph. Zahner, Bern; Dr. L. Zilliox, Strassburg.

J. Werner weist einleitend darauf hin, dass die Anwendung der DVGW-Richtlinien bei der Dimensionierung der engeren Schutzzone im Alpenland häufig zu unnötig grossen, wirtschaftlich nicht tragbaren Schutzzonen führe. Die mittleren Porengeschwindigkeiten betragen hier oft 25 und mehr Meter im Tag. Das Geologische Landesamt Baden-Württemberg stellt deshalb neue interne Richtlinien zur Festlegung von Trinkwasser-Schutzgebieten auf. Drei Beobachtungen über Bakterien-Eliminationen in kiesigen Grundwasserleitern zeigen folgendes Bild:

Testfall	*Länge der engeren Schutzzone in m*			*Reichweite der Bakterien in m*
	Richtlinien DVGW 1975	REHSE 1977	Wegleitung Schweiz 1977	
Erolzheim**	950	205* 250	185* 190	>190, massive Eingabe bei Grundwasserspiegel 30, massive Eingabe an Oberfläche
Tannheim**	1500	173* 270	248* 300	>65
Schwanden bei Isny	900	160* 250	150* 280	>90–150, massive Coli-Einbrüche bei Bachversickerung

* Deckschichten werden mitberücksichtigt.
** Ohne Grundwasserentnahme.

Zu grosse Werte nach den DVGW-Richtlinien, teilweise nicht ganz ausreichende Eliminationsstrecken berechnet nach der schweizerischen Wegleitung: Diese Diskrepanzen und Unsicherheiten verlangen nach einer ausführlichen Diskussion. Heute sind allerdings in der Bundesrepublik Deutschland bereits 5000–10000 Schutzzonen rechtskräftig (F. Nöring). Aus verwaltungsrechtlichen Gründen wird deshalb bezweifelt, ob die seit 1953 ausgeübte Praxis aufgegeben werden könnte (B. Hölting, W. Käss). Sie hat zudem den Vorteil, dass eine allfällige Gefährdung durch chemische Verunreinigungen besser abgedeckt wird (V. Schenk). W. Rehse weist auf die Bedeutung der Deckschichten, B. Wohlrab auf die der Böden bei der Reinigung von Sickerwasser hin. Die Gefahren beim Berücksichtigen der Deckschichten liegen in ihrem oft nur ungenügend bekannten heterogenen Aufbau und in den häufig nicht erkannten oder erkennbaren präferentiellen Sicker- und Fliesswegen (G. Michel, Krefeld).

L. Zilliox weist an einigen eindrücklichen Beispielen darauf hin, dass die Heterogenitäten des Untergrundes für die Probleme der Schadstoff-Ausbreitung viel bedeutender sind als für den Wassermenge-Transport. Es darf in vielen Fällen weder mit mittleren Geschwindigkeiten gerechnet werden noch ist es sinnvoll,

Transmissivitäten zu verwenden. Auf dem Gebiet der Forschung sind in letzter Zeit bedeutende Fortschritte gemacht worden; in der Praxis werden die Resultate nur zögernd verwendet, weil heute noch keine übersichtliche umfassende Darstellung der möglichen Schadstoff-Ausbreitungen gegeben werden kann. Hier muss dringend weitergearbeitet werden.

B. Mathey stellt seine Berechnung der Isochronen vor; L. Wyssling eine von den Überlegungen von LANDES (1958) abgeleitete Formel zur Berechnung der Laufzeit des Grundwassers.

