Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 70 (1952)
Heft: 43

Artikel: Fortschritte im Korrosionsschutz unterirdischer Leitungen
Autor: Grand d'Hauteville, E.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-59697

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

sinken kann, wesentlich ungünstiger als Grundwasser mit seiner konstanten Temperatur von + 11 bis + 12 ° C. Wir halten dafür, dass die Höhe der Abgaben von einer Kommission bestimmt werden sollte, in der auch Wärmepumpen-Fachleute vertreten sind, die die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen zu beurteilen vermögen.

A. Ostertag

Fortschritte im Korrosionsschutz unterirdischer Leitungen

Von Ing. E. GRAND D'HAUTEVILLE, Lausanne

DK 621.64:699.82

Die Korrosion ist bekanntlich der Hauptfeind der unterirdisch verlegten Leitungen und Eisenbehälter. Man unterscheidet zwischen der durch vagabundierende Ströme hervorgerufenen elektrolytischen und der durch alkalischen oder säurehaltigen Erdboden erzeugten chemischen Korrosion. Die erste Art wird hauptsächlich durch die mit Gleichstrom betriebenen Strassen- und Eisenbahnen bewirkt, deren Einfluss sich bisweilen auf mehrere Kilometer erstreckt.

Auf den ersten Blick erscheint es sehr einfach, eine Leitung vor Korrosion zu schützen. Es genügt, sie mit einem elektrisch isolierenden, feuchtigkeitsfesten Schutzmantel zu umhüllen. Bitumen, Teer, Asphalt, Talg, Paraffin und dgl. sind hierfür mit mehr oder weniger Erfolg verwendet worden. Unter den Ursachen für die Unzulänglichkeit dieser Verfahren seien nur die folgenden erwähnt:

1. Die Umhüllung ist infolge von oft kaum sichtbaren Luftbläschen für Feuchtigkeit und somit auch für vagabundierende Ströme durchlässig.
2. Die Isolation wird bei höherer Temperatur weich und beginnt zu fliessen, wenn die Rohre vor Verlegung der Sonne ausgesetzt sind.
3. Durch die Kälte wird die Umhüllung hart und spröde; sie verliert ihre Adhäsion am Eisen, erhält bei Frost Risse oder löst sich schuppenweise ab.
4. Bei der Erdauffüllung wird die Umhüllung leicht durch nachträgliche Setzungserscheinungen verletzt und zwar durch folgende: Bei einer frischverlegten Leitung bleibt die Erde überall da, wo sie nicht gestampft werden konnte, also namentlich in den beiden untern Ecken des Grabens locker. Mit dem langsamen Absetzen dringen Steine in die mehr oder weniger plastische Umhüllung ein und deformieren sie.

Um diesen Gefährdungen zu begegnen, wurde die isolierende Masse mit Baumwoll-, Hanf- oder Jute-Geweben armiert. Damit ergab sich jedoch eine neue Gefahr: Die pflanzlichen Fasern, die hier und dort aus der Oberfläche heraustreten, saugen die Feuchtigkeit ins Innere der Isolation; sie bewirkt dort Fäulnis, macht die Fasern leitend und fördert damit den Angriff durch vagabundierende Ströme.

Dieser Nachteil der Armierung kann behoben werden, seit es gelang, statt organische von Soda praktisch freie Glasfasern zu verwenden, die nicht hygroskopisch und dauernd feutigkeitsbeständig sind. Die Glasfaser weist noch andere, ebenso wertvolle Eigenschaften auf; nämlich sehr hohe Zugfestigkeit (über 100 kg pro mm²), kleinste Dehnung, ferner die Eigentümlichkeit, die Luftblasen des noch warmen Bitumens austreten zu lassen sowie die Fähigkeit, ohne Schaden die Hitze der Flamme zu ertragen, wenn nachträglich die Bitumenschicht zur Beseitigung eines Fehlers nochmals erwärmt wird. Alle diese Vorteile machen es verständlich, warum in allen Erdteilen die Jute immer mehr durch Textilglas ersetzt wird. In den USA ist diese Entwicklung schon seit einigen Jahren nahezu vollständig abgeschlossen.

