Quellen

Autor(en): **Hartmann, Adolf**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **24 (1953)**

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-172361

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Wenn es um Fragen der Quellenforschung geht, so wird man heute im Aargau besonders an das Arbeiten von ADOLF HARTMANN *erinnert. Er hat während der letzten Jahrzehnte neben seinem Lehramte an der Kantonsschule eine große Zahl von Gemeinden beim Suchen nach Wasser beraten. Dabei standen ihm seine reichen Erfahrungen über die Geologie unseres Kantons zur Verfügung und diese waren für ihn wegleitend bei seiner weitschichtigen Tätigkeit als «Wasserschmöcker». Die folgende Arbeit faßt unser Wissen über die Quellen in willkommener Art zusammen.*

QUELLEN

ADOLF HARTMANN · AARAU

1. Die Erdoberfläche als Aufnahmekörper für Niederschlagswasser

Schon ARISTOTELES hat das Wasser ein Lebenselement genannt. Diese Bezeichnung gilt heute noch in erhöhtem Maße. Ohne Wasser sind Natur, Zivilisation und Technik nicht denkbar.

Unser Aargau ist der wasserreichste Kanton der Schweiz, weil alle ihre großen Flüsse mit Ausnahme von Rhone, Tessin und Inn seine Täler durchfließen. Ursache für die Entstehung von Quellen ist aber die Niederschlagsmenge. Auf den aargauischen Boden mit seinen 1403,5 km² Fläche fallen im Jahr im Mittel 1400 Millionen m³ Wasser in Form von Regen, Schnee, Hagel, Reif und Tau, also 160000 m³ in der Stunde oder 44400 Liter in der Sekunde. Von dieser gewaltigen Wassermenge verdunstet ein sehr großer Teil, ein anderer fließt an der Oberfläche ab und ein dritter sickert in den Boden ein und bildet Grundwasser und Quellen. Die Behauptung, daß diese drei Teile ungefähr gleich seien, ist total unrichtig; ihr Verhältnis wechselt von Land zu Land, von Ort zu Ort in weiten Grenzen. Die Aufnahmefähigkeit des Bodens für Wasser läßt drei Haupttypen unterscheiden:

A. *Gesteine, die wenig Wasser aufnehmen,* keine Quellen bilden und somit auch den Pflanzen wenig Wasser zur Verfügung zu stellen vermögen. Zu ihnen gehören Granit, Gneise, Glimmerschiefer, stark verkittete Juranagelfluh und dichte Sandsteine. Diese Gesteine haben ein geringes Porenvolumen, eine kleine Wasseraufnahmefähigkeit und daher auch keine Durchlässigkeit für Wasser. Ein

Stollen in solchen Gesteinen erschließt keine Quellen. Große Strecken unserer Jura und Alpentunnel sind trocken.

B. *Gesteine und Böden, die viel Wasser aufnehmen,* aber keine Quellen bilden. Feiner Sand, Ton, Mergel und daraus entstehende Humusböden haben ein großes Porenvolumen; es kann auf 30–60 % ansteigen. Dennoch bilden sie keine Quellen. Sie behalten die aufgenommenen großen Wassermengen zähe zurück, sättigen sie mit ihren Mineralstoffen und gestatten ihnen nur sehr langsame Bewegung. Pflanzen entziehen auch nach langer Trockenheit solchen Böden, denen mit keiner Presse mehr Wasser entnommen werden könnte, noch große Mengen Feuchtigkeit, welche auf diese Weise verdunstet. Vom gesättigten Boden fließen die weiteren Niederschläge an der Oberfläche ab. Durch Bearbeitung mit Hacke und Pflug, auch durch Düngung mit Mist und Kompost kann solch schwerer, schlecht durchlässiger Boden gelockert und durch Drainieren fruchtbar gemacht werden. Im Aargau geschah dies in den letzten fünfzig Jahren mit etwa 12900 ha Land. Böden vom Typus B liefern bei uns die sandigen, teils bunten Mergel der Keuper-, die schwarzen der Liasformation, die bis 100 m mächtigen Opalinustone des untern braunen Juras, die eisenreichen Mergel des mittleren Doggers, die bis 200 m mächtigen Mergel der Effinger-Schichten, die Bohnerztone und sandigen Mergel der untern und obern Süßwassermolasse. Zu dieser Gruppe gehören auch die Grundmoränen großer Gebiete des Mittellandes und die Löße der Riß-Eiszeit, endlich noch alluviale Tonaufschwemmungen auf die diluvialen Schotter. Alle diese Formationen und Böden sind also keine Quellenbildner. Das Wasser ist zu eng an die Bodenteilchen gebunden und bewegt sich zu langsam. Es reduziert die Festigkeit der Erdmassen und erleichtert ein langsames Fließen am Hang, Solifluktion genannt. Am schönsten sieht man diese Erscheinung bei den Opalinustonen, die sich durch gletscherartige Bewegungen und häufige Rutschungen auszeichnen.

C. *Gesteine und Böden, die Wasser gut aufnehmen* und in die Tiefe leiten, weil sie zwischen den Gesteinsstücken große, untereinander verbundene Hohlräume enthalten, die eine rasche Bewegung des Wassers ermöglichen. Diese Verhältnisse finden wir in geschichteten und klüftigen Felsen des Juragebirges, so im Muschelkalk der Trias, im Gryphitenkalk des Lias, im Hauptrogenstein des Doggers, in den

Kalken der Birmenstorfer- und der Effinger-Schichten, in allen Stufen des obern weißen Juras und in Schutthalden der Jurahänge. Die allergünstigsten Quellbildner sind die ausgedehnten, mächtigen, die meisten Mittellandtäler erfüllenden Niederterrassenschotter, dann auch der Hochterrassenschotter an den Flanken und der Deckenschotter auf den Rücken der Mittelland- und einiger Tafeljuraberge. Diese Schotter sind meistens mit einer 50–150 cm dicken Verwitterungsschicht bedeckt, welche die für die Vegetation nötige Wassermenge zurückhält, den größten Teil des Niederschlagswassers aber an den durchlässigen Untergrund abgibt.

Zwischen den drei Typen von Aufnahmekörpern für Wasser gibt es natürlich Übergänge.

2. Grundwasser und Quellen

Über die Begriffe Grundwasser und Quellwasser ist schon viel geschrieben und gestritten worden. Logischerweise muß alles unter der Erdoberfläche vorhandene Wasser als Grundwasser bezeichnet werden. Die Quelle ist das an die Oberfläche tretende und abfließende Grundwasser. Einzig Grundwasser aus dem Erdtypus C kann gewonnen werden. Es gibt Grundwasserbecken und Grundwasserströme. Erstere sind im Ausmaß beschränkt. Weitaus wichtiger sind Grundwasserströme, wie sie im Aargau zahlreich und mannigfaltig vorkommen. Wenn Grundwasser in einer Talstufe zutage tritt, so ist das eine *Grundwasserquelle*, im Gegensatz zu einer Spalt- oder Schuttquelle. Die größten Quellen des Aargaus sind Grundwasserquellen. Quellen treten in großer Mannigfaltigkeit auf. Sie gehören zu den schönsten Naturerscheinungen unseres Landes. *Hungerbrunnen* sind Quellen, die in trockenen Zeiten versiegen, *Überschluckquellen* treten kurz nach Niederschlägen mit starkem Erguß auf, können 100–1000 Minutenliter ausstoßen und dann aber bald wieder für Monate verschwinden. *Artesische Brunnen* treten über die Bodenoberfläche empor; ein solcher ist in Menziken im Gebrauch zur Speisung der Dorfversorgung und kann 10 m über den Boden aufsteigen; ein zweiter steigt als Therme im Schwanen in Baden 6 m über die Bodenoberfläche empor. Subthermen zeigen Temperaturen von 10–20 Grad und Thermen solche von über 20 Grad. Der Aargau

besitzt im Juragebiet fünf Subthermen und in Baden, Schinznach und Zurzach drei Thermen.

3. Die Quellen des Aargaus vor fünfzig Jahren

Unser Kanton hat eine sehr große Mannigfaltigkeit in der Quellenbildung, entsprechend dem komplizierten geologischen Aufbau. Zum Glück besitzen wir ein einzig dastehendes Werk über die Quellenverhältnisse um die Jahrhundertwende, die *Quellenkarte des Kantons Aargau* von Dr. F. MÜHLBERG. Das große Werk wurde 1891 auf Initiative des Verfassers von der Aargauischen Naturforschenden Gesellschaft zuhanden der Baudirektion mit erstaunlich kleinen Geldmitteln erstellt. 171 Mitarbeiter legten Quellenhefte an für alle 233 Gemeinden, ohne Entschädigung oder Rückerstattung der Auslagen zu beanspruchen. Es wurden zahlenmäßige Erhebungen gemacht über:

- nichtgefaßte Quellen (Name, Besitzer, Erguß, Maximum, Mittel, Minimum, Temperatur und Verwendung),
- gefaßte Quellen mit analogen Angaben und Art der Fassung,
- Sode (Lage, Besitzer, Tiefe, Temperatur, Bodenart, Zahl der sie benutzenden Haushaltungen und Tiere),
- Bäche (Verlauf, Name, Besitzer, Wassermenge, Verwendung),
- Zusammenstellung des Wasserverbrauches mit allen wünschbaren Angaben.

  Diese Quellenhefte und die entsprechenden Eintragungen auf den Blättern der Siegfried-Karte sind auf der Baudirektion deponiert und Kopien der Quellenhefte liegen im Heimatmuseum.

Der Verfasser dieser Arbeit hat schon in über 180 Gemeinden des Kantons in Trinkwasserfragen als Experte gewirkt und dabei oft und mit Vorteil die Quellenkarte benützt, besonders auch bei gerichtlichen Expertisen. Viele Quellenhefte sind gut angelegt und bieten heute noch ein wertvolles Tatsachenmaterial über die Wasserverhältnisse in den Gemeinden vor fünfzig Jahren. Andere sind mangelhaft geführt, wenn der Bearbeiter zu wenig Kenntnisse oder zu wenig Interesse an der Arbeit hatte. Das Quellenheft von Schinznach ist als einziges gedruckt worden. Der damalige Rektor der Bezirks-

schule, SAMUEL STOLL, hat sehr genaue Beobachtungen gemacht, und Schinznach-Dorf weist ganz besonders interessante Quellenverhältnisse auf wie kaum eine andere Gemeinde des Kantons.