Beschlüsse

1. Die Frage der notwendigen Aufenthaltsdauern (vgl. Themenkreis 1) ist zu behandeln. Als erster Schritt sind die von KNORR angestellten Beobachtungen kritisch zu betrachten.
2. Der Einfluss von Heterogenitäten auf Schadstoff-Transporte ist darzulegen. Um relativ rasch mit einem vernünftigen Aufwand voranzukommen, sind empirisch Koeffizienten zu erarbeiten.
3. Neben zeitabhängigen Vorgängen (z.B. Dispersionen, chemische und biologische Reaktionen) spielen auch nicht an die Zeit gebundene (z.B. Wechselwirkungen zwischen transportierten Partikeln und Grundwasserleiter-Partikeln) eine Rolle. Die Auswirkungen dieser Tatsache auf die Schutzzonen-Dimensionierung sind zu prüfen.
4. Eine Schaden-Dokumentation ist aufzustellen, damit Schwerpunkte gesetzt und Vergleiche gezogen werden können.

5. *Anwendung bei Festgesteinsvorkommen (Kriterien zur Dimensionierung, Nutzungsbeschränkungen, Besonderheiten im Karst, Erfahrungen)* (8. September, 16.10–18 Uhr)

Diskussionsleiter: Dr. H.J. Schmassmann, Liestal; *Diskussionsrunde:* Dr. G. Andres, München; Dr. P. Bitterli, Basel (Protokoll); Dr. H.J. Exler, München; Dr. E. Hoehn, Birmensdorf; Dr. B. Hölting, Wiesbaden; Prof. H. Hötzl, Karlsruhe; Prof. H. Karrenberg, Krefeld; Dr. G. Michel, Krefeld; Prof. H. Moser, Neuherberg; Prof. B. Wohlrab, Giessen.

H. Karrenberg weist auf die grundsätzlichen Unterschiede gegenüber Lockergesteinsgrundwässern hin. Der Geltungsbereich sowohl der DVGW-Richtlinien (1975) wie auch der schweizerischen Wegleitung (1977) wird ausdrücklich auch auf Festgesteine ausgedehnt, obwohl beiden Arbeiten im wesentlichen die Erfahrungen bei Lockergesteins-Grundwasserleitern zugrunde gelegt worden sind. Die besonderen, sehr verschiedenartigen hydraulischen Verhältnisse bei Festgesteinen werden kaum besonders berücksichtigt, karbonatische und nichtkarbonatische Grundwasserleiter nicht unterschieden. In der schweizerischen Wegleitung werden zwar einige Hinweise auf Festgesteins-Grundwasserleiter gegeben; sie beziehen sich aber im wesentlichen auf Karst-Aquifere.

Für die Dimensionierung von Festgesteins-Schutzzonen ist die Gebirgsdurchlässigkeit massgebend. Sie hängt ausser von der Lithologie und dem Diagenesegrad der Gesteine überwiegend von Fugen, Störungszonen und Hohlräumen ab. Diese bedingen eine Anisotropie des Gebirges.

Chemische und bakterielle Verunreinigungen werden oft kaum eliminiert. Die Ausbreitung unerwünschter Stoffe erfolgt oft schnell über grosse Distanzen, manchmal nur in einer Richtung entsprechend geologischer Situation und hydraulischem Gefälle.

H.J. Schmassmann, H. Karrenberg u.a. weisen anhand von Beispielen hin auf die mögliche unregelmässige Abfolge der Zonen I, II und III, auf unzusammenhängende Schutzzonen und auf solche, die sich längs Störungen, Kluftsystemen usw. sehr weit erstrecken können.

Die grossen Permeabilitäten bei verschiedenen Festgesteinen bedingen häufig sehr grosse Schutzzonen. Die Verhältnismässigkeit der Massnahmen, die die Schutzzonen-Vorschriften verlangen, kann überschritten werden (H. Karrenberg). Die Frage der Verhältnismässigkeit und Realisierbarkeit stellt sich vor allem dann, wenn das geförderte Wasser ohnehin aufbereitet werden muss. Die grossen Schutzzonen sind zudem oft teilweise besiedelt. Man wird unter Umständen gezwungen sein, statt einer Zone II lediglich eine Zone III mit geringerer Schutzwirkung ausscheiden zu können. Wenn damit z.B. erreicht wird, dass der Dichtheit von Schmutzwasserleitungen vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt wird oder dass Dolinen nicht mehr als Schutt- und Kehrichtdeponien benützt werden (H.J. Exler hat eingehend auf diese Gefahren hingewiesen), ist trotzdem Wichtiges zum Schutz des Grundwassers getan worden (H.J. Schmassmann).

