

Zeitschrift:	Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber:	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band:	64 (1972)
Heft:	6
Artikel:	Interkantonale Grundwasseranreicherung und Wasserversorgung in der nordwest Schweiz
Autor:	Jordi, Fritz
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-920966

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: 23.01.2026

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

REGISTRIERGERÄT

Wie schon früher erwähnt, geben alle Messumformer ein Einheitssignal von 0 bis 20 mA an den Schreiber ab. Dieser, ein 12-Punkt-Drucker vom Typ Polycomp 2 der Firma Hartmann und Braun, druckt die Werte in verschiedenen Farben auf einen Registrierstreifen von 250 mm Breite. Der Papiervorschub beträgt 5 mm/Stunde.

PUMPENSTEUERUNG

Eine Saia-Schaltuhr unterbricht alle Stunden während 10 Sekunden den Pumpenstrom. Dabei wird das Elektrodengefäß entleert, und der darin angesammelte Schlamm wird abgezogen. Das aus dem Druckschlauch zurücklaufende Wasser spült dabei auch das Pumpensieb. Damit keine Fehlregistrierung bei leerem Elektrodengefäß eintreten kann, wird der Pumpenstrom nur dann ausgeschaltet, wenn der Schreiber sich auf einem unbenützten Kanal befindet.

ERFAHRUNGEN

An der Aare bei Bern steht eine Station seit etwa zwei Jahren in Betrieb. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass eine störungsfreie Betriebsdauer von einem Monat ohne Nacheichung möglich ist.

Bild 6 zeigt die Kopie eines Registrierstreifens für einige Tage.

Neben der Anlage in Bern sind nun noch drei weitere Anlagen, nämlich an der Reuss bei Mellingen, an der Aare bei Brugg und an der Limmat bei Baden in Betrieb genommen worden. Für 1972 ist die Inbetriebnahme von drei weiteren Stationen geplant.

Es ist beabsichtigt, die Messresultate im hydrographischen Jahrbuch der Schweiz zu veröffentlichen.

Adresse des Verfassers:
M. Fischer, Sektionschef beim
Eidg. Amt für Wasserwirtschaft
Bollwerk 27, 3003 Bern

Bildernachweis:
Bilder 1 bis 6 Eidg. Amt für
Wasserwirtschaft, Bern

INTERKANTONALE GRUNDWASSERANREICHERUNG UND WASSERVERSORGUNG IN DER NORDWESTSCHWEIZ

Fritz Jordi

DK 551.491.561+628.112.3

1. Allgemeine Betrachtungen

Die wachsende Bevölkerungszahl, die enorme industrielle Entwicklung, die fortschreitende Ueberbauung, der zunehmende Verkehr, der steigende Bedarf an Energie für Licht, Kraft und Wärme stellen heute viele Länder — so auch die Schweiz — vor grosse Probleme hinsichtlich des Schutzes der Gewässer, der Luft und des Bodens. Da aus hygienischen Gründen eine in qualitativer und quantitativer Beziehung gesicherte Wasserversorgung eine Voraussetzung für eine prosperierende wirtschaftliche Weiterentwicklung bedeutet, ist eine langfristige regionale Planung, die sich über die Kantongrenzen hinaus erstreckt, ein unabdingbares Erfordernis.

Als anzustrebende Hauptziele können bei der Planung der Wasserversorgung u. a. genannt werden:

- Eine hygienisch einwandfreie, wirtschaftliche Wasserversorgung;
- Eine jederzeit ausreichende und sichere Wasserversorgung;
- Eingliederung der Wasserversorgungen in eine wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, wobei rechtliche, kulturelle, hygienische und wirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen sind.

Grundsätzlich stehen uns für die Wasserversorgung Quellwasser, Grundwasser, Seewasser und Flusswasser zur Verfügung. Da Quellwasser und natürliches Grundwasser nur beschränkt disponibel sind und ausserdem wegen der fortschreitenden Ueberbauung und als Folge von Flussregulierungen eine rückläufige Ergiebigkeit aufweisen, gelangt immer mehr Oberflächenwasser zur Anwendung, sei es durch direkte Aufbereitung (Seewasser) oder über die künstliche Grundwasseranreicherung (Flusswasser).

Nach den statistischen Erhebungen des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern (SVGW) bei 237 Wasserversorgungen mit einer Einwohnerzahl von 3,67 Mio betrug im Jahr 1970 die mittlere Wasserabgabe 479 l pro Einwohner und Tag und die maximale Abgabe

717 l pro Einwohner und Tag. Der Gesamtbedarf wurde mit 29 % Quellwasser, 44 % natürlichem und künstlich angereichertem Grundwasser und 27 % Seewasser gedeckt.

Bezogen auf die ganze Schweiz verfügen wir momentan bis in eine ferne Zukunft unseres Landes über genügend Wasser für die Wasserversorgung.

Die Schweiz verzeichnet im Jahresmittel eine Niederschlagshöhe von rund 1,5 m. Mit unserem Territorium von 41 300 km² verfügen wir durchschnittlich über eine gesamte Niederschlagsmenge von rund 62 Mrd. m³ Wasser pro Jahr. Von dieser Menge fliessen rund 42 Mrd. m³ Wasser pro Jahr ober- und unterirdisch ab, während rund 20 Mrd. m³ pro Jahr durch Pflanzen- und Oberflächenverdunstung als Wasserdampf wieder in die Atmosphäre gelangen.

Die gesamte, die Schweiz verlassende mittlere Abflussmenge beträgt etwa 50 Mrd. m³ Wasser pro Jahr, da aus benachbarten ausländischen Gebieten noch rund 8 Mrd. m³ pro Jahr in die Schweiz fliessen.