F. MÜHLBERG publizierte auch die kolorierte *Quellenkarte von Brugg und Umgebung*, von Oberflachs bis Wettingen und Birr bis Gansingen im Maßstab 1:25000 mit bemalten Flächen über Wechsellagerung, durchlässige Kiese, durchlässige Gesteine, undurchlässige Grundmoräne und mit Eintragungen der Quellen, Weiher, Sode und Thermalgebiete.

Nach der Quellenkarte von MÜHLBERG besaß der Aargau um 1900 2967 ungefaßte Quellen mit einem Minimalerguß von 186527 Minutenlitern, 5484 gefaßte Quellen mit einem Minimalerguß von 86797 Minutenlitern, 3970 Sode und 130 Weiher.

Von den im Jahre 1900 gezählten 206560 Einwohnern des Aargaus benützten:

144703	Wasser aus gefaßten Quellen
29061	Wasser aus Soden
1685	Wasser aus ungefaßten Quellen
2762	Bachwasser

Von 178211 Bewohnern oder 86% aller Einwohner war der Wasserbezug angegeben und von 28349 Bewohnern oder 14% war er nicht in die Quellenhefte eingetragen.

Diese Feststellungen sind nicht nur quelltechnisch, sondern auch kulturhistorisch sehr interessant. Innert fünfzig Jahren haben sich die Wasserversorgungsverhältnisse weitgehend geändert. Eine Zählung der Quellen würde heute eine viel kleinere Anzahl ergeben, und die meisten Sode sind unbenützt oder sogar eingedeckt. Über die Verhältnisse in den einzelnen Gemeinden orientieren Heft IX der «Mitteilungen» und die Quellenhefte. Wenn auch einzelne der letzteren unvollständig sind, lassen sie doch brauchbare Schlüsse zu.

Die Quellhäufigkeit ist in den Bezirken Kulm und Zofingen am größten und in Laufenburg, Zurzach und Rheinfelden am kleinsten. In den Bezirken Kulm und Zofingen sind es Molasse- und besonders Moränenquellen, die zahlreich auftreten, aber nicht sehr ergiebig sind. Die geringe Anzahl der Quellen in den drei Rheinbezirken beruht auf der großen Durchlässigkeit der Schotter der Nieder- und

Hochterrasse und des Deckenschotters sowie des Muschelkalkes der Triasformation in den Bezirken Laufenburg und Rheinfelden. Der Gesamterguß aller Quellen geht aber der absoluten oder relativen Quellenzahl nicht proportional, im Gegenteil: hier finden wir die allergrößten Unterschiede. Im Gesamterguß aller Quellen steht der Bezirk Aarau allen andern weit voran. Er besitzt mit 144788 Minutenlitern mehr Quellwasser, einen größeren Wassererguß als alle andern Bezirke mit zusammen nur 115809 Minutenlitern. Dieser enorme Quellwasserreichtum des Bezirkes Aarau ist bedingt durch mächtige Grundwasserquellen, wie aus späteren Ausführungen noch hervorgeht. Die Zahl der verwendeten Sode war sehr groß und die Zahl der Hydranten sehr klein im Vergleich zu heute, wo die Stadt Aarau allein 581 Überflurhydranten besitzt und der Kanton 13217.

4. Die Grundwasserströme

Der Aargau hat als Zusammenflußgebiet der nordschweizerischen Flüsse von allen Kantonen am meisten Grundwasserströme. Diese früher unbekannten, aber in unserem Jahrhundert durch die Bohrtechnik erschlossenen, sind gegenwärtig und in aller Zukunft die wichtigsten Trinkwasserspender für die Bewohner unseres Landes. Sie durchfließen viele Millionen Kubikmeter von gut durchlässigem fluvioglazialem Kies, Niederterrassenschotter der Fünften und Überreste von Hochterrassenschotter der Dritten Eiszeit (Abb. 1). Letzterer Schotter erfüllte einst die Täler bis auf eine Höhe, die 30–50 m über den heutigen Talebenen lag. Die große Eisflut der Vierten Eiszeit hat dann die Hochterrassenschotter zum größten Teil wieder durch Erosion beseitigt. Die heutigen Niederterrassenschotter erfüllen die Täler zusammenhängend von den Endmoränen der letzten Vergletscherung bis zu ihrer Mündung ins Aaretal oder dessen Übergang ins Rheintal. Die vereinigten Grundwasserströme verlassen den Aargau bei Kaiseraugst, sofern sie teilweise nicht schon vorher durch sichtbare Quellen oder unsichtbare Austritte in die Flüsse übergegangen sind. Die zusammenhängenden Grundwasserströme nehmen ihre Anfänge unterhalb der Endmoränen: im Tal der Aare bei Wangen, der Wigger bei Schötz-Wauwil, der Suhre bei Staffelbach, der Wyna bei Zetzwil, der Aa bei Seon, der Bünz bei

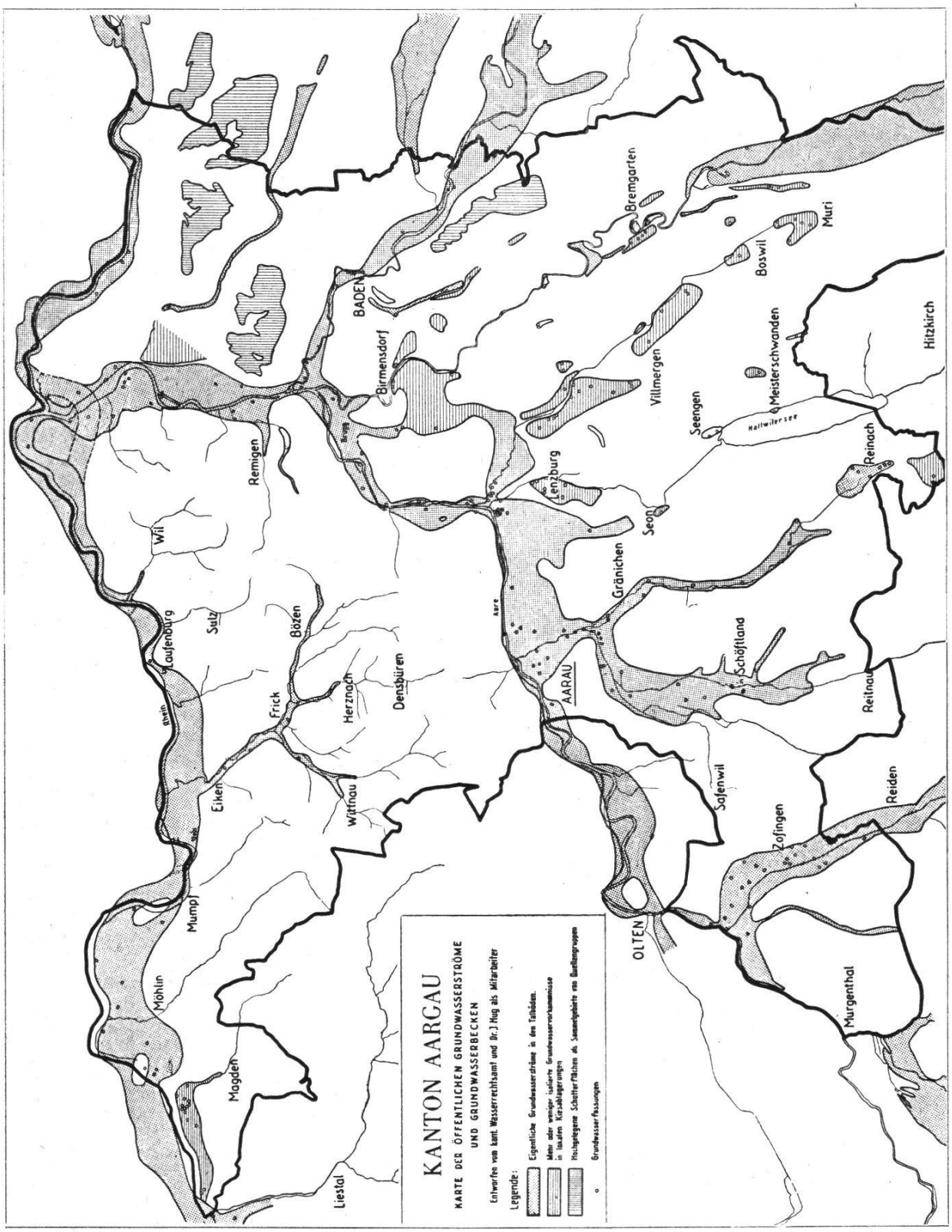

Abb. 1. Quellenkarte des Kantons Aargau

Othmarsingen, der Reuß bei Mellingen und der Limmat bei Killwangen. Der Kies in den Haupttälern hat eine Mächtigkeit von 10–50 m und eine Breite von 100–2000 m. Die Kiesmassen ruhen in den Mittellandtälern auf tertiären Sandstein- und Mergelschichten, vielerorts auch auf Grundmoräne der Vierten großen Eiszeit, in den Juraabschnitten auf den Schichten der Jura- oder Triasformation. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß kein Grundwasser aus den Strömen in tiefere Erdschichten versickert und auch keines aus der Tiefe aufsteigt. Nur in den Klusen von Holderbank, Schinznach-Bad, Mülligen und Baden können aus den Jura- und Triaskalken Schichtquellen ins Grundwasser aufsteigen. Die Kiesmassen der Täler sind oben mit einer 50–150 cm dicken Verwitterungsschicht bedeckt, die einerseits das Regenwasser rasch und leicht aufnimmt und an den Kies abgibt, anderseits das Grundwasser gegen Verdunstung schützt.

Die Grundwasserströme werden in erster Linie gespiesen von Regen- und Schneeschmelzwasser, dann von vielen Quellen, die von den Talhängen unsichtbar in den Kies übergehen, aber auch vom Wasser der Bäche und Flüsse, das bei durchlässigem Bett ins Grundwasser übergehen kann.