Als Beispiel sei die Korrosionsschutzisolation der transkontinentalen Rohrleitung Texas—New York erwähnt, die mit nahezu 3000 km Länge bei 750 mm Durchmesser die längste Gasleitung der Erde ist. Das verwendete Glasband würde eine Fläche von über 7 km² bedecken. Im Nahen Osten, namentlich in Persien und im Irak, wurde nach langen Versuchen ebenfalls Textilglas gewählt für die Isolierung der beiden Rohrleitungen der Anglo-Iranian Oil Co. und der Iraq Petroleum Co., die in den Jahren 1948 und 1949 verlegt wurden. Die erste dieser Leitungen von 560 mm Durchmesser und 72 km Länge verbindet die Quellen von Agha Jari mit den Verschiffungsanlagen der Tankschiffe im Persischen Golf, wobei ein tiefgelegenes sumpfiges Gebiet durchquert wird. Die andere Leitung mit einem Durchmesser von 400 mm und 960 km Länge wurde zwischen den Petrolfeldern von Kirkuk und dem Mittelmeer verlegt und durchquert ein stark zerklüftetes, zum grossen Teil felsiges Gelände. In beiden Fällen hat die Glastextil-Umhüllung ausgezeichnete Ergebnisse

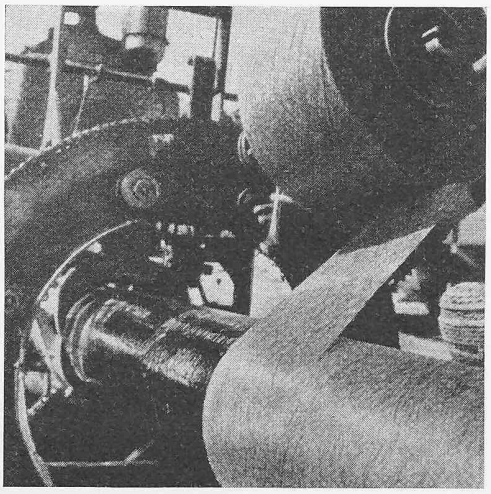

Bild 1. Isolation der 250 km langen Oelleitung Le Havre—Paris mittels einer automatischen Perrault-Maschine

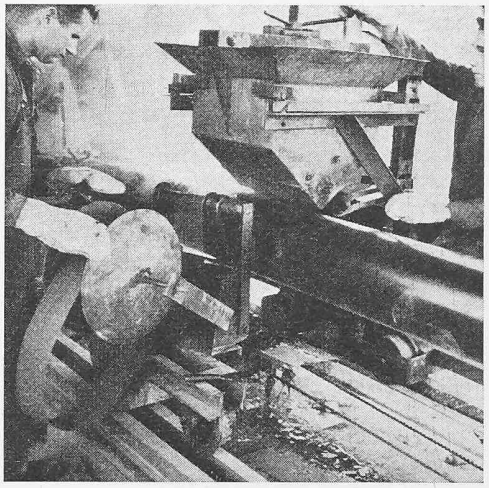

Bild 2. Isolation einer Wasserleitung in den Eisenbau-Werkstätten Zwahlen & Mayr, Lausanne

Bild 3. Die Stosstellen werden nach Verlegung zusammengeschweisst und mit «Vetrotex»-Band isoliert (Gaswerk Zürich)