Auch wenn der gesamte Wasserbedarf in unserem Lande, der heute für Haushalt, Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft auf rund 2 Mrd. m³ pro Jahr geschätzt wird, in der Zukunft noch erheblich ansteigt, so sind doch die verfügbaren Wassermengen in unserem wasserreichen Land so gross, dass wir gesamtschweizerisch gesehen, nie an Wassermangel leiden müssen. Die Schwierigkeiten liegen vielmehr in der Reinhal tung des ober- und unterirdisch abfliessenden Wassers und in der zweckmässigen Verteilung der örtlich und zeitlich variablen disponiblen Wassermengen.

Die ausserordentliche Bedeutung des Wassers für das Wohlergehen eines Landes ergibt sich aus der Vielfalt der Nutzungsarten.

Die Schweiz verfügt über eine totale Abflussmenge von rund 50 Mrd. m³/Jahr für die Erfüllung der folgenden, wesentlichen Aufgaben:

- Trinkwasserversorgung
- Brauchwasserversorgung für Gewerbe und Industrie

Bewässerung für landwirtschaftliche Zwecke
 Vorfluter für Abwässer
 Energieerzeugung in Wasserkraftwerken
 Kühlwasser für konventionelle und nukleare thermische Kraftwerke
 See- und Fluss-Schiffahrt
 Natur- und Heimatschutz
 Spiel und Sport
 Fischerei.

Die gegenseitige Verflechtung der verschiedenen im Interesse der Volkswirtschaft, des Naturschutzes und der Volksgesundheit liegenden Nutzungsarten und die unterschiedliche Beeinflussung der beanspruchten Gewässer in quantitativer und qualitativer Hinsicht, zwingt gebieterisch zu einer sinnvollen Koordination sämtlicher wasserwirtschaftlichen Belange.

2. Der Wasserbedarf

Um den zukünftigen Wasserbedarf für ein bestimmtes Planungsziel, zum Beispiel das Jahr 1990, abzuschätzen, kann von der mutmasslichen Einwohnerzahl im Jahre 1990 und vom dannzumaligen mittleren spezifischen Wasserverbrauch in Liter pro Einwohner und Tag ausgegangen werden. Die Ermittlung der zukünftigen Einwohnerzahl hat durch die zuständigen Amtsstellen — eventuell in Zusammenarbeit mit einem privaten Planungsbüro — zu erfolgen. Der spezifische Wasserverbrauch kann am besten durch die zuständigen Sachbearbeiter der Wasserversorgung aufgrund der statistischen Erfahrungswerte geschätzt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der spezifische Wasserverbrauch in Liter pro Einwohner und Tag mit steigendem Lebensstandard und zunehmender Industrialisierung steigt. Da der spezifische Verbrauch stark von der Struktur der Verbraucher (städtische/ländliche Siedlungen, Industrie, Landwirtschaft), ferner vom Klima, von den Wassertarifen usw. abhängt, variiert er von Ort zu Ort stark.

Für die Projektierung und termingerechte Realisierung der Wassergewinnungs-, Aufbereitungs- und Fortleitungsanlagen ist der maximale Tagesbedarf des Planungsziels massgebend.

Der maximale Tagesbedarf kann aufgrund der prognostizierten Einwohnerzahl und des mutmasslichen maximalen spezifischen Wasserverbrauchs in Liter pro Einwohner und Tag geschätzt werden. Wie der mittlere spezifische Verbrauch, variiert auch der maximale spezifische Verbrauch von Ort zu Ort stark; außerdem ist er in hohem Masse witterungsabhängig. Mit Hilfe der Statistiken ist es jeder Wasserversorgung möglich, Auskunft über den örtlichen spezifischen Wasserverbrauch anzugeben.

Zur Illustration sei der spezifische Wasserverbrauch für verschiedene Orte in Liter pro Einwohner und Tag aus den statistischen Erhebungen des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern für das Jahr 1970 (siehe anschliessende Tabelle) angegeben.

In diesen Zahlen ist die Gesamtabgabe ab öffentlichem Leitungsnetz für Haushalt, Gewerbe und Industrie berücksichtigt. Nicht berücksichtigt ist das in eigenen Anlagen aufbereitete Fabrik- und Brauchwasser der Grossindustrie.

Es versteht sich von selbst, dass der prognostizierte, künftige Wasserbedarf auf der Grundlage der Bevölkerungsentwicklung und des angenommenen spezifischen maximalen Wasserbedarfes in Liter pro Einwohner und Tag, periodisch überprüft und allenfalls den geänderten Verhältnissen angepasst werden muss.

SPEZIFISCHER WASSERVERBRAUCH 1970

	Liter pro Einwohner und Tag	
	Maximum	Mittel
Zürich	591	423
Genf	864	540
Basel-Stadt	742	504
Bern	618	425
Winterthur	739	456
Zug	708	543
Reinach und Umgebung (BL)	523	313
Olten	891	625
Aarau	921	573
Solothurn	995	625
Muttenz grosse Industrieanteile	1360	800
Pratteln	1040	654
Rheinfelden	685	530
Frenkendorf	470	284

Insbesondere für die Abschätzung des künftigen Wasserbedarfs des Kantons Basel-Stadt vermittelt ein Gutachten der Architekten Suter und Suter, Basel, nützliche Unterlagen. Nach diesen Untersuchungen dürfte die Einwohnerzahl des Kantons um 1990 ca. 280 000 betragen. Der spezifische Verbrauch in Liter pro Einwohner und Tag steigt mit zunehmendem Lebensstandard, zunehmendem Komfort und zunehmender Industrialisierung. Anderseits wird der Bezug an städtischem Leitungswasser durch die am Rhein gelegene Grossindustrie wegen der steigenden Wasserprixe sinken — bei entsprechendem Ausbau der industrieigenen Wasseraufbereitungsanlagen. Heute betragen die absoluten maximalen spezifischen Verbrauchswerte, die entsprechend der Struktur der Verbraucher variieren, für Basel 800 Liter pro Einwohner und Tag (1968, trockene Sommerperiode).