Das Wasser fließt in den Grundwasserströmen mit *Geschwindigkeiten* von 5–100 m und mehr im Tag, ja nach dem Gefälle und den Zwischenräumen der Kiesbestandteile. Es ist meistens mit Sauerstoff gesättigt, und die ständige Berührung mit feinen Bodenbestandteilen, wie Sand- und Tonkörperchen, ermöglichen eine weitgehende Reinigung des Wassers, so daß es in der Regel an Qualität das Quellwasser übertrifft.

Die Mächtigkeit der Grundwasserströme wechselt von Tal zu Tal; sie kann 5000, 10000, 50000 oder sogar über 100000 Liter in der Minute betragen. Es gibt Stellen im Kanton, wo fast unerschöpfliche Grundwassermengen zur Verfügung stehen, so z.B. in der Umgebung von Aarau.

Der *Grundwasserspiegel* liegt in den obern Teilen der Ströme, in der Nähe der Endmoränen, tief unter der Bodenoberfläche und zeigt meist starke, von Niederschlägen bedingte Schwankungen. Diese sind im untern Teil der Täler, nahe der Mündung ins Haupttal, viel geringer. Der Wasserspiegel kann sogar die Bodenoberfläche erreichen, dann treten *Grundwasserquellen* aus. Das ist in der Regel der Fall

beim Eintritt des Grundwasserstromes eines Nebentales ins Haupttal, besonders wenn dieses schon mit Grundwasser gefüllt ist. Die größte derartige Grundwasserquelle des Aargaus und vermutlich der Schweiz tritt unterhalb Aarau im Quellhölzli bei Rohr aus. Es ist Grundwasser des Suhren- und Wynentales, das als Quellgruppe aus dem Terrassenfuß austritt und als Quellbach in die Aare fließt. Die Quellenkarte gibt für die Jahrhundertwende 81000 Minutenliter an, und der Verfasser hat sogar schon 90000 Minutenliter gemessen. Grundwasserquellen treten ferner aus unterhalb der Brücke von Wildegg aus dem Aa- und Bünzgrundwasserstrom, bei Mülligen aus dem Birrfeld, «majestätische» Quellen von einigen Tausend Minutenlitern bei der Lindmühle oberhalb Birmenstorf und von über 20000 Minutenlitern in der Aue bei Baden.

Wenn ein Talweg seinen Querschnitt verengt, ist ebenfalls die Möglichkeit des Austrittes gegeben, so im untern Suhrental von Unterentfelden bis Suhr zwischen dem Gönhardrücken und dem Schornig. Der Talquerschnitt wird wegen der Gönhardantiklinale auf die Hälfte reduziert, und dadurch wird viel Wasser an die Bodenoberfläche getrieben. Früher flossen dort zahlreiche große Quellen aus, die zusammen nach MÜHLBERG über 20000 Minutenliter Erguß hatten; der Große und Kleine Brunnquell gehörten dazu.

In einzelnen Talstücken, so im Wiggertal bei Zofingen, fließen zwei selbständige Grundwasserströme nebeneinander, der kleine auf der östlichen Seite des Tales in einem Überrest des Hochterrassenschotters und der größere, bis Strengelbach reichende, im Volksmunde «Hägeler» genannt, auf der westlichen Seite des Tales in der breiten Niederterrasse. Zu der Annahme von zwei Grundwasserströmen im gleichen Talstück führten die Beobachtungen über das sehr verschiedene Verhalten des Wasserspiegels in mehreren Grundwasserpumpwerken von Zofingen.

Die *Temperatur* des Grundwassers ist höher als die mittlere Temperatur des Ortes, liegt zwischen 10 und 12 Grad und kann sogar Sommer und Winter konstant sein.

Ein Grundwasserstrom des Reußtales, der durch das Pumpwerk der Spinnerei Windisch benützt wird, macht in bezug auf die Temperatur und Mineralisation eine seltene Ausnahme. Das Wasser zeigt in den Monaten Oktober bis Dezember die höchste Temperatur von 12–15 Grad und vom April bis Juni die tiefste von 8 Grad und

weniger. Es treten also im Grundwasser die um drei bis vier Monate verspäteten Temperaturen des Reußwassers auf. Auch in bezug auf Mineralisation liegt eine Abnormität vor. Grundwasserströme haben Carbonathärten von 25–30 französischen Härtegraden, das Grundwasser von Windisch aber nur von 12–15 Graden, wie das Reußwasser. Es ist aber immer vollkommen klar und rein. Ohne Zweifel handelt es sich hier um einen lokalen Grundwasserstrom, der durch Versickerung von Reußwasser oberhalb Windisch gespiesen wird und in einer alten, abgeschlossenen Reußrinne gegen Windisch fließt. Das im Sommer versickernde Reußwasser erwärmt, das im Winter eindringende kühlt die mit geringer Geschwindigkeit durchflossenen Kiesmassen. So ist die Verzögerung der Sommer- und Wintertemperaturen um zwei bis vier Monate zu erklären. Eine Steigerung der Härte findet nicht statt, weil offenbar der Zutritt von Kohlendioxyd-haltender Luft, die die Lösung des Kalkes ermöglicht, nicht stattfinden kann.

Nicht überall fließen heutiger Fluß und Grundwasserstrom parallel oder untereinander; sie können getrennte Wege gehen. Die Aare ist in der Felsschlucht von Brugg nicht vom Grundwasserstrom begleitet; dieser fließt südlich der Aare unter der Anstalt Königsfelden in einer tiefen mitteldiluvialen Rinne hindurch. Der Grundwasserstrom des Birrfeldes findet seinen Weg zur Hauptsache nicht dem Süßbach entlang über Hausen nach Brugg, sondern nach Mülligen und speist dort die großen Quellen. Der Sonderling unter den Grundwasserströmen von Windisch fließt oberhalb des Dorfes auf der Ostseite des Tales. Der Grundwasserstrom des Limmattales verläßt unterhalb Neuenhof das Flußtal, wendet sich nordwestwärts, strömt unter den Häusern von Wettingen hindurch, unterschneidet in der Aue bei Baden die Limmat, fließt unter dem Bahnhofgebiet hindurch, unterschneidet beim Kappelerhof die Limmat nochmals. Der Rheintalgrundwasserstrom wendet sich oberhalb des Dorfes Koblenz nach Süden gegen das untere Aaretal, unter Gippingen, unter dem Strick, hindurch nach Leibstadt. Der Rheingrundwasserstrom fließt südlich des Schloßberges von Laufenburg und bei Mumpf und Rheinfelden nördlich der Ortschaften und des heutigen Rheines hindurch.

In den Talstücken oberhalb der Endmoränen der Molassetäler aus der Fünften Eiszeit sind die Grundwasserverhältnisse ganz anders

als unterhalb der Endmoränen. Zusammenhängende große Kieslager und entsprechende große Grundwasserströme kommen nicht vor. Der Gletscher ließ beim Abschmelzen Tümpel, dann wieder Rückzugsmoränen zurück. Der Gletscherbach konnte allerdings auch Schottermassen ablagern, die aber in der Längsrichtung meistens nicht sehr ausgedehnt sind. Es bildeten sich Grundwasserbecken und lokale Grundwasserströme von beschränkter Ausdehnung, z. B. im Bünztal bei Muri, dann wieder bei Waltenschwil und Hendschiken oder im Wynental bei Menziken und unterhalb Reinach. Die einstigen Tümpel südlich Zetzwil und Moosleerau sind mit Ton und Sand ausgefüllt; sie beherbergen keine größeren Kiesmassen und daher auch keine ausbeutbaren Grundwasserströme oder Becken.

In den Tälern des Tafel- und Kettenjuras kommen auch Grundwasserströme vor, so in den Tälern der Surb, der Sisseln, des Möhliner- und Magdener- und des Schenkenbergerbaches, die sich im Schutt des Juragebirges oder der Großen Eiszeit bewegen. Sie sind aber entsprechend der Größe der Täler und geringeren Schuttmassen auch kleiner.

Wer über die Grundwasserströme des Aargaus nähere Auskunft will, greife zur Karte der öffentlichen Grundwasserströme und Grundwasserbecken des Kantons Aargau, herausgegeben von der Baudirektion 1946 (Abb. 1, S. 295).

5. Die Grundwasserverhältnisse von Aarau

Aarau ist der grundwasserreichste Ort des Aargaus und der Schweiz. Die Stadt Aarau hat schon seit Jahrhunderten die Grundwasserquellen zwischen Unterentfelden und Suhr zur Versorgung der Stadt benützt. Bis 1860 floß das Wasser des Kleinen Brunnquells und der Aufstöße in den Suhrermatten in einem offenen Quellbach um den Suhrerkopf herum nach der Stadt. Da das ursprünglich reine Quellwasser aber auf dem Weg arg verschmutzt wurde, erstellte Aarau 1860 den Gönhardstollen und leitete das Quellwasser mit natürlichem Gefälle nach der Stadt. Doch der freie Zufluß reichte auf die Dauer für die wachsende Bevölkerung nicht aus. 1916 wurde ein Grundwasserpumpwerk erstellt, das die nötige Menge in den Stollen hob. Seit 1941 wird aus vier Filterbrunnen von 20–30 m

Tiefe Grundwasser aus dem Gebiet der einstigen Quellen entnommen und in das große neue Reservoir auf dem Gönhardrücken gehoben, das mit dem alten Reservoir im Oberholz auf gleicher Höhe steht und durch das Leitungsnetz der Stadt verbunden ist (Abb. 2).