Diese Unterschiede bei der Festlegung, der Realisierbarkeit und der Wirksamkeit der Schutzzonen werfen die Frage auf, ob nicht gesonderte Richtlinien für Festgesteins-Schutzgebiete aufgestellt werden müssten. Dies befürworten H. Hötzl, H. Karrenberg, H.J. Schmassmann und J. Werner (Freiburg i.Br.), während F. Nöring (Wiesbaden), weil es zwischen den beiden Grundwasserleiter-Typen Übergänge gibt, V. Schenk (Bergheim) und B. Hölting aus verwaltungsrechtlichen Gründen, dies ablehnen.

Die Methodik der Ermittlung von Einzugsgebieten konnte nur noch gestreift werden. H. Moser weist hin auf die Vorteile der Benutzung von Umwelt-Isotopen gegenüber Markierversuchen, die nur Momentaufnahmen ermöglichen. E. Hoehn schlägt vor, die mittlere theoretische Aufenthaltszeit des Grundwassers, eine Funktion der Trockenwetterlinie, als Dimensionierungskriterium für die Ausscheidung von Quell-Schutzzonen in Festgesteinen heranzuziehen.

Beschlüsse

1. Ein weiterer internationaler Gedanken- und Erfahrungsaustausch ist nötig. Die beim Thema 1 aufgeführten Fragen stellen sich auch hier.

2. Die grundlegende Frage, ob Lockergesteins- und Festgesteins-Schutzgebiete in getrennten Richtlinien behandelt werden müssen und ob bei Festgesteins-Grundwässern unter Umständen gesonderte Nutzungsbeschränkungen anzuwenden sind, blieb umstritten. Sie ist weiterzuverfolgen.

3. Die Erfahrung zeigt, dass auch bei der aus Zeitmangel nur gestreiften Frage nach der Methodik der Schutzgebietsbestimmung sehr viele Unsicherheiten bestehen, die einen weiteren Meinungsaustausch rechtfertigen.

6. *Erste Schlussfolgerungen, Herausarbeiten wünschenswerter Forschungsrichtungen und Ziele sowie von Richtlinien für ein Positionspapier für das Council der IAH* (9. September, 16–17 Uhr)

Diskussionsleiter: Prof. E. Groba, Burgdorf; *Diskussionsrunde:* alle Diskussionsleiter (Protokoll: Dr. Blau); ferner: Dr. H.K. Findeisen, Freiburg; Dr. J. Hahn, Hannover; Prof. H. Hötzl, Karlsruhe; Prof. H. Karrenberg, Krefeld; Dr. W. Käss, Freiburg; Prof. H. Moser, Neuherberg; Dr. P. Nänny, Dübendorf; Dr. C. Niggli, Bern; Prof. F. Nöring, Wiesbaden; dipl. Ing. G. Peters, Hannover; Dr. H. Prier, Freiburg; Dr. K.-P. Seiler, Neuherberg; Dr. G. Siebert, Düsseldorf; Prof. E. Trüeb, Zürich; dipl. Geol. H. van Waegeningh, Oegstgeest; Reg.-OBR H. Zetinigg, Graz; Dr. L. Zilliox, Strassburg.