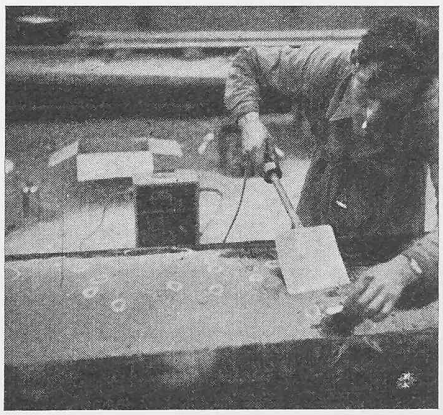

Bild 4. Hochspannungskontrolle einer «Vetro-Waberit» Isolation. Die porösen Stellen werden mit Kreide bezeichnet und mit der Lötlampe nachgeschmolzen (Strassenbaumaterial AG., Bern)

gezeitigt. Auch die sich gegenwärtig in Frankreich im Bau befindenden Oel- und Gasleitungen von Le Havre nach Paris (Länge 250 km, Durchmesser 230 mm) und von Nancy nach Paris (450 km, Durchmesser 300 mm) erhalten die gleiche Umhüllung.

Früher wurden die meisten Rohrleitungen, deren Durchmesser 300 mm nicht überstieg, ohne jeglichen Schutz auf der Erdoberfläche verlegt. Heute herrscht die Tendenz vor, Leitungen grösseren Durchmessers zum Schutze gegen Deformationen infolge Temperaturschwankungen, sowie auch gegen Sabotageakte in den Erdboden zu versenken. Damit ist der Korrosionsschutz zu einer Notwendigkeit geworden. Alle neuzeitlichen Rohrleitungen weisen den «kathodischen» Schutz [1]) auf, wobei die Umhüllung zur Hauptaufgabe hat, Stromverluste zu verhindern und die Länge der einzelnen, durch die Ladegleichrichter oder Magnesiumanoden geschützten Abschnitte zu vergrössern. Damit erklärt sich die Wichtigkeit einer Umhüllung von hohem elektrischem Widerstand, der auch mit der Zeit nicht nachlässt.

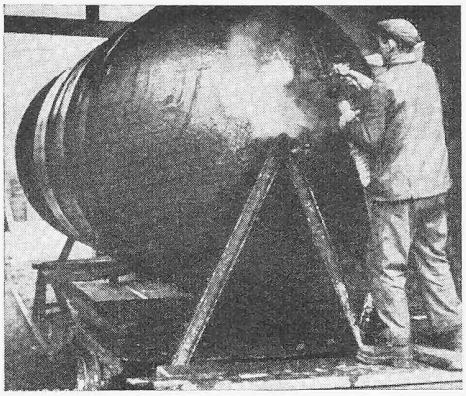

Bild 5. Benzin- und Oeltanks werden mit «Veroid»-Glasgewebe und «Shellpipe»-Heissbitumen isoliert (Meynadier & Cie. AG., Zürich)

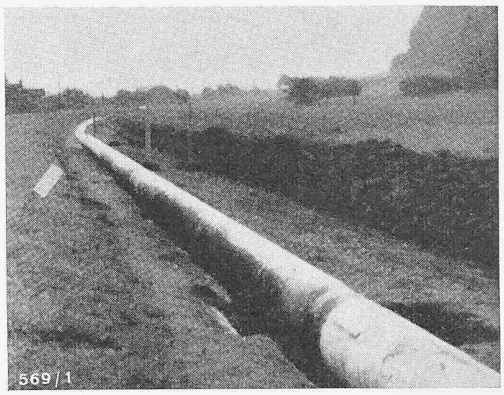

Bild 6. Neue Leitung für die Wasserversorgung der Stadt Biel; Rohre mit Glasvlies (Sulzer), Stosstellen mit «Vetrotex»-Band isoliert (O. Wild AG., Muri/Aarg.)