Die Stadt besitzt außerdem in Rohr bei den mächtigen Grundwasseraustritten noch ein Reservepumpwerk. Es steht außer Zweifel, daß sie an jener Stelle gegen 100000 Minutenliter Grundwasser gewinnen könnte. Die Stadt besitzt sogar in der Telli in einem Gebiet, wo früher auch große Grundwasseraustritte waren, noch ein zwei-

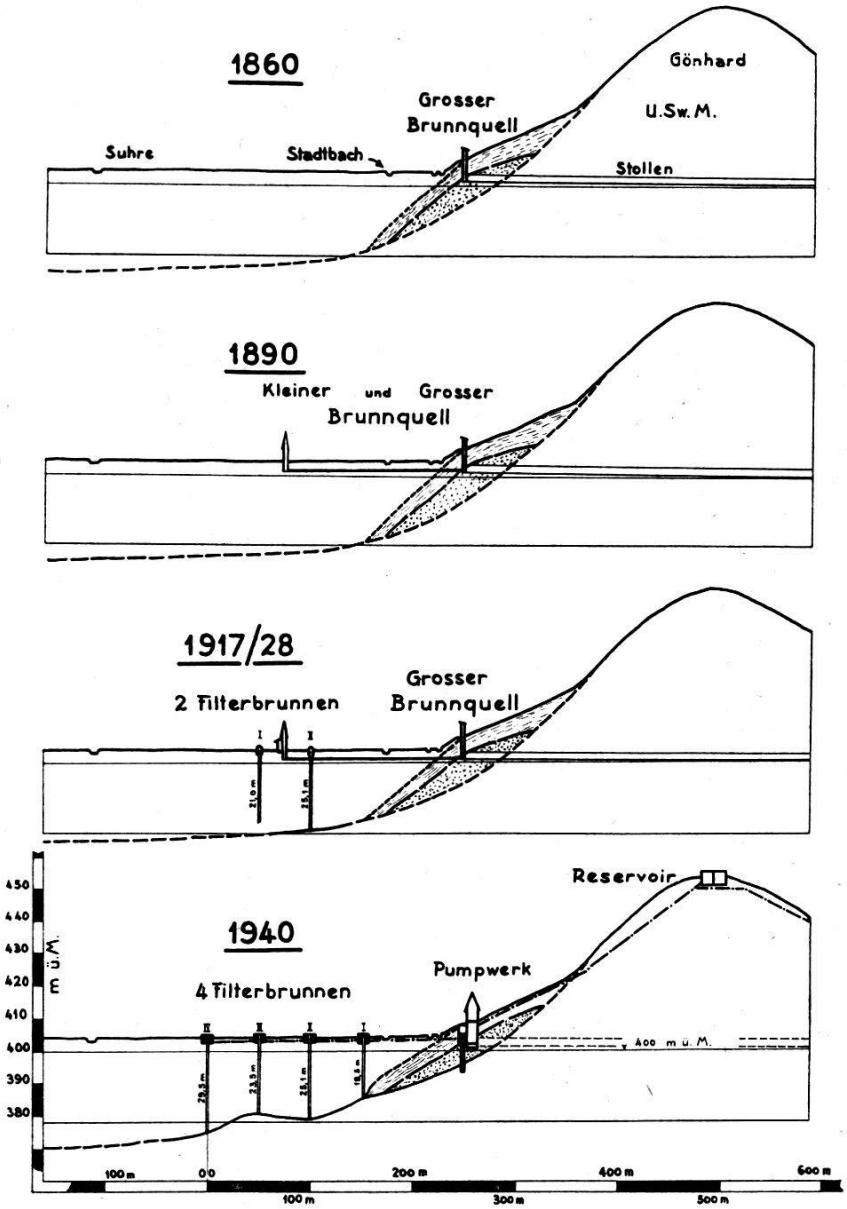

Abb. 2. Grundwasserfassung der Stadt Aarau

tes Reservepumpwerk. Der Hauptgrundwasserstrom des Aaretales, der einige 100000 Minutenliter Wasser führen wird, ist noch gar nicht in Angriff genommen. Dieser Strom ist im Gebiet der Brücke über 200 m breit und 10–20 m tief bis auf den Fels. Die sichtbare Aare ist also begleitet von einer zweiten unsichtbaren Aare, deren Querschnitt mindestens 20mal größer ist. Oberhalb und unterhalb der Stadt ist der Grundwasserstrom noch breiter. Da die Geschwindigkeit des Grundwasserstromes viel kleiner ist als die der Aare und das Wasser zwischen den Geröllen durchfließen muß, ist aber der Erguß des Grundwasserstromes viel kleiner als der der Aare. Es steht aber außer Zweifel, daß in einer Reihe von Filterbrunnen eine enorme Menge besten Trinkwassers entnommen werden könnte. Wenn die Kantonshauptstadt weiter stark anwachsen sollte, so bietet die nötige Trinkwasserbeschaffung keine Schwierigkeit.

6. Vom Rückgang und der Gefährdung des Grundwassers

Das Grundwasser unserer Täler ist analog unseren Gletschern, nur aus andern Ursachen, im Schwinden begriffen. Der starke Rückgang der früher sehr verbreiteten Wiesenbewässerung, das künstliche Drainieren großer Flächen (im Aargau total 12900 ha), das Korrigieren und Tieferlegen von Bächen, das immer weitere Umsichgreifen des Kanalisierens, das alles Wasser aus Küchen, Abtritten, Dächern, Plätzen und Straßen in die Flüsse leitet, bringen unweigerlich einen Rückgang des Grundwassers. Früher (vor der Kanderableitung in den Thunersee, der Aareableitung in den Bielersee, vor dem Bau von Stauseen zur Erzeugung von elektrischer Energie) gab es oft Flußüberschwemmungen, die den Grundwasserströmen große Wassermassen zuführten. Heute sind solche Flußüberschwemmungen sehr selten geworden und der Kiestransport der Flüsse ist sehr stark zurückgegangen. Die Flüsse dichten ihre Bette und beteiligen sich an der Grundwasserspeisung viel weniger als früher.

Unsere Flüsse verfallen einer wachsenden Verschmutzung, besonders auch durch industrielle Abwässer, und können bei Versickerung das Grundwasser nachteilig beeinflussen, ebenso die vielen bis ins Grundwasser hinabreichenden Kiesgruben, die zur Ablagerung von Kehricht benützt werden. Wohl hat das Grundwasser eine

selbstreinigende Wirkung; diese geschieht immer durch Oxydation der organischen Stoffe mit Luftsauerstoff, der in die obern Grundwasserschichten eindringt. In den untern Grundwasserschichten kann sogar eine Sauerstoffzehrung eintreten, was zur Auflösung von Eisen und Mangan führt und das Wasser zum Trinken unbrauchbar macht. Die Zukunft muß Maßnahmen treffen, um nicht nur das Fluß- und Seewasser, sondern auch das Grundwasser zu schützen und zu erhalten.

7. Schuttquellen

Diese stehen in bezug auf Bedeutung an erster Stelle nach den Grundwasserströmen der Täler. Der weitaus häufigste quellenbildende Schutt ist wiederum glazialer Herkunft, ist Schotter der Ersten, Zweiten, Dritten oder dann Moränenmaterial der Vierten und Fünften Eiszeit. Auf den Rücken der Berge des nördlichen, besonders nordöstlichen Aargaus finden sich an zahlreichen Orten älterer, oberer und jüngerer, unterer *Deckenschotter*. Diese bestehen aus gut durchlässiger «löcheriger Nagelfluh», die auf undurchlässiger Molasse oder Jura- oder Triasmergeln aufruhen. Die schönsten und größten Deckenschotterquellen des Aargaus liegen westlich Böttstein; sie liefern 800–1200 Minutenliter eines besten Quellwassers, das die Mühlen von Böttstein, eine Öhle und Säge treibt. Der Siggenthalerberg sendet nach Süden und Norden Schotterquellen, die von den Gemeinden des Surbtales und von Siggenthal benützt werden. Auch der Bruggerberg mit seinen jüngeren Deckenschotter liefert solche Quellen, jedoch weniger ergiebig, entsprechend der kleineren Fläche des Schotters.

Der *Hochterrassenschotter* der Dritten Eiszeit ist in der Regel nur in kleinen Überresten an den Flanken der Berge vorhanden und liefert dann kleine Schuttquellen. Wo er in größerer Ausdehnung vorkommt, bietet er schöne, konstante Quellen, so die Brunnenmühlequelle von Brugg, die 1800–2600 Minutenliter liefert und ihr Einzugsgebiet in der Hochterrassenfläche des westlichen Bruggerberges und des alten Aaretalbodens von Riniken hat.

Zahlreiche kleinere Schuttquellen sammeln sich in den vielen, sehr verschiedenartigen *Moränen* der Vierten, größten Eiszeit, die alle Mittellandberge des Aargaus und die meisten Juraberge über-

strichen und an sehr vielen Stellen mit ihrem Schutt bedeckt hat. Nur die hohen Kettenjuraberge, wie Lägern, Gislifluh, Homberg, Wasserfluh und Geißfluh, ragten aus der Eisflut heraus und weisen in ihren obersten 30–80 m kein Erratikum auf. Alle Tafeljuraberge waren vom Eise bedeckt. An sehr vielen Orten hat diese Eisflut Moränen hinterlassen, die Quellen, freilich meist nur kleine, bilden können, wenn nicht Grundmoräne, sondern kiesige Moräne vorliegt. Im südlichen Kantonsteil innerhalb der Endmoränen liegen an den untern Molassehängen Moränen der letzten, Fünften Eiszeit, die auch kleine Quellen bilden können. Solche sind im Erguß stark wechselnd, je nach dem Verhältnis von Geröll zu Sand und Lehm. Wenn letztere vorherrschen, ist die Wasseraufnahme erschwert und daher auch die Abgabe gering.

Im Juragebiet sind viele Hänge mit herabgefallenem Bergschutt bedeckt, der voll aufnahmefähig ist für Wasser und dann Quellen bilden kann. Am Fuße solcher Schutthänge können Quellen austreten, wenn sie nicht unsichtbar in das Grundwasser des Tales übergehen. Auch Gehängeschuttquellen sind starken Schwankungen im Erguß ausgesetzt, weil sich das Wasser wegen des starken Gefälles rasch bewegt und die Voraussetzungen für eine Speicherung nicht vorhanden sind.

8. Schichtquellen

Solche sind im Aargau sehr zahlreich und sammeln sich in Schichtfugen, Klüften und Hohlräumen von Kalken, Sandsteinen und Gipsschichten. Die Zerklüftung dieser harten Felsformationen, die an vielen Orten ein sehr starkes Ausmaß erreichen, so daß kein Kubikmeter Fels kluftfrei ist, erleichtert die Aufnahme und Zirkulation von Wasser außerordentlich. Die Zerklüftung stammt zur Hauptsache aus dem Ende der Tertiärzeit, als Alpen, Jura und Mittelland zum Festland gehoben wurden. Seitherige Bewegungen, Erdbeben, Rutschungen, Temperaturwechsel, Verwitterung und Auslaugung haben Klüfte und Schichtfugen erweitert.