Die Diskussionen haben gezeigt:

1. Die den Richtlinien für Trinkwasser-Schutzgebiete zugrunde liegenden wissenschaftlichen und empirischen Unterlagen sind zu wenig erhärtet. Es bestehen heute zweifellos noch grosse Erkenntnislücken. Gleichzeitig muss aber der Vorwurf erhoben werden, vorhandene Erkenntnisse seien häufig nur unvollständig ausgeschöpft worden.
2. Rein analytische Betrachtungen für die Dimensionierung von Schutzgebieten sind wegen der vielen zu beachtenden Faktoren und ihrer nichtüberblickbaren Wechselwirkungen meist nicht erfolgreich. Dies kann nicht von der Pflicht entbinden, wenigstens die vielen Schadensfälle und Versuchsresultate sorgfältig auszuwerten, um empirisch zu Näherungslösungen zu gelangen.
3. Die bei der Herleitung der deutschen und schweizerischen Dimensionierungskriterien gewählte Betrachtungsweise ist zu einseitig auf die Elimination hygienisch-epidemiologisch relevanter Organismen ausgerichtet.
4. Die stark voneinander abweichenden Dimensionierungskriterien der beiden Richtlinien sind – dieser Eindruck entstand – weniger wissenschaftlich als wirtschaftlich beziehungsweise verwaltungsrechtlich-traditionell begründet.

Es wird beschlossen:

Dem IAH Executive Committee ist zu beantragen, es sei eine «Temporäre Arbeitsgruppe Trinkwasser-Schutzgebiete in humiden Klimabereichen» zu schaffen. Als Leiter wird Prof. A.St. Kleczkowski (Krakow), als Sekretär Dr. R.V. Blau (Ostermundigen) vorgeschlagen. Sie haben, ausgehend von den Beschlüssen dieser Diskussionstagung, dem Executive Committee ein Positionspapier vorzulegen.

LITERATURVERZEICHNIS

BEYER, W. (1964): *Die Erfassung von Grundwasserfliessvorgängen mittels Farbstoffen in Verbindung mit Pumpversuchen.* – Z. angew. Geol. *10*/6, 295–301.

BITTON, G. (1975): *Adsorption of viruses onto surfaces in soil and water.* – Water Res. (Elmsford NY) *9*, 473–484.

BOUWER, H. (1972): *Renovating municipal wastewater by high-rate infiltration for ground-water recharge.* – J. AWWA *66*/3, 159–162.

Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern (1975): *Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete.* I. Teil: *Schutzgebiete für Grundwasser.* – Frankfurt (ZfGW).

DREWRY, W.A., & ELIASSEN, R. (1967): *Virus Movement in Groundwater.* - J. WPCF *40/8*, Part. 2.

Eidg. Amt für Umweltschutz (1977): *Wegleitung zur Ausscheidung von Gewässerschutzbereichen, Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzarealen.* - Bern (AfU).

GILBERT, R.G., et al. (1976): *Wastewater renovation and reuse: Virus removal by soil filtration.* - Science *192*, 1004-1005.

KANZ, E. (1960): *Über das Verschwinden von Keimen im Grundwasser des diluvialen Schotterbodens.* - Arch. Hygiene (München) *144*, 373-401.

KNORR, M. (1951): *Zur hygienischen Beurteilung der Ergänzung und des Schutzes grosser Grundwasservorkommen.* - Gas- und Wasserfach (München) *92*, 104-110, 151-155.

LANDES, T. (1958): *Beitrag zur Berechnung der engeren Schutzzone von Trinkwasserversorgungsanlagen bei sandigem und kiesigem Untergrund.* - Bohrtechnik, Brunnenbau *9*, 403-410.

MERKLI, B. (1975): *Untersuchungen über Mechanismen und Kinetik der Elimination von Bakterien und Viren im Grundwasser.* - Diss. ETH *5420;* Clausthal-Zellerfeld (Bonecke-Druck).

REHSE, W. (1977): *Diskussionsgrundlagen für die Dimensionierung der Zone II von Grundwasserschutzzonen bei Kies-Sand-Grundwasserleitern für die Fremdstoffgruppen «Abbaubare organische Verunreinigungen, pathogene Keime und Viren».* - Broschüre *401.77*, Eidg. Amt für Umweltschutz, Mai 1977.

SCHMASSMANN, H. (1972): *Künstliche Grundwasseranreicherung.* - Gas-Wasser-Abwasser *1972/5*.