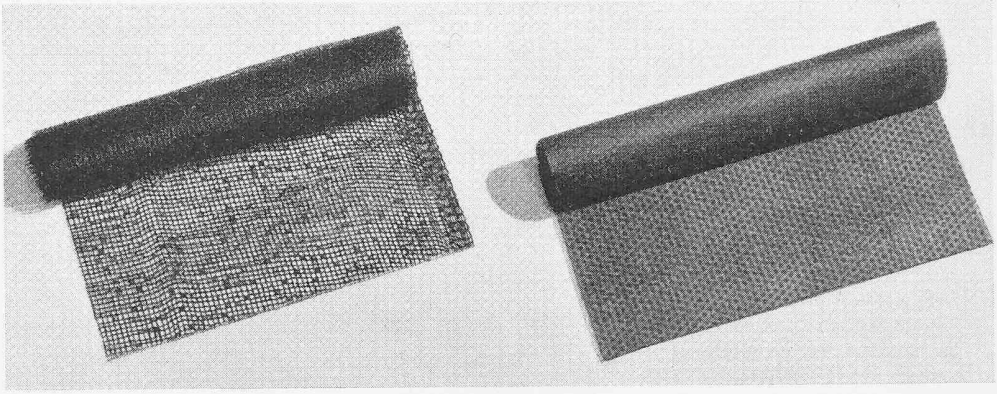

Bild 7. Fäulnissicheres «Vetrotex»-Armaturgewebe (links) und «Vetrofelt»-Glasvlies (rechts) zum Korrosionsschutz unterirdischer Behälter und Leitungen (Fibres de Verre S.A., Lucens/Vd.)

Selbstverständlich kann die Isolierung von derart grossen Leitungen nicht mehr von Hand erfolgen, sondern verlangt Spezialmaschinen mit Motorantrieb (Bild 1). Die Maschine, die auf der verlegten Leitung montiert wird, führt eine gewisse Menge flüssigen Bitumens mit sich. Sie besitzt einen rotierenden Ring, welcher die Rollen mit dem Textilglas in Form von 200 m langen Bändern trägt. Während sich die Maschine vorwärts bewegt, ergiesst sich das geschmolzene Bitumen auf die Leitung, und der mit 50 U/min sich drehende Ring wickelt das Glasband in Spiralen um die noch mit weichem Bitumen bedeckten Rohre. Beim Eindringen der Glasfaser in das Bitumen werden die darin gefangenen Luftbläschen befreit, was die Umhüllung undurchlässig macht und ihren elektrischen Widerstand wesentlich erhöht.

In Europa, wo die zu isolierenden Leitungen kürzer sind, kommt die Verwendung derartiger Spezialmaschinen nur ausnahmsweise in Betracht. Die Rohre werden meistens in der Fabrik isoliert (Bild 2) und an Ort und Stelle zusammengeschweisst, wobei die Schweisstellen nachträglich isoliert werden (Bild 3).

In gewissen Fällen ist die Kontrolle des elektrischen Widerstandes, bzw. des Durchschlagwertes der Isolation von Interesse. Zu diesem Zwecke schuf ein Schweizer Konstrukteur einen tragbaren Induktionsapparat, mit dem allfällige Fehler, Poren und Luftblasen festgestellt werden können, die dann mit einer Lötlampe und einer Spachtel leicht zu entfernen sind (Bild 4). Bei Isolationen aus Jute oder Hanf brachte die Verwendung eines Brenners die Gefahr des Verbrennens der Fasern und somit einer Schwächung der Isolation mit sich. Seit der Einführung von Umhüllungen aus Glasgewebe ist dieses Risiko völlig überwunden, wie auch die Notwendigkeit, für diese Arbeit kostspielige, besonders geschulte Arbeitskräfte einzusetzen.

In der Schweiz sind die fäulnissicheren, mit Glasgewebe armierten Umhüllungen erst vor ein bis zwei Jahren aufgetaucht; seit den von der Eidg. Materialprüfungsanstalt (EMPA) durchgeführten Versuchen, welche die Ueberlegenheit der anorganischen Armierungen bewies, haben sie jedoch einen raschen Aufschwung genommen. Hunderte von Behältern und mehrere Dutzend Gas- und Wasserleitungen aller Grössen sind durch diese Isolationstechnik geschützt worden (Bilder 5 u. 6).