Im *Molassegebiet* des Mittellandes treffen wir viele Schichtquellen an, am meisten in der Meeresmolasse, weil sie poröse Trümmer von Schalen der Meeresorganismen und außerdem kalkreiche, grobsandige, von Klüften durchsetzte Schichten aufweist. Solche Schicht-

quellen im Molassegebiet sind immer klein, können aber im Erguß sehr konstant sein. Es gibt sogar solche, welche die sehr trockenen Jahre 1947 und 1949 ohne wesentlichen Rückgang des Ergusses überstanden haben. Man ist zur Annahme gezwungen, daß solche Quellen im Innern des Berges auf natürliche Weise entstandene Speicherräume und eventuell noch einen durch enge Spalten gebremsten Ausfluß haben. Andere Molassequellen können aber total versiegen.

Die meisten Schichtquellen bildet das *Juragebirge* in allen Stufen der Jura- sowie der Triasformation. Das Wasser in den Wettinger-, Badener- und Geißberg-Schichten des obern weißen Juras sinkt in der Regel bis auf die Effinger-Mergel ein und tritt dort aus, wo deren oberste Schicht die Bodenoberfläche schneidet. Mergel innerhalb der Badener-Schichten können lokal kleine Quellen bilden. Alle Quellen des weißen Juras zeigen sehr starke Ergußschwankungen. Am genauesten sind diejenigen des schönsten Tafeljuraberges, des Geißberges bei Villigen, durch NIKOLAS VAN WINGEN untersucht («Mitteilungen», Heft XVI, 1923). Die größte unter den 36 Quellen ist die Stampfelbachquelle nördlich vom Besserstein mit Ergußschwankungen von minimal 10 und maximal 3000 Minutenlitern. Die Effinger-Schichten bilden ohne Schuttbedeckung nur in den bis 20 m mächtigen Kalkbänken des untern Teiles kleine Schichtquellen.

Im braunen Jura ist der bis 60 m mächtige Hauptrogenstein der beste Bildner von kleinen und großen Quellen. Auch diese schwanken in der Regel stark und sind oft unzuverlässig. Die genauesten Messungen besitzen wir über die Helbisfluhquelle, die das Heim Herzberg versorgt und den Überschuß an Asp abgibt. Sie bezieht ihr Wasser aus dem Hauptrogenstein der Helbisfluh, des mittleren Berges und des Asper Strichens und liefert Ergüsse von 3 Minutenlitern im Minimum nach anhaltender Trockenheit und etwa 3000 Minutenlitern nach starken Niederschlägen oder rascher Schneeschmelze. Die Quelle reagiert sehr rasch auf Niederschläge, ab und zu sogar in weniger als einer Stunde, liefert aber bis jetzt immer ein klares und einwandfreies Wasser.

Noch extremer sind die Schwankungen einer Hauptrogensteinquelle in Schinznach-Dorf, des Guggerbrunnens gegenüber der Apotheke. Sein Sammelgebiet ist der Hauptrogenstein der Grundsynklinale. Sein Austritt liegt im Südschenkel der senkrecht stehenden Schichten, der vom Talbach in einer Klus angeschnitten ist.

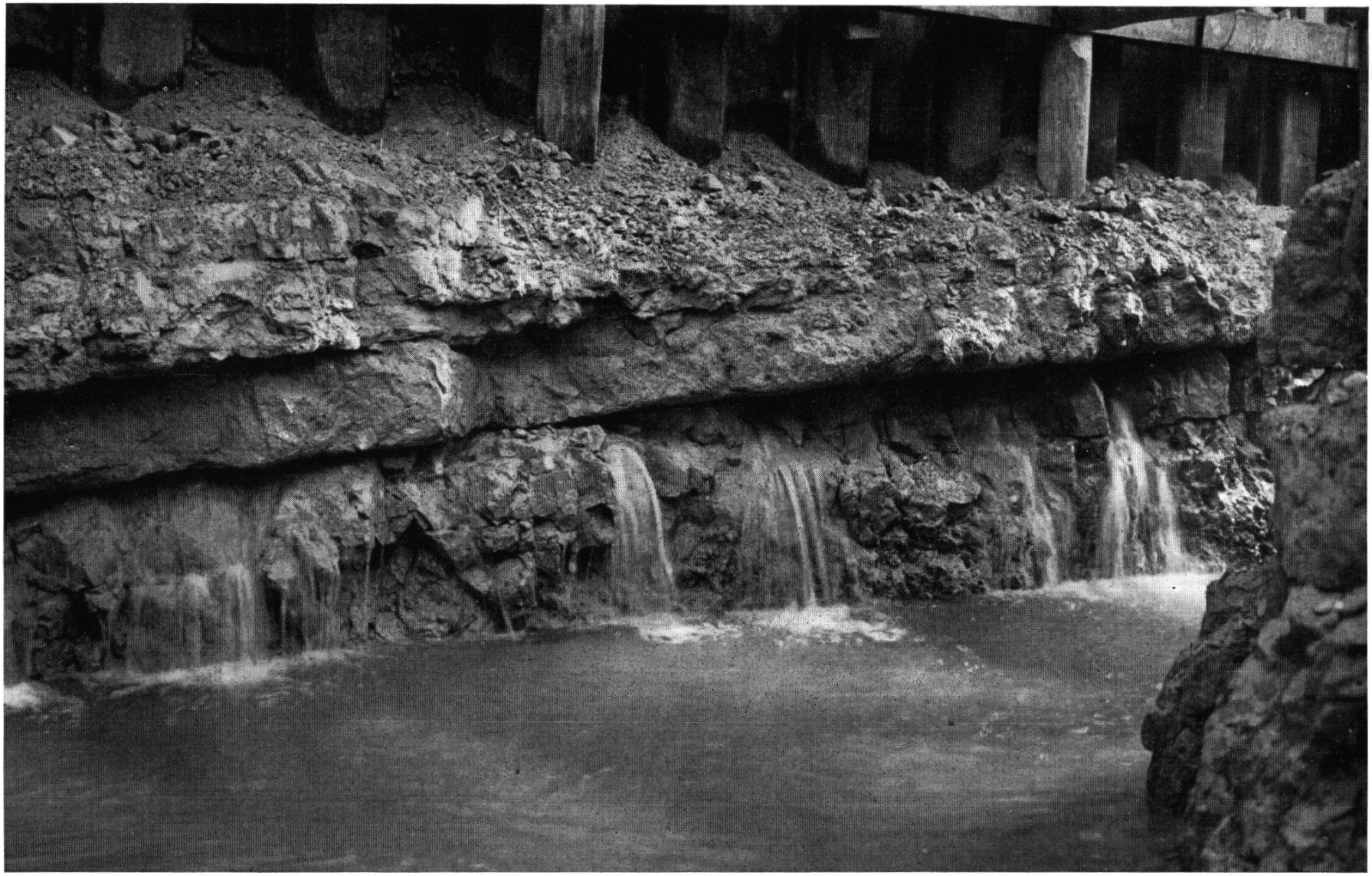

Abb. 3. Einbruch von großen Wassermengen in den Schichtfugen des Trigonodusdolomites in die geöffnete Baugrube des Kraftwerkes Klingnau

Der Guggerbrunnen kann zwei bis drei Tage nach starken Niederschlägen bis 3000 Minutenliter meist trübes Wasser auswerfen und geht dann rasch zurück. In trockenen Zeiten liefert er meist kein Wasser und kann viele Monate versiegen. Er ist eine typische Überschluckquelle, wie sie im westlichen Juragebiet an zahlreichen Orten vorkommen.

Der Steinbrunnen unterhalb der Kirche Veltheim ist eine typische Schichtquelle des Hauptrogensteins, der vom Schenkenberg, über Kasteln und Oberflachs nach Veltheim streicht und dann untertaucht, wobei die harte durchlässige Kalkfazies noch in eine undurchlässige Mergelfazies übergeht. Der Steinbrunnen kann bis 400 Minutenliter Wasser liefern, ist aber auch Schwankungen unterworfen. Als im Jahre 1912 ein auf den Schichtköpfen des Hauptrogensteins stehendes, 1,5 km entferntes Haus in Oberflachs brannte, kam nach zwölf Stunden das braune Brandwasser im Steinbrunnen zum Vorschein. Schöne Hauptrogensteinquellen bildet das Wasserfluh-, Geißfluh-Gebiet, die das Sanatorium Barmelweid und Erlinsbach versorgen. Eine im Jahre 1949 im Killholz südlich Zeihen erschlossene und gefaßte Hauptrogensteinquelle aus dem Hauptrogenstein des Zeiher Homberges ist ein wichtiger Wasserlieferant für die Versorgung von Zeihen («Mitteilungen», Heft XXIII, 1950).

Der mittlere braune Jura und der Gryphitenkalk des Lias bilden nur kleine, der bis 100 m mächtige Opalinuston des untern braunen Juras wegen der totalen Undurchlässigkeit gar keine Quellen.

Von den *Triasschichten* liefert der 20–40 m mächtige Gipskeuper im Tafel- und Kettenjura kleine Quellen, die teilweise oder ganz mit Gips gesättigt, also Mineralquellen, sind und sich in einzelnen Fällen durch auffallende Gleichmäßigkeit im Erguß auszeichnen. Am Südfuß des Wannenhübels in Schinznach-Dorf, in Asp, Zeihen, Schupfart und Oeschgen sind einige Gipsquellen, die sogar in den Trockenjahren 1947 und 1949 nur geringe Rückschläge zeigten. Das zwingt uns zur Annahme, daß in einzelnen Fällen im Innern des Berges durch langjährige Gipsauslaugung Hohlräume entstanden sind, die jetzt als natürliche Speicher wirken und einen gebremsten Auslauf haben.