Wir rechnen für den Kanton Basel-Stadt mit einem maximalen spezifischen Verbrauch um 1990 für Haushalt, Gewerbe und Industrie von rund 1000 Liter pro Einwohner und Tag. Der mutmassliche maximale Tagesverbrauch für das Gebiet des Kantons Basel-Stadt allein dürfte somit um 1990 bei 280 000 m³ pro Tag liegen. Aus Sicherheitsgründen muss die Gesamtkapazität aller Wassergewinnungsanlagen mindestens 10 % über dem mutmasslichen maximalen Tagesbedarf liegen. Mit Berücksichtigung einer minimalen Sicherheit sind demnach die Anlagen für die Wassergewinnung, Aufbereitung und Fortleitung für eine Gesamtleistung von rund 310 000 m³ pro Tag auszulegen. Da die Relation maximaler Verbrauch durch mittleren Verbrauch in unserem Kanton ca. 1,6 beträgt, kann der mittlere Tagesverbrauch auf 175 000 m³ und der Jahresverbrauch um 1990 entsprechend auf rund 64 Mio m³ geschätzt werden.

Bis 1950 deckte Basel seinen Trinkwasserbedarf im wesentlichen mit künstlich angereichertem Grundwasser aus der Schutzone der Langen Erlen an der Wiese und mit einem geringen Anteil Quellwasser. Der nicht voraussehbare, enorm ansteigende Wasserbedarf in den Nachkriegsjahren und der dadurch verursachte Trinkwassermangel in Basel veranlasste die beschleunigte Bereitstellung zusätzlicher Trinkwassermengen.

Mit der etappenweisen Realisierung eines Gemeinschaftswerkes zwischen den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft für die Gewinnung von künstlich angereichertem Grundwasser in der Muttenzer Hard — zu welchem Zweck die Hardwasser AG gegründet wurde — ist es möglich, den zunehmenden Bedarf für einige weitere Jahre zu decken. Nach den Erhebungen des Wasserwerks Basel genügt der vertraglich festgelegte 50prozentige Anteil der Grundwassergewinnung aus den Anlagen der Hardwasser AG nicht zur Deckung des künftigen zusätzlichen Bedar-

fes des Kantons Basel-Stadt. Durch einen letzten Ausbau der Anlagen in den Langen Erlen soll zunächst die Kapazität dieses Werkes noch um etwa 20 % gesteigert werden. Alsdann drängt sich für die Spitzendeckung — bis ein weiteres grosses Regionalwerk bei Möhlin realisiert ist — eine Anlage zur physikalisch-chemischen Aufbereitung von Rheinwasser zu Trinkwasser auf.

Aufgrund der Erhebungen des kantonalen Wasserwirtschaftsamtes Baselland dürfte die Wasserversorgung des unteren Kantonsteils mit dem vorgesehenen Ausbau von lokalen Grundwassergewinnungsanlagen und mit seinem 50prozentigen Anteil an Hardwasser bis anfangs der achtziger Jahre gesichert sein. Nach 1980 benötigt der untere Kantonsteil zusätzliche Trinkwassermengen vom geplanten Regionalwerk bei Möhlin. Einige Agglomerationen des oberen Kantonsteils (Liestal, Sissach, Gelterkinden) sind voraussichtlich erst nach 1990 auf zusätzliches Trinkwasser vom Regionalwerk bei Möhlin angewiesen.

Nach einem Gutachten eines Ingenieurbüros, benötigt der Bezirk Rheinfelden (Kanton Aargau) erst nach 1990 zusätzliche Trinkwassermengen vom regionalen Gemeinschaftswerk bei Möhlin.

3. Die Deckung des Wasserbedarfs

Für die Deckung des Wasserbedarfs steht in der Nordwestschweiz Quellwasser sowie natürliches und mit Flusswasser künstlich angereichertes Grundwasser zur Verfügung. Die Verwendung von Seewasser kommt der langen und teuren Transportleitungen wegen erst in Frage, wenn es nicht gelingen sollte, vor allem genügende Mengen künstlich angereichertes Grundwasser zur Verfügung zu stellen. Die direkte, physikalisch-chemische Aufbereitung von Flusswasser zu Trinkwasser kann für die Spitzendeckung durchaus in Erwägung gezogen werden.

Mit folgendem Verfahren wurde im Dauerbetrieb mit einer Versuchsanlage des Wasserwerks Basel ein hygienisch einwandfreies Trinkwasser aus Rheinwasser gewonnen:

- Ausfällung von Schwebestoffen und kolloidal gelösten Schmutzstoffen mit Eisenchlorid
- Filtration mit Sandfiltern
- Oxydation von gelösten organischen Stoffen und Vernichtung von Bakterien mit Ozon
- Filtration über Aktivkohle
- Sicherheitsentkeimung mit Chlordioxyd.

Bei der Verwendung von direkt aufbereitetem Rheinwasser für die Spitzendeckung wird die variable Flusswassertemperatur im Mischwasser ausgeglichen.

Aus Gründen der Versorgungs- und Betriebssicherheit, des geringeren Chemikalienverbrauchs und der geringeren Gewinnungskosten, aber nicht zuletzt auch aus psychologischen Gründen, steht indessen die künstliche Anreicherung des natürlichen Grundwassers mit vorgereinigtem Flusswasser im Vordergrund des Interesses. In unserer Region wird denn auch dieses Verfahren in grossem Massstab angewendet, wobei der Rhein als Wasserspender dient. Von Bedeutung ist dabei eine zuverlässige internationale Gewässerbeobachtungs- und Alarmorganisation, mit dem Zweck, massive Verschmutzungen durch flüssige Kohlenwasserstoffe und andere schädliche Stoffe rechtzeitig zu erkennen, den betroffenen Wasserwerken unverzüglich zu melden und für Abhilfe zu sorgen.