Bild 8. «Vetro-Waberit»-Isolation eines der zwei 150 000 Liter-Oelbehälter der Stadt Le Locle (Strassenbaumaterial AG. Bern)

Betrachten wir abschliessend die in Frage kommenden Textilglasbänder etwas näher: Es gibt zwei verschiedene Sorten und zwar den «Vetrofelt»-Vlies aus verfilzten, leicht zusammengeklebten Fasern, und das eigentliche weitmaschige Glasgewebe, das unter dem Namen «Vetrotex» bekannt ist (Bild 7). Die Glasfaser ist bekanntlich nicht hygroskopisch, unbrennbar und fäulnissicher, chemisch neutral und widerstandsfähig gegen die korrodierenden Bestandteile des Bodens sowie elektrisch hoch isolierend. Für den speziellen Zweck des Korrosionsschutzes besitzen sowohl der Vetrofelt-Vlies wie das Vetrotex-Gewebe, jedoch in verschiedenem Masse, die folgenden drei wichtigen Eigenschaften: Hohe mechanische Festigkeit, Durchlässig-

[1]) *R. de Brouwer:* «La protection cathodique des canalisations souterraines». Dieser Schutz besteht im wesentlichen darin, dass man dem zu schützenden Objekt ein negatives Potential von 1 bis 2 Volt gegenüber der Erde gibt.

keit für heisses Bitumen und einen günstigen Preis, der die Anwendung des neuen Verfahrens in jedem Falle wirtschaftlich tragbar macht.

Für die maschinelle Isolierung der Leitungsrohre, die im Felde verlegt werden, genügt in den meisten Fällen ein Glas-Vlies von etwa 60 g/m², insbesondere dann, wenn gleichzeitig der kathodische Schutz vorgesehen ist. Für grössere Behälter dagegen, sowie für Leitungen in städtischen Gebieten, wo Steine zur Auffüllung dienen und Erschütterungen auftreten, ist das Vetrotex-Armatur-Gewebe mit 3 bis 5 mm grossen Maschen zu empfehlen (Bild 8). Als Faustregel gilt, dass für die Isolation von Rohren die Breite der Bänder nicht schmäler als der Radius und nicht breiter als der Durchmesser gewählt werden soll, für grössere Objekte jedoch nicht über 30 bis 35 cm. Für die Isolation der Schweisstellen, welche von Hand und im Graben erfolgen muss, ist ein 10 bis 15 cm breites Glasgewebeband, das mit klebrigem Bitumen vorimprägniert ist, zu empfehlen, gleichgültig ob Vlies oder Gewebe für die Isolation der Rohre selbst verwendet wurde.

Die Herstellung der verschiedenen Glasfaser-Sorten ist bereits wiederholt beschrieben worden (s. Literaturverzeichnis), so dass hier darauf verzichtet werden kann. Es sei an dieser Stelle nur betont, dass dieses relativ neue Material sich in unserem Lande bereits eine bedeutende Stellung als Wärme- und Schallisolierung im Baugewerbe und in der Industrie sowie als elektrische Isolation errungen hat. Es ist daher vorauszusehen, dass die Glasfaser auch auf dem jüngsten Gebiet, dem Korrosionsschutz, rasch allgemeine Verbreitung erfahren wird.

Literaturnachweis:

[1] *N. G. Neuweiler:* Les fibres de verre, leur production et emploi. «Indic. industr.», Bd. 35 (1951), Nr. 560 und 561.

[2] *R. Hediger:* Die Glasfasern in der Industrie. «Schweiz. Werkm.-Ztg.», Bd. 56 (1950), Nr. 23, Seite 304...306.

[3] *W. Oburger:* Die Isolation für thermisch hochbeanspruchte elektrische Maschinen. «Elektrotechnik und Maschinenbau». Bd. 67 (1950), Nr. 5, Seite 150...154.