Die größten, zuverlässigsten und weitaus interessantesten Schichtquellen des Aargaus sind die *Muschelkalkquellen* aus dem 40–60 m mächtigen Hauptmuschelkalk der mittleren Triasformation. Sie

kommen in zwei Reihen vor; die eine liegt im nördlichen Kantonsteil, im Tafeljura von Kaiseraugst bis Felsenau, und reicht bis ins Tal von Wegenstetten hinein. Die stärksten dieser Serie sind in Kaisten. Die zweite, südliche Zone liegt im Kettenjura. Die Quellen treten dort aus, wo die über dem Muschelkalk liegenden jüngeren Formationen durch Erosion entfernt und die Muschelkalkschichten durch Klusen angeschnitten sind. Die Quellen treten nicht aus Synklinalen oder Mulden aus, wie man das im Faltenjura erwarten sollte, sondern aus Antiklinalen. Solche haben aber im Aargauer Jura nicht Gewölbecharakter, wie im westlichen Juragebirge, sondern sind Aufbrüche, Überschiebungen, wie es in den geologischen Profilen von MÜHLBERG und AMSLER dargestellt ist. Der sichtbare, anstehende Südschenkel ist über den meist unsichtbaren, in der Tiefe gebliebenen Nordschenkel überschoben. Das Wasser tritt immer aus dem Südschenkel aus, der normale Mächtigkeit aufweist. Alle Antiklinalen des Aargaus haben ein Fallen nach Osten, entsprechend dem Fallen des Juragebirges, und tauchen bei Suhr, Brunegg, Regensberg unter das Molasseland (Abb. 3, S. 304).

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten dieser Muschelkalkquellen in ihren Haupteigenschaften zusammengestellt. Es ist die im Kanton Solothurn gelegene Mineralquelle von Lostorf noch erwähnt, weil sie zur Serie gehört und mit den Thermen von Baden und Schinznach vieles gemeinsam hat. Die Zahlen sind teils der Literatur, teils eigenen Beobachtungen entnommen. Sie sind teils Mittelwerte, teils aufgerundet, weil es um die Charakterisierung der Quellen geht. Die neun Muschelkalkquellen treten alle (ausgenommen Nr. 3 und 4) in den letzten, östlichen Klusen der aufgeschobenen Antiklinalen aus, wo der Fels durch Erosion angeschnitten ist.

Der *Erguß* aller neun Quellen zeichnet sich durch außerordentlich geringe Schwankungen aus, wie das sonst bei Schichtquellen nicht der Fall ist. Der Warmbach ist die größte Trias- und Schichtquelle des Aargaus; Ergußmessungen sind schwer zu machen. Die Anwohner merken von Schwankungen wenig. Auch sehr trockene Jahre, wie 1911, 1921, 1947 und 1949, machen sich kaum oder dann nur viele Monate später bemerkbar. Auch die seit der Fassung regelmäßig monatlich gemessene Fischbachquelle Küttigen zeigte mehrere Jahre (1934–1941) den gleichen Erguß von 800 Minutenlitern.

Tabelle der Muschelkalkquellen

Ort	Erguß	Temperatur	Trockenrückstand	Sulfat SO_4	Chlor Cl	Schwefelwasserstoff
Name	Minutenliter	°C	mg in 1 Liter	mg in 1 Liter	mg in 1 Liter	cm³ in 1 Liter
1. Lostorf	ca. 10	14,8 (18)	4966	360	2400	90
2. Sankt-Laurenzen-Bad .	400	16	444	135	39	–
3. Oberhof	1000	12,6	1040	500	7	–
4. Densbüren . . .	350	12,2	856	444	7	–
			1348	723		
5. Fischbach, Küttigen	600–900	14	800	300	5	–
6. Asp	100–200	14	800	300	5	–
7. Warmbach, Schinznach . . .	1200–1500	13	700	280	5	–
8. Therme Schinznach . . .	ca. 700	34	3120	1070	602	56
9. Therme Baden .	600–900	48	4531	1440	1510	0,45

Das *Einzugsgebiet* aller neun Quellen liegt westlich der Austrittsstelle. Der Muschelkalk steigt nach Westen an und setzt sich einige bis viele Kilometer fort. Einzig bei Baden ist er teilweise vom jüngeren Deckenschotter überlagert. Die ergußreichsten Quellen (Nr. 3, 5, 7, 8 und 9) stammen aus der nördlichsten Antiklinale, die auf den Tafeljura aufgeschoben ist. Es steht außer Zweifel, daß das Wasser dieser Quellen viele Kilometer in den Muschelkalkschichten ostwärts fließt, bevor es zum Austritt kommt. Die schiefgestellten, nach Norden ansteigenden Muschelkalkpakete sind von beiden Seiten von undurchlässigen Mergeln begleitet; oben sind es Keupermergel und unten Anhydritmergel.

Die *Temperatur* all dieser neun Quellen ist höher, als es der geographischen Lage entspricht; es sind Subthermen und Nr. 8 und 9 Thermen. In der westlichen Fortsetzung treten in den beiden Hauensteintunneln auch Muschelkalkquellen auf, die im alten Hauensteintunnel 17–23 °C, im Basistunnel sogar 20–28 °C erreichen. Es wurden anormal hohe Gesteinstemperaturen und kleine geothermische Tiefenstufen gemessen. Die Erklärung der erhöhten Temperatur aller dieser Muschelkalkquellen ist kein leichtes Problem.

ALBERT HEIM hatte angenommen, daß das Wasser aus den Alpen stamme, dort in die Trias einsickere, unter dem schweizerischen Mittelland hindurch fließe und in den Juraklusen austrete. Gegen diese Hypothese sprechen gewichtige Gründe. Die 1914 erbohrte, leider aber bald wieder verstopfte Therme von Zurzach mit 38,2 °C aus einer Tiefe von 416 m und die Temperaturen der Solen von Zurzach von 22 °C (während die Solen von Rheinfelden und Riburg nur 11–12 °C aufweisen) sprechen für die Annahme eines vulkanischen Stockes im Untergrund des östlichen Juragebirges, der die darüberliegenden Erdschichten erwärmt und somit auch das in den Schichten des Muschelkalkes zirkulierende Wasser (Näheres in Heft XXI der «Mitteilungen»).

Die hohen *Trockenrückstände* der neun Quellen sind bedingt durch Auslaugung von Gips und Steinsalz in den unter dem Muschelkalk liegenden Schichten der Anhydritgruppe. TH. VON FELLENBERG hatte in mehreren der Muschelkalkquellen auch beträchtliche Mengen Fluor nachgewiesen.

Drei der Quellen enthalten noch Schwefelwasserstoff, der ohne Zweifel durch Reduktion von Gips entstanden ist. Lostorf steht als Schwefelwasserquelle in der Schweiz, eventuell sogar in Europa, an erster und Schinznach an zweiter Stelle. Alle neun Quellen sind wegen des hohen Gehaltes von Sulfaten, Chloriden, Fluoriden, teilweise auch des Schwefelwasserstoffes und der erhöhten Temperatur wegen eigentliche Mineralquellen; als Heilquellen sind aber nur drei verwendet.

9. Von der Mineralisation der Quellen des Aargaus

Über die chemische Zusammensetzung zeigen unsere Quellen eine Mannigfaltigkeit sondergleichen, wie aus folgender Zusammenstellung der Gesamtmineralisation oder Trockenrückstände hervorgeht. Die Zahlen sind der Literatur entnommen, teils selbst im chemischen Laboratorium der Aargauischen Kantonsschule ermittelt, und bedeuten Milligramm im Liter:

309759 Sole von Rheinfelden (gesättigte Natriumchloridlösung)
33621 Birmenstorfer Bitterwasser (aus Sulfaten von Natrium, Magnesium und Calcium, heute gehaltsärmer)

13593	Wildegger Jodwasser (Chloride, Bromide, Jodide und Sulfate von Natrium und Calcium)
4532	Therme von Baden (Chloride und Sulfate von Natrium und Calcium)
3121	Therme von Schinznach (Chloride und Sulfate von Natrium und Calcium)
2000–2750	zahlreiche Keuperquellen (mit Gips)
600–1000	zahlreiche Muschelkalkquellen (mit Gips)
300– 450	zahlreiche Molassequellen des Mittellandes (mit Calciumbicarbonat)
250– 350	zahlreiche Quellen der Juraformation (mit Calciumbicarbonat)
220– 320	zahlreiche Grundwässer und viele Schuttquellen (Calciumbicarbonat)
120– 150	Grundwasser der Spinnerei Windisch (Calciumbicarbonat)

Die obigen Angaben über die Natur der gelösten Stoffe beziehen sich nur auf die Hauptbestandteile. In der Therme von Baden sind 23 chemische Grundstoffe nachgewiesen. Die meisten Quellen enthalten um so mehr chemische Grundstoffe, je genauer sie analysiert werden. – Wir könnten unsere Quellen vom chemischen Gesichtspunkte aus in drei Hauptgruppen teilen:

A. Natriumchlorid (oder salzreiche Quellen): Solen von Kaiseraugst, Rheinfelden, Riburg–Möhlin und Zurzach.
B. Gipsreiche Quellen der Triasformation.
C. Calciumbicarbonathaltende Quellen der Jura-, Tertiär- und Quartärformation.

Gips ist rund zehnmal löslicher als Kalk (Calciumbicarbonat) und Steinsalz tausendmal löslicher.

10. Einfluß von Wald und Friedhöfen auf Quellen

Die Ansicht ist weitverbreitet, daß der *Wald* den Quellerguß zu steigern vermöge. Das stimmt keineswegs. Der Wald verzögert wohl die Zeitdauer des Regenfalls auf den Boden, weil das Wasser einige Zeit in den Blätterkronen der Bäume verweilt. Dadurch bleibt dem Boden mehr Zeit, das Wasser aufzunehmen, und der oberflächliche Abfluß am steilen Hang wird geringer. Anderseits ist die Verdunstung von Wasser, besonders in Laubwäldern, während der Vegetationszeit sehr viel größer als in dem Acker oder der Wiese, weil die Wurzeln tief in den Boden oder die Felsspalten hinabgreifen und ihm Wasser entnehmen. Es ist beobachtet worden, daß bei Rodungen der Quellerguß zugenommen hat. Zahlreiche Messungen der Herzberg-

quelle in Asp ergaben, daß der Laubwald den Quellerguß stark reduziert, besonders im Sommer.