Zur Entlastung der öffentlichen Wasserversorgung, aber auch aus wirtschaftlichen Erwägungen, bereiten die in Rheinnähe liegenden industriellen Grossbetriebe ihren Bedarf an Brauchwasser vermehrt in eigenen Anlagen auf.

In den weiteren Ausführungen sei nun insbesondere auf die Gewinnung von künstlich angereichertem Grundwasser mit vorgereinigtem Rheinwasser näher eingegangen.

4. Die Gewinnung von angereichertem Grundwasser in den Langen Erlen

Der Beginn der Gewinnung von Trinkwasser aus dem Grundwasserstrom des Wiesentals in der Gegend der Langen Erlen fällt in das Jahr 1880. Zunächst wurde ein Pumpwerk mit zwei Dampfkolbenpumpen für eine Förderleistung von zusammen 100 l/s erstellt, welche das Grundwasser einem ergiebigen Schachtbrunnen entnommen haben. Entsprechend der Bedarfszunahme wurden im Verlaufe der Jahre weitere Entnahmeh Brunnen gebaut und die Leistung der elektrischen Pumpenaggregate dem jeweiligen Verbrauch angepasst. Heute sind in den Langen Erlen 9 Schachtbrunnen, 19 Filterrohrbrunnen und 3 Horizontalbrunnen in Betrieb. Im Entnahmegeriet lagert über der undurchlässigen Sohle aus blauem Lehm ein 12 bis 16 m mächtiger Grundwasserträger aus Kies und Sand wechselnder Körnung, welcher mit einer relativ dünnen Humusschicht überdeckt ist. Eine schlecht durchlässige Deckenschicht ist praktisch nicht vorhanden. Bei hohen Grundwasserständen reicht das Grundwasser an einzelnen Stellen bis wenige Meter an die Oberfläche. Bei diesen gegebenen geologischen und hydrologischen Verhältnissen ist dem Grundwasserschutz besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Durch vorsorgliche Ankäufe von Land im Gebiet der Langen Erlen durch die Einwohnergemeinde der Stadt Basel wurde sukzessive eine Schutzone im Ausmass von rund 4,5 x 0,4 km geschaffen. Für die landwirtschaftliche Nutzung des verpachteten Schutzzonengebietes sind strenge Bewirtschaftungsvorschriften angeordnet worden. Mit Beschluss des Regierungsrates des Kantons Basel-Stadt wurden im Jahre 1945 die Grenzen der Schutzone des Wasserwerks festgelegt und das gesamte Schutzzonengebiet der Ueberbauung entzogen. Durch die Inkraftsetzung eines Gesetzes zur Erhaltung der Grundwasserschutzone Lange Erlen vom 1. Juni 1969 wurde dieser Regierungsratsbeschluss erhärtet, bei gleichzeitiger geringer Erweiterung der Schutzzonenengrenzen. Da die Ergiebigkeit des erfassten Wiesental-Grundwasserstromes zur Deckung des Bedarfes nicht ausreicht, wurde das Grundwasser bis anfangs 1964 durch Versickerung von Wiese-Flusswasser im Wald und auf Matten der Schutzone künstlich angereichert. Bild 1 zeigt die in der Schutzone Lange Erlen angewendete Flächenversickerung im Auenwald. Bei normaler Witterung und guter Wasserführung der Wiese war es möglich, genügende Flusswassermengen zur Versickerung zu bringen, so dass die volle Kapazität des Grundwasserpumpwerks der Langen Erlen von 120 000 m³ pro Tag zur Verfügung stand. Mit der Hochkonjunktur der Nachkriegsjahre nahm auch die Einleitung von industriellen, gewerblichen und häuslichen Abwässern in die Wiese zu, so dass als Folge der Qualitätsverschlechterung des Flusswassers, besonders bei geringer Wasserführung, Fischsterben eintraten und aus hygienischen Gründen die künstliche Grundwasseranreicherung zeitweise eingestellt werden musste. Ohne künstliche Anreicherung sinkt die Förderleistung der Grundwassergewinnungsanlagen in den Langen Erlen in kurzer Zeit auf etwa die Hälfte der vollen Kapazität, so dass die Wasserversorgung nicht mehr jederzeit gesichert ist.

Bild 1
Flächenversickerung im
bewaldeten Teil der Schutzone
Lange Erlen, Wassertiefe
bis 40 cm.



Um die Förderleistung unabhängig von der Witterung und der Wasserführung der Wiese in quantitativer und qualitativer Beziehung dauernd auf der vollen Kapazität zu halten, wurde ein Projekt ausgeführt, welches die Infiltration von vorgereinigtem Rheinwasser statt unbehandeltem Wiesewasser ermöglicht. Die Rohwasser-Pumpstation entnimmt das Wasser aus dem Rhein auf dem rechten Ufer der Stauhaltung des Kraftwerks Birsfelden. Durch zwei Schleuderbeton-Rohrleitungen mit einem Durchmesser von 1 m gelangt das Rohwasser in die Schnellfilter-Anlage in der Nähe des Erlenpumpwerks. Die Schnellfilter-Anlage besteht aus 10 Doppelfiltern mit je 100 m² Filterfläche. Bei der normalen Filtergeschwindigkeit von 5 m pro Stunde beträgt die tägliche Durchsatzleistung 120 000 m³. Das filtrierte Rheinwasser fliesst in ein Reservoir mit einem Inhalt von 2000 m³, von wo das Filtrat nach den Sickerstellen in der Schutzone gepumpt wird. Die Rheinwasserinfiltrationsanlage konnte im Mai 1964 in Betrieb genommen werden.

Zur Sicherung des künftigen Wasserbedarfs ist zunächst eine letzte Ausbauetappe der Grundwassergewinnungs-Anlagen in den Langen Erlen geplant. Langjährige Erfahrungen haben gezeigt, dass im Gebiet der Langen Erlen die künstliche Anreicherung mengenmäßig etwa gleich der Entnahme sein muss, damit die Grundwasserspiegel nicht absinken. Aufgrund von Untersuchungen kann die heutige Kapazität der Gewinnungs-Anlagen von 120 000 m³ pro Tag noch auf rund 145 000 m³ pro Tag, das heisst um rund 20 % gesteigert werden. Um diese Leistung zu erreichen, ist der Bau von acht zusätzlichen Grundwasserbrunnen vorgesehen sowie die Steigerung der Infiltration von vorgereinigtem Rheinwasser um 20 % durch entsprechenden Ausbau der Rohwasserpumpstation, der Schnellfilteranlage und durch das Anlegen zusätzlicher Wässerstellen.

5. Die Gewinnung von angereichertem Grundwasser in der Muttenzer Hard

Anfangs der fünfziger Jahre wurde zunächst durch den Bau von drei Filterrohrbrunnen ein Teil des natürlichen, men-

genässig ungenügenden und harten Grundwassers in der Hard genutzt. Da das über 2 km² umfassende, bewaldete Gebiet der Hard im Gemeindebann Muttenz stadtnah ist, sich im Eigentum der Bürgergemeinde Basel befindet und die geologischen und hydrologischen Voraussetzungen für die künstliche Grundwasseranreicherung durch das Vorhandensein einer schlecht durchlässigen lehmigen Deckenschicht über einem um 40 m mächtigen Schotterkörper günstig sind, haben die Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt im Dezember 1955 die Hardwasser AG gegründet, zum Zweck des Baus und des Betriebs von gemeinsamen, leistungsfähigen Grundwassergewinnungs-Anlagen.

Im Gründungsvertrag ist festgehalten, dass während der ganzen Vertragsdauer jeder Vertragspartner Anspruch auf die Hälfte der gesamten jeweils möglichen Wassergewinnung aus den gemeinsamen Trinkwassergewinnungs-Anlagen hat. Der Kanton Basel-Landschaft anerkennt, dass der ihm zustehende Bezugsanteil soweit und solange vom Kanton Basel-Stadt beansprucht werden kann, als er nicht zur Deckung des Wasserbedarfs in den basellandschaftlichen Gemeinden notwendig ist.

Beim Hard-Werk wird das Rohwasser rund 700 m unterhalb des Kraftwerks Augst in 50 m Entfernung vom Ufer dem Rhein entnommen und nach der Aufbereitungsanlage gepumpt. Die Aufbereitung des Rheinwassers erfolgt durch Ausflockung von Schwebestoffen und kolloidal gelösten Schmutzstoffen mit Eisenchlorid und nachfolgender Schnellfiltration, wobei die Flockungsanlage lediglich bei grossen Schwebstoffgehalten des Rheinwassers eingesetzt werden muss. Das vorgereinigte Rheinwasser wird nach den Sickergräben und Sickerweiichern (Bild 2) in der südlichen Hard gefördert, von wo es durch den Schotterkörper, zusammen mit dem natürlichen Grundwasser, in 20 bis 40 Tagen nach den 200 bis 400 m entfernten Filterrohr-Entnahmestellen in der nördlichen Hard fliesst. Auf dem Weg von den Sickerstellen bis zur Grundwasseraufbereitung wird das Rheinwasserfiltrat durch natürliche Reinigungs Kräfte, insbesondere biochemische Prozesse, in hygienisch einwandfreies Grundwasser umgewandelt. Um schädliche, mit Geruchsträgern belastete, unterirdische Zuflüsse aus den der Hard



Bild 2a Sickergraben der Hardwasser AG in der Muttenzer Hard Sohlenbreite 2 m, Rundkiessohle 40 cm hoch, Körnung 5 bis 10 mm, Wassertiefe ca. 80 cm.



Bild 2b Sickerweiher der Hardwasser AG in der Muttenzer Hard mit Rundkiessohle, Wassertiefe ca. 3 m.

benachbarten Hafen- und Industriearäalen von den Entnahmestellen fernzuhalten, muss die Infiltrationsmenge genügend gross sein. Die Erfahrung hat gezeigt, dass beim Hardwerk 50 bis 60 Prozent der infiltrierten Wassermenge als Trinkwasser zurückgewonnen werden können. Das in den Entnahmestellen gewonnene Grundwasser wird in ein zweikammeriges Sammelreservoir mit einem Inhalt von 5000 m³ an der westlichen Peripherie der Hard gefördert, wo es den beiden Kantonen für die Weiterleitung in ihre Verteilernetze zur Verfügung steht. Der heutige Ausbau der Hardanlagen ist so weit fortgeschritten, dass mit insgesamt 30 Entnahmestellen bis 140 000 m³ Trinkwasser pro Tag gefördert werden können. Im Endausbau wird eine Förderleistung von ca. 150 000 m³ pro Tag erwartet.