[4] *H. Lütolf:* Fibres de Verre S. A., Lucens. «Bull. SEV», Bd. 40 (1949), Nr. 26, Seite 1065...1066.

[5] *W. Oburger:* Neuzeitliche Glasfaser-Isolationen. «Oesterr. Maschinenmarkt und Elektrowirtschaft». Bd. 4 (1949), Nr. 10.

[6] *J. Gaulis:* Caractéristiques et fabrication des textiles de verre utilisés comme isolants en électrotechnique. «Bull. ASE», Bd. 39 (1948), Nr. 8, S. 267...272.

[7] *E. Grand d'Hauteville:* Une visite à la fabrique de fibres de verre de Lucens. «Construire» 1948, Nr. 5, S. 12...15.

[8] *R. de Brouwer:* La protection cathodique des canalisations souterraines. Ed. par l'Ass. des Gaziers Belges, Bruxelles.

Der Rheinauer Kraftwerkbau und die Trinkwasserfrage der Stadt Winterthur

DK 621.311.21 (494.34)

In der Schweizerischen Bauzeitung vom 6. September 1952 (Nr. 36, S. 523) erhebt Dr. H. Deringer, Direktor der Wasserversorgung Winterthur, schwerste persönliche Vorwürfe gegen den Unterzeichneten. Ich bedaure es, dass es Dr. Deringer für richtig hielt, sachliche Streitfragen auf dem Wege der persönlichen Polemik zu «diskutieren». Ich gedenke nicht, das gleiche Vorgehen zu wählen, sondern begnüge mich damit, die Anfeindungen Dr. Deringers durch folgende Feststellungen aufs entschiedenste zurückzuweisen:

1. Der schwerste Vorwurf Dr. Deringers besteht darin, dass er mich der bewussten Irreführung der Oeffentlichkeit zeiht. Worauf stützt sich diese Behauptung? Ich soll die beiden Gutachten Dr. Hug vom 26. April 1929 und 14. April 1942 oft zitiert und dabei in Zusammenhang mit der Trinkwasserfrage gebracht haben, obwohl diese beiden Gutachten nur die Möglichkeit und allfällige Grösse von Wasserverlusten für das Kraftwerk Rheinau durch Versickerungen aus dem Stausee abzuklären gehabt hätten. Im Anschluss an die Stelle, an der Dr. Deringer diesen Vorwurf erhebt, erwähnt er das Ergänzungsgutachten vom 22. September 1951 von Dr. Hug. Er bemerkt, dass dieses Gutachten: «...in der Tat in verschiedenen geologischen und hydrologischen Punkten eine Bestätigung der erwähnten Gutachten aus den Jahren 1929 und 1942 bilde.» Er verschweigt aber, dass es hauptsächlich die von mir gestellten Fragen nach einer allfälligen Gefährdung des Rheinauer Grundwassers durch den Kraftwerkstau im Hinblick auf seine Verwendung als Trinkwasser und Brauchwasser behandelt. Insbesondere verschweigt er die Schlussfolgerung, dass keine Aenderung des Sauerstoffgehaltes und der damit zusammenhängenden chemischen Komponenten des Grundwassers zu erwarten sei.

Als ich die Gutachten von Dr. Hug in der Oeffentlichkeit zitierte, war mir diese Schlussfolgerung bekannt. Eine Irreführung der Oeffentlichkeit ist nicht erfolgt, geschweige denn eine bewusste Irreführung; ich weise einen solchen Vorwurf mit aller Energie und Entschiedenheit zurück.

2. Dr. Deringer beschuldigt mich des Missbrauches der Gutachten von Dr. Hug und wirft Dr. Hug vor, er hätte sich gegen den Missbrauch seiner Gutachten nicht zur Wehr gesetzt.