In unserem Volke besteht eine weitverbreitete Angst, daß das Wasser durch *Friedhöfe* verunreinigt werden könnte. Diese Angst ist total unbegründet. In der Gemeinde Schinznach-Dorf treten zwei Quellen direkt unter dem Friedhof hervor. Das Wasser wird seit Jahrhunderten benützt und erweist sich als chemisch in Ordnung. Es ist im Aargau kein Fall bekanntgeworden, wo das Wasser durch Friedhöfe nachteilig beeinflußt worden ist. Es ist in andern Ländern mehrfach festgestellt worden, daß Grundwässer aus Friedhöfen mit bis zweihunderttausend Gräbern durch die Leichen nicht beeinflußt werden.

11. Mineralquellen und Thermen

Für dieses Thema sei verwiesen auf frühere Arbeiten in den «Mitteilungen» (Heft XVII) mit einer Abhandlung über die Mineral- und Heilquellen des Aargaus, einer Beschreibung der dreißig früher zu Heilzwecken verwendeten Quellen. Seither sind drei mit Gips gesättigte Mineralquellen neu gefaßt worden, zwei in Zeihen 1949 und eine in Schinznach-Dorf. Bis jetzt werden erst zwei der zahlreichen aargauischen Gipsquellen als Mineralwässer verwendet, diejenige von Magden und von Schinznach-Dorf.

In den letzten Jahren hat eine unter der Leitung des Eidgenössischen Gesundheitsamtes stehende Kommission mit der systematischen geologischen und chemischen Untersuchung der Heilquellen begonnen, und der Begriff der Heilquelle ist enger und präziser gefaßt worden. Nach diesen Maßstäben kann eine größere Anzahl der oben erwähnten Quellen nicht mehr als Heilquellen bezeichnet werden, so z. B. alle Quellen des Mittellandes. Zu den wichtigsten Heilquellen der Schweiz gehören die Sole von Rheinfelden und die Thermen von Baden und Schinznach. Die Rheinsalinen lieferten in der letzten Zeit jährlich 3760000 Liter Salzsole, Rheinfelden allein 2500000 Liter, die für Heilzwecke verwendet werden. Das hochinteressante Problem der Entstehung und Temperatur der Therme von Baden und Schinznach kann hier des beschränkten Raumes wegen nicht besprochen werden. Es sei verwiesen auf Heft XXI der «Mitteilungen» *(Natur und Herkunft der Therme von Baden)*.

12. Anstieg des Wasserverbrauches

Die ersten Bewohner unseres Landes benützten das Wasser von Quellen, Bächen, Flüssen, Weihern und Seen; diese natürlichen Wässer waren ursprünglich «naturrein». Wer abseits von offenen Gewässern wohnte, grub sich oft mit Erfolg ein *Wasserloch*, das sich im Laufe von Jahrhunderten zum *Sod* entwickelte. Um die Jahrhundertwende lieferten im Aargau 3974 Sodbrunnen für 29061 Menschen das Trink- und Gebrauchswasser. Ein Sod ist ein senkrecht in die Erde gegrabener runder Schacht von 2 bis über 30 m Tiefe und 60 bis 100 cm Durchmesser. Die Sode sind unten meist etwas enger als oben; es brauchte besondere Erfahrung und Fertigkeiten, solche enge und tiefe Schächte zu graben. Sie sind in der Regel mit «Bollensteinen», länglichen, gerundeten Kieselsteinen glazialer Herkunft, ohne Bindemittel ausgekleidet. Das Mauerwerk reicht meistens 50–60 cm über den Erdboden empor, und ein Holzdeckel oder eine Steinplatte schützt das Wasser gegen grobe Verunreinigungen von oben. Viele Sode reichen bis in einen Grundwasserstrom hinab und lieferten dann reichliche Mengen eines stets guten Wassers, andere, an Hängen oder in kiesfreien, in Grundmoränen oder Lehmböden der Molasse oder des Juragebirges abgeteuft, ergaben nur wenig Wasser. Viele versagten in trockenen Zeiten total. Oft fand Wasser von Dachrinnen oder gar von Jauchelöchern seinen Weg in die Sode, und diese lieferten dann ein schlechtes Wasser. Es ist heute kaum verständlich, wie früher viele Menschen von solch schlechtem Wasser leben konnten.

Die Wasserentnahme geschah mit Eimer, Kübel und Seil, das direkt von Hand gezogen oder über Rollen durch Mensch oder Tier bewegt wurde. Später kamen metallene Ziehpumpen und in neuester Zeit sogar einzelne elektrisch angetriebene Pumpen zur Anwendung. An zwei Stellen im Aargau, auf dem Schloß Lenzburg und dem Staufberg, wurden die Wasserkübel durch Treträder, welche heute noch erhalten sind, aus den 30 m tiefen, in den Sandstein gehauenen Schächten emporgezogen.

Unter den elf Bezirken im Aargau standen Bremgarten mit 946 Soden an erster, Muri mit 809 an zweiter und Zofingen mit 509 an dritter Stelle: Zurzach mit 152, Laufenburg mit 111 und Rheinfelden mit 99 Soden bildeten den Schluß. Unter den Gemeinden folgten sich

Wohlen mit 211, Sins mit 163, Merenschwand mit 72 und Auw mit 70 Soden. Von den 2700 damaligen Bewohnern von Wohlen bezogen 2100 ihr Wasser aus Sodbrunnen. Die Sode waren Sammler, Reservoire und Bezugsorte von Trinkwasser für Mensch und Vieh und Gebrauchswasser für den Haushalt. Die meisten der einstigen Sode sind heute außer Gebrauch, viele eingedeckt, und neue werden keine mehr gegraben.

Auf die Errichtung und den Unterhalt von öffentlichen Brunnen legte unser Volk von jeher großes Gewicht. In Gemeinden und Städten stehen prachtvolle Brunnen mit künstlerischer Gestaltung von Trog und Stock. Sie sind heute noch in hohem Ansehen; defekte werden durch neue ersetzt und Erinnerungsbrunnen als Denkmäler gebaut.

Um die Jahrhundertwende begann eine große Änderung in der Wasserbeschaffung. Sie folgte der Forderung nach mehr Wasser für Städte, Dörfer und neue Siedlungen. Auch die Feuerbekämpfung verlangte wirksamere Maßnahmen. Die Speisung der Feuerspritzen bei Brandfällen war zu wenig ergiebig.

Vor fünfzig Jahren gab es im Aargau nur 37 teils kleine Wasserreservoire und nur 717 Hydranten. Heute hat die Stadt Aarau mit einem Zwanzigstel der Kantonsbewohner allein deren 581.

In vielen Gemeinden bilden das Fehlen von Quellen, die große Entfernung vom nächsten Grundwasserstrom, oft aber auch mangelhafte Einsicht und Einigkeit das Hindernis für die Erstellung einer Wasserversorgung. Immer mehr muß versucht werden, Gruppenversorgungen für mehrere Gemeinden zu erstellen und Grundwasser zu verwenden. Da die Quellen immer fließen und sich ihr Wasser weder künstlich stauen noch speichern läßt, geht bei Quellwasserbezug viel Wasser verloren. Sie liefern auch in der Regel in nassen Zeiten (bei wenig Verbrauch) den größten, aber in trockenen Zeiten (bei größtem Verbrauch) den kleinsten Erguß. Das Grundwasser dagegen ist ein Vorratsbecken, dem man in den neuen Anlagen mit automatischem Betrieb nur das wirklich notwendige Wasser entnimmt. Der Wasserbedarf scheint weiter zu wachsen. MÜHLBERG hat erwähnt, daß in einer Gemeinde in der Nähe von Aarau vor fünfzig Jahren je Kopf der Bevölkerung im Tag 24 Liter Wasser ausreichten. Die Stadt Aarau brauchte 1941 an einem einzelnen Tage je Kopf 712 und 1949 sogar die unerhörte Menge von 1400 Liter; sie ist über die

gebrauchte Wassermenge genau orientiert, weil sie alles Wasser pumpen muß. Die Stadt Zürich registrierte 1952 im Mittel 315, im Maximum 606 Liter je Kopf. Das sind gewaltige Mengen, und man versteht die Wassersorgen einzelner Gemeinden.

13. Vom Aufsuchen von Quell- und Grundwasser

Im Volke herrscht immer noch weitverbreitet die Ansicht, daß in unseren Hügeln und Bergen noch reiche Wasservorräte vorhanden seien, die man nur am richtigen Ort ergraben oder erbohren müsse. Es mutet fast mittelalterlich an, wenn immer noch Rutengänger und Pendler am Werke sind und von Privaten oder gar Gemeinden zu Rate gezogen werden, um Wasser zu erschließen. Es ist unverständlich, welch große Summen immer wieder für total aussichtslose Grabungen und Bohrungen ausgeworfen werden. Der Verfasser dieser Zeilen hatte während vierzig Jahren immer wieder Gelegenheit, mit Rutlern und Pendlern zusammenzukommen, deren Mißerfolge zu beobachten und ihre Aussagen zu prüfen. Gestützt auf diese Erfahrungen, muß er die Verwendung von Rute und Pendel für das Aufsuchen von Wasser durchaus ablehnen. Die Frage, ob Erdstrahlen auf den menschlichen Körper oder Geist einen Einfluß haben können, ist ein sehr kompliziertes und noch nicht abgeklärtes Problem.

Zur Aufsuchung von Wasser braucht es Geologen, Geophysiker und Ingenieure. Der Geologe entscheidet, gestützt auf stratigraphische und tektonische Untersuchungen, ob überhaupt in einem Gebiet Wasser erwartet werden könne. Er wird vom Auftraggeber oft in Gebiete mit schwerem, nassem Boden geführt, weil der Laie dort zuerst Wasser erwartet. Er muß dann erklären, daß solche Gebiete am wenigsten Aussicht für die Erschließung von brauchbaren Wassermengen bieten. Erste Voraussetzung für das Auffinden von Wasser ist das Vorhandensein von ausgedehnten Flächen mit trockenem, durchlässigem Boden, wie das in Typus C auf Seite 290 beschrieben ist.