6. Projekt für die Gewinnung von angereichertem Grundwasser bei Möhlin

Auf eine Anfrage des Regierungsrates des Kantons Basel-Stadt an den Regierungsrat des Kantons Aargau, ob und

unter welchen Bedingungen im Gebiet der Gemeinden Wallbach, Möhlin und Rheinfelden im aargauischen Rheintal Versuchsbohrungen ausgeführt und später allfällige Grundwassergewinnungs-Anlagen gebaut werden dürfen und unter welchen Bedingungen das gepumpte Wasser nach Basel ausgeführt werden könnte, wurde anfangs 1961 eine paritätische Fachkommission eingesetzt, mit dem Auftrag, vorerst die geologischen, hydrologischen und chemischen Verhältnisse abzuklären. Als geologischer und hydrologischer Experte konnte Dr. H. Jäckli (Zürich) gewonnen werden.

In einer ersten Untersuchungsetappe wurden im Heimholz, Unter- und Oberforst 25 Versuchsbohrungen sowie im Möhlinerfeld geoseismische Untersuchungen und vier gezielt placierte Versuchsbohrungen ausgeführt. Ferner wurden Einzel- und Simultanpumpversuche sowie chemische Untersuchungen vorgenommen.

In einer zweiten Untersuchungsetappe wurden im Unterforst 14 weitere Bohrungen abgetaucht und ein Pumpversuch durchgeführt.

In ihrem Bericht vom 31. Oktober 1967 an die Baudirektion des Kantons Aargau und an das Sanitätsdepartement des Kantons Basel-Stadt kommt die paritätische Fachkommission u. a. zu den nachfolgenden Schlussfolgerungen:

- Aufgrund der gemachten Untersuchungen darf mit Sicherheit angenommen werden, dass im Gebiet Unterforst—Möhlinerfeld ein leistungsfähiges Grundwassernetz gebaut werden kann. In Anbetracht des stetig steigenden Wasserbedarfs in der Region Basel und im Bezirk Rheinfelden gewinnt dieses Gebiet an Bedeutung, da es das nächstgelegene, noch erschliessbare Grundwassergebiet mit einer bedeutenden Leistungsfähigkeit ist.
- Die paritätische Fachkommission schlägt folgendes Vorgehen vor:
 - a) Eine mehrheitlich juristische Kommission, die einen Vertragsentwurf vorzubereiten hat
 - b) Eine technische Kommission, welche die Projektstudien weiterführt und eventuell notwendig werdende, weitere Untersuchungen überwacht;
- Die Gemeinden des Bezirkes Rheinfelden sowie weitere interessierte Kreise sind über den Stand der Untersuchungen sowie über die vorliegenden Projektstudien zu orientieren;
- Es ist die Regierung des Kantons Basel-Land anzufragen, ob sie an der Erschliessung dieses Grundwassergebietes interessiert sei und ob sie bereit sei, anteilmässig an den Kosten zu partizipieren;
- Das Gebiet Unterforst—Möhlinerfeld ist zum Grundwasserschutzgebiet zu erklären, um eine spätere Grundwassernutzung sicherzustellen.

Im Juli 1968 wurde die erste gemeinsame Konferenz zwischen Vertretern der Kantone Aargau, Basel-Landschaft und Basel-Stadt abgehalten, an welcher die neue Interkantonale Kommission für ein Grundwasseranreicherungsnetz in Möhlin konstituiert wurde.

Es wurden ein Verwaltungs- und ein technischer Ausschuss mit je drei Vertretern jedes Kantons gebildet. Den beiden Kommissionen übergeordnet ist die Konferenz der Regierungsdelegationen, bestehend aus je einem Mitglied des Regierungsrates der drei Kantone, den von den Regierungsräten beigezogenen engsten Mitarbeitern und den beiden Kommissionspräsidenten.

Im Juni 1970 unterbreitete der Verwaltungsausschuss den Mitgliedern der Interkantonalen Kommission einen Konkordatsentwurf, in welchem vorgesehen ist, dass die Kantone Basel-Stadt, Basel-Landschaft und Aargau unter

der Firma «Grundwasserwerk Möhlin AG» eine Aktiengesellschaft mit Sitz in Möhlin gründen, mit dem Zweck der Gewinnung von natürlichem und künstlich angereichertem Grundwasser im Gebiet zwischen Möhlin und Wallbach.

Der Technische Ausschuss arbeitete ein Programm für die dritte Untersuchungsetappe aus, wonach besonders die Verhältnisse im Möhlinerfeld eingehender abgeklärt werden sollten. Die dritte Untersuchungsetappe, die insgesamt 15 Bohrungen sowie Pump- und Versickerungsversuche im Möhlinerfeld umfasst, konnte im Sommer 1971 abgeschlossen werden.

Aufgrund der geologischen und hydrologischen Untersuchungen können für die Gewinnung von künstlich angereichertem Grundwasser in den erforderlichen Mengen der westliche Teil des Unterforstes sowie das Möhlinerfeld in Frage kommen.

Zwischen Wallbach und Riburg fliesst im Rheinschotter ein Grundwasserstrom, der sich, entsprechend der Geologie der Felsunterlage, in einen grösseren und wegen der natürlichen Infiltration von Rheinwasser qualitativ beeinträchtigten Nordarm im Unterforst und einen kleineren, qualitativ einwandfreien Südarm im Möhlinerfeld aufteilt. Im Gebiet von Riburg vereinigen sich die beiden Arme wieder. Die Abflussmenge des gesamten Grundwasserstromes ist im Verhältnis zum Bedarf sehr gering, so dass das Grundwasser in grossem Ausmass künstlich angereichert werden muss. Die relativ dünne Deckschicht im bewaldeten Unterforst besteht aus feinkörnigen Ueberschwemmungssedimenten. Diese Deckschicht lagert über einem mehr oder weniger sandigen Rheinschotterkörper mit einer Mächtigkeit von 20 bis 40 m. Die Felsunterlage besteht aus Dolomiten und Kalken des oberen Muschelkalkes. Der Grundwasserspiegel im westlichen Unterforst liegt 1 bis 3 m unter dem Niveau des durch das Kraftwerk Riburg-Schwörstadt gestauten Rheins und weist in der tiefsten Rinne eine Mächtigkeit bis 15 m auf.

Im landwirtschaftlich genutzten Möhlinerfeld ist das Grundwasser durch eine bis 10 m mächtige, schlecht durchlässige lehmige Löss-Deckschicht, welche auf einem bis 70 m mächtigen Schotterkomplex lagert, ausnehmend gut gegen die Einsickerung grundwassergefährdender Stoffe geschützt. Die Felsunterlage des Möhlinerfeldes besteht zum grössten Teil aus undurchlässigen Keupermergeln. Im Möhlinerfeld beträgt der Flurabstand des natürlichen Grundwasserspiegels ca. 70 m bei einer maximalen Grundwassermächtigkeit von ca. 10 m.

Aufgrund der gegebenen geologischen und hydrologischen Verhältnisse und mit grösster Rücksichtnahme auf die land- und forstwirtschaftliche Nutzung wurde ein generelles Projekt für die Gewinnung von mit vorgereinigtem Rheinwasser künstlich angereichertem Grundwasser ausgearbeitet, wie in Bild 3 dargestellt. Die Realisierung dieses Projektes ist entsprechend dem Wasserbedarf in vier Hauptetappen vorgesehen, wobei wegen der geringen Risiken für die Wasserqualität und für die bessere Ausnutzung der künstlichen Anreicherung zunächst die Anlagen im Möhlinerfeld und erst viel später, wohl erst zu Beginn des nächsten Jahrhunderts, die Anlagen im westlichen Unterforst gebaut werden sollen.

Grundsätzlich sind die Entnahmestellen in den Gebieten mit grosser Grundwassermächtigkeit anzuordnen, während die Anreicherungsanlagen im Einzugsbereich der Entnahmestellen und mit genügendem Abstand von denselben anzulegen sind. Für die Gewinnung des Grundwassers sind vertikale Filterrohrbrunnen nach Bild 4 vorgesehen. Entsprechend dem grossen Flurabstand der Felsunterlage ergeben sich Bohrtiefen bis 80 m. Aufgrund der

durchgeführten Pumpversuche kann mit einer Förderleistung von etwa 50 l/s und pro Brunnen gerechnet werden.

Als Sickeranlage sind im Möhlinerfeld vertikale Sickerbrunnen (Bild 5) vorgesehen, deren Filterrohre bis unter die schlecht durchlässige Deckschicht geführt werden müssen. Da die Durchlässigkeit in den oberen Zonen des Schotterkörpers geringer ist als in den unteren Schichten, kann die Schluckfähigkeit eines Sickerbrunnens nur etwa mit 25 l/s angenommen werden. Die Verwendung von Sickerbrunnen erfordert eine sehr weitgehende Aufbereitung des rohen Rheinwassers durch dauernde Ausflockung von Schwebestoffen und kolloidal gelösten Schmutzstoffen mit Eisenchlorid und nachfolgender einwandfreier Filtration.

Die Qualität des zur Versickerung gelangenden aufbereiteten Rheinwassers muss derart sein, dass eine Verstopfung des Schotterkörpers verhindert wird und dass bei der nachfolgenden biochemischen Reinigung im Schotter und bei der Mischung mit natürlichem Grundwasser keine unlöslichen Stoffe ausgefällt werden.

Wie aus den Bildern 4 und 5 ersichtlich, werden die Sicker- und Entnahmestellen vollständig unterirdisch angeordnet, so dass an der Oberfläche lediglich die Einstieg- und Montageöffnungen sichtbar sind. Dank der schlecht-durchlässigen Deckschicht und der grossen Trockentiefe im Möhlinerfeld sind nur relativ kleine engere Schutzzonen auszuscheiden. Innerhalb eines Radius von ca. 10 m um die Entnahmestellen dürfen keine Düngemittel und keine Schädlingsbekämpfungsmittel angewendet werden. Diese Zone sollte mit Bäumen bepflanzt werden. Auf der anschliessenden Kreisringfläche bis zum Radius von ca. 50 m sollte die Düngung in mässigen Grenzen gehalten werden. Bei den Sickerbrunnen dürfte die Einschränkung in der Anwendung von Düngern und Schädlingsbekämpfungsmitteln innerhalb eines Radius von ca. 10 m um die Sickerbrunnen genügen. Auf den Erlass spezieller Bewirtschaftungsvorschriften für die landwirtschaftliche Nutzung kann im übrigen Gebiet verzichtet werden.

Wie auf dem Situationsplan (Bild 3) dargestellt, ist die Rheinwasserentnahme auf der Höhe des Riburgerhöhlzli vorgesehen. Dort befinden sich auch die Anlagen für die Flockulation, die Filtration, die Schlammaufbereitung sowie die Filtratpumpen, welche das Filtrat in ein Druckhaltebecken fördern, die Kommandostation, eine Werkstatt, ein Labor und Verwaltungsbüros. Die Filtrat- sowie die Grundwassersammelleitungen werden, soweit möglich, in bestehende Wege verlegt. Zwischen Unterforst-West und Möhlinerfeld bei Waldhof, ca. 340 m ü.M., ist ein Grundwassersammelreservoir vorgesehen, welches vor allem dem Ausgleich zwischen Förderung und Abgabe dient. Von der Kommandostation Riburgerhöhlzli aus werden sämtliche Anlagen ferngesteuert, die Grundwasserentnahmestellen in Abhängigkeit des Wasserstandes im Sammelreservoir und die Sickerbrunnen in Abhängigkeit des Wasserstandes im Druckhaltebecken.

Die Ableitung des Grundwassers ab Sammelreservoir Waldhof nach den Uebergabestellen im Bezirk Rheinfelden, in Baselland und Baselstadt erfolgt durch eine grosskalibrierte Leitung im freien Gefälle.

Nach dem Ausbau der drei Haupttappen im Möhlinerfeld wird eine maximale Fördermöglichkeit von zirka 240 000 m³ angereichertem Grundwasser bei einer Infiltrationsmenge von etwa 300 000 m³ pro Tag erwartet. Entsprechend dem Bedarf sollte ein Teil der 1. Etappe kurz nach 1980 in Betrieb genommen werden können.

Wie bereits erwähnt, müsste der westliche Unterforst erst viel später zur Gewinnung von künstlich angereichertem Grundwasser herangezogen werden. Da in diesem Ge-



Bild 3 Generelles Projekt des Grundwassergewinnungswerks bei Möhlin. Lageplan 1:25 000, Bauetappen I bis IV (Plan Gas- und Wasserwerk Basel).

Einheit	Unterwas- serkanal des KW Ryburg- Schwörstadt	Bei Prat- teln ca. 700 m unterhalb KW Augst	Stauraum des KW Birsfelden (rechts- rheinisch)
Untersuchungsperiode	1970 + 1971	1971	1971
Temperatur	°C	0,5 — 23	1,9 — 25,3
Gesamthärte	°f	15,5 — 20,5	13,3 — 19,3
Karbonathärte	°f	12,0 — 15,5	10,5 — 15,5
Calcium Ca	mg/l	50 — 60	44 — 62
Magnesium Mg	mg/l	7 — 8	6,1 — 8,5
pH-Wert		7,7 — 7,95	7,6 — 8,4
Schwebestoffe	mg/l	—	5-15-(1700)
Sauerstoff	mg/l	7 — 14	7,7 — 12,1
Sauerstoff-Sättigung	%	80 — 120	72 — 131
Oxydierbarkeit (KMnO ₄)	mg/l	10 — 30	21 — 43
BSB ₂	mg/l	—	0,2 — 4,7
Chlorid Cl	mg/l	5 — 18	8 — 25
Sulfat SO ₄	mg/l	20 — 28	30 — 40
Ammonium NH ₄	mg/l	0,05 — 0,45	0,18 — 0,59
Nitrat NO ₃	mg/l	2 — 8	2,7 — 7,0
Phosphat PO ₄	mg/l	0,2 — 0,6	0,43 — 0,86
Eisen Fe	mg/l	0,03 — 0,25	< 0,05

biet das Grundwasser als Folge der natürlichen Rheinwasserinfiltation qualitativ beeinträchtigt und die Trocken-tiefe relativ gering ist, müsste die künstliche Versickerung von aufbereitetem Rheinwasser über Sickerweiher und Sickerrohre erfolgen. Die Rückgewinnung des künstlich infiltrierten aufbereiteten Rheinwassers dürfte etwa um 50 % liegen, da mit der künstlichen Infiltration ein Grundwassergefälle gegen den Rhein erzeugt werden sollte, um die natürliche Uferinfiltation von schmutzigem Rheinwasser nach Möglichkeit zu verhindern.

7. Der Rhein als Basis für die künstliche Grundwasseranreicherung

Unter allen mengenmässig bedeutenden Wasservorkommen der Kantone Basel-Stadt, Basel-Landschaft und des aargauischen Bezirks Rheinfelden, ist der Rhein das grösste. Ausserdem liegt er in der Nähe der Verbrauchscentren.

Auf der Tabelle 1 sind Grenzwerte von Rheinwasseranalysen zusammengestellt, welche im Unterwasserkanal des Kraftwerks Ryburg-Schwörstadt, unterhalb des Kraftwerks Augst und im Stauraum des Kraftwerks Birsfelden entnommen wurden. Diese Untersuchungen zeigen, dass es sich beim Rheinwasser um ein mittelhartes Wasser handelt. Die Verschmutzungsindikatoren weisen je nach Wasserführung des Rheins auf ein mässig bis stark verunreinigtes Gewässer hin, dessen Beschaffenheit nach erfolgter Aufbereitung für die Grundwasseranreicherung geeignet ist. Das Ausmass der Aufbereitung hängt, neben der Rohwasserqualität, von den geologischen und hydrologischen Verhältnissen des verfügbaren Grundwassergewinnungsgebietes und dem Anreicherungsverfahren ab, wie aus den früheren Darlegungen hervorgeht. Aus der Tabelle 1 ist ausserdem zu entnehmen, dass trotz des Selbstreinigungsvermögens auf der ca. 21 km langen Fliessstrecke vom Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt bis zum Kraftwerk Birsfelden die Rheinwasserqualität als Folge der Einleitung von industriellen und häuslichen Abwässern schlechter geworden ist.

Ungünstig wirken sich die in den letzten Jahren immer häufiger auftretenden plötzlichen, mehr oder weniger massiven Rheinwasserverschmutzungen durch Erdölderivate

und chemische Abfallstoffe aus, sei es als Folge von Verkehrs- und Betriebsunfällen oder durch menschliches Versagen. Auch schwimmendes Öl kann zum Beispiel beim Durchströmen von Wasserturbinen emulgieren und in diesem Zustand, wie spezifisch schwerere Schmutzstoffe, in die Rheinwasserfassung gelangen und die Aufbereitungsanlagen verschmutzen. Bei rechtzeitiger Erkennung der Rheinverschmutzung durch die internationale Alarmorganisation und umgehender Meldung an die Betriebswarte des Wasserwerks, werden aus Sicherheitsgründen die Rheinwasserentnahme und die Anreicherung eingestellt bis die Schmutzwelle vorüber ist.