Meinerseits kann ich mich zur Entkräftung dieses Vorwurfes darauf beschränken, auf das unter Ziffer 1 Gesagte zu verweisen. Die Richtigkeit der einfachen, logischen Schlussfolgerung, die ich mir aus den beiden Gutachten 1929 und 1942 zu ziehen erlaubte, wurde durch den Gutachter Dr. Hug in seinem Ergänzungsgutachten 1951 eindeutig bestätigt. Zudem erklärt Dr. Hug schriftlich:

«Es entspricht nicht den Tatsachen, wenn von einem Missbrauch meiner Gutachten gesprochen wird. Mein von der Baudirektion eingeholtes Ergänzungsgutachten vom 22. September 1951, auf das sich die Baudirektion in erster Linie stützt, befasst sich in den Abschnitten 2 und 3 ausschliesslich mit der Beeinflussung des Grundwassers durch den Kraftwerkstau. Nach wie vor bin ich der Auffassung, dass auch nach erfolgtem Aufstau des Rheins wie bisher die Möglichkeit besteht, nördlich Ellikon Grundwasser für die Trinkwasserversorgung in grösserem Ausmass auszunützen. Sollte sich wider Erwarten aus den Ergebnissen der im Gang befindlichen umfassenden Untersuchungen ergeben, dass durch den Stau gewisse Veränderungen eintreten, so könnte durch geeignete Massnahmen eine Anpassung an die Verhältnisse erfolgen. Die gemäss Programm der Baudirektion vom 26. Dezember 1951 aufgenommenen Untersuchungen, eventuell ergänzt durch zusätzliche Erhebungen, werden die Grundlage sowohl für die Feststellung allfälliger Veränderungen des Grundwassers als auch für die zweckmässige Art der Nutzung bilden. — Es wäre meines Erachtens verfrüht, heute auf Grund von vorzeitig abgeschlossenen Beurteilungen vorsorgliche Massnahmen zum Schutze des Grundwassers treffen zu wollen. Es verbleibt vor und nach dem Aufstau genügend Zeit, die Verhältnisse in aller Ruhe und Gründlichkeit abzuklären.»

3. Weiter wirft mir Dr. Deringer vor, dass ich den Feststellungen des Zürcher Stadtchemikers, Prof. Dr. H. Mohler, der das Aarewasser vor und nach dem Stau durch das Kraftwerk Rupperswil-Auenstein untersuchte, eine andere Bedeutung gegeben hätte. Er behauptet, dass Prof. Mohler nur das Aarewasser, nicht aber auch das Grundwasser untersucht habe. Weil ich nur eine abgekürzte Zusammenfassung über die Selbstreinigungskraft des Flusswassers zwischen Ausführungen über das Grundwasser gesetzt hätte, sei der Eindruck entstanden, dass auch beim Grundwasser von Rheinau keine Gefährdung durch den Stau zu befürchten sei.

Aus einem Aufsatz von Prof. Mohler über die «Beurteilung der Selbstreinigungskraft von Oberflächengewässern» darf ich mit freundlicher Erlaubnis des Verfassers zur Frage der Beeinflussung der Qualität des Grundwassers beim Kraftwerk Rupperswil-Auenstein folgendes zitieren (Schlussfolgerung 5, 2. Absatz):

«Es ist noch anzufügen, dass im Auftrag der Baudirektion des Kantons Aargau im Gebiet des Kraftwerkes Rupperswil-Auenstein auch das Grundwasser vor und nach dem Stau der Aare eingehend untersucht wurde. Eine Beeinflussung des Grundwassers durch den Aufstau der Aare war jedoch nicht feststellbar. Die Beobachtungen in Rupperswil-Auenstein ergeben somit ein anderes Bild als in Wettingen, dessen Verhältnisse ebenfalls eingehend untersucht worden waren. Inwieweit hierbei geologische Unterschiede massgebend sind, wird damit nicht berührt. Die neuen Beobachtungen dürften aber zeigen, dass der Einfluss des Aufstaues eines Vorfluters auf seine Selbstreinigungskraft und das