Das Vorhandensein von wasserdurchlässigen Formationen allein genügt aber noch nicht für das Auftreten von Quellen. Es gibt Flanken von Jurabergen, die auf weite Strecken von gut aufnahmefähi-

gem Material bedeckt sind, aber keine Quellen liefern, weil die Unterlage durchlässig ist und das Wasser nicht an die Oberfläche, sondern in die Tiefe führt, wo es unsichtbar und oft weit entfernt in einen Grundwasserstrom oder in einen Fluß austritt.

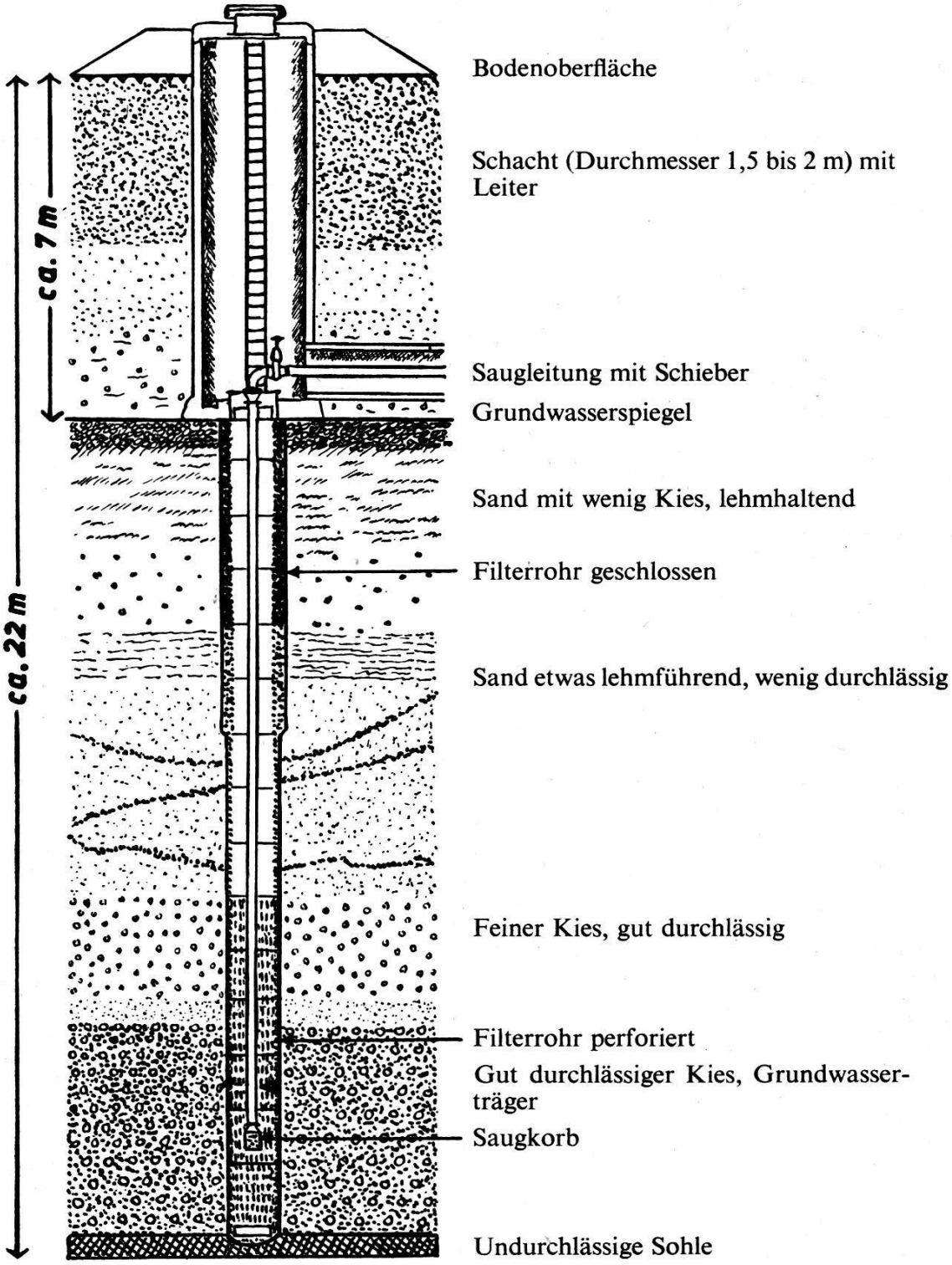

Abb. 4. Grundwasserfassung mit vertikalem Filterrohr

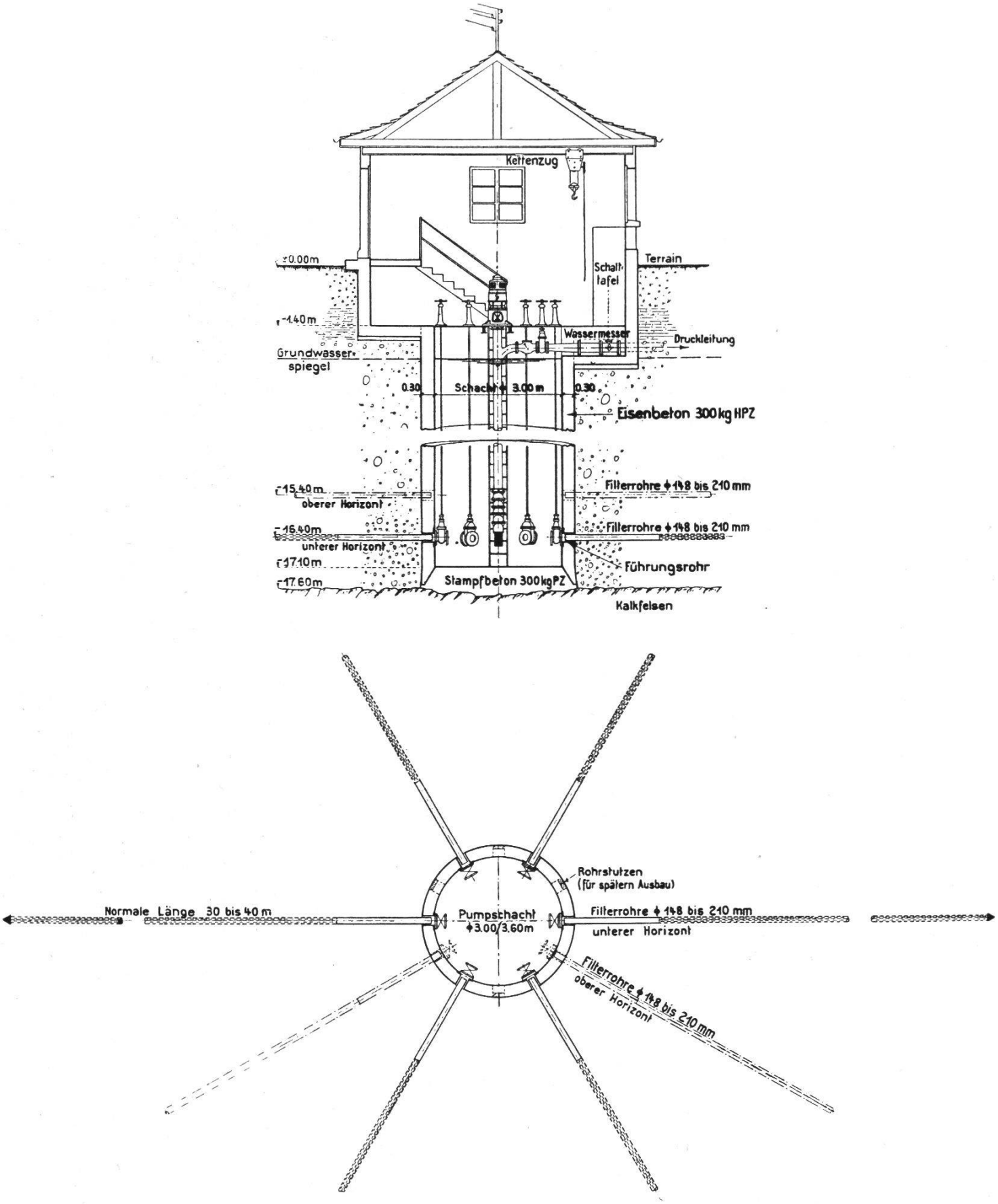

Abb. 5. Grundwasserfassung mit horizontalen Filterrohren

Wie schon erwähnt, ist das richtige Fassen einer Quelle, die Einbeziehung alles guten, das Abhalten alles schlechten Wassers und Vermeiden aller ungünstigen Oberflächeneinflüsse viel schwieriger als die Entnahme von Grundwasser. Maschinelle Grundwasserbohrungen sind billiger und führen sicherer zum Ziel als lange Grabungen von Menschenhand zum Suchen und Fassen von Quellen.

Einen großen Fortschritt in der Grundwasserfassung bedeutet das Einbringen von horizontalen Filterröhren, die von einem zentralen Schacht aus radialstrahlig in waagrechte Bohrungen verlegt werden. Trichterförmige Absenkungen des Wasserspiegels wie bei vertikalen Filterröhren können so vermieden und wenig mächtige oder langsam fließende Grundwasserströme in sandreichem Kies vorteilhaft ausgenützt werden (Abb. 4 und 5).

Wenige Jahrzehnte brachten in der Trinkwasserbeschaffung die allergrößten Fortschritte: vom Wasserloch – zum Sod – zur guten Quellfassung – zur vertikalen und horizontalen Grundwasserfassung.

Benützte Literatur

J. Früh, *Geographie der Schweiz* (1930).

A. Hartmann, Verschiedene Arbeiten in den «Mitteilungen der Aargauischen Naturforschenden Gesellschaft». Zahlreiche Gutachten.

Albert Heim, *Geologie der Schweiz* (1918).

Jakob Hug, *Die Grundwasservorkommnisse in der Schweiz* (1918).

Konrad Keilhack, *Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde* (1912).

H. Müller, *90 Jahre Aarauer Wasserversorgung 1860–1950.*

E. Prinz, *Hydrologie* (1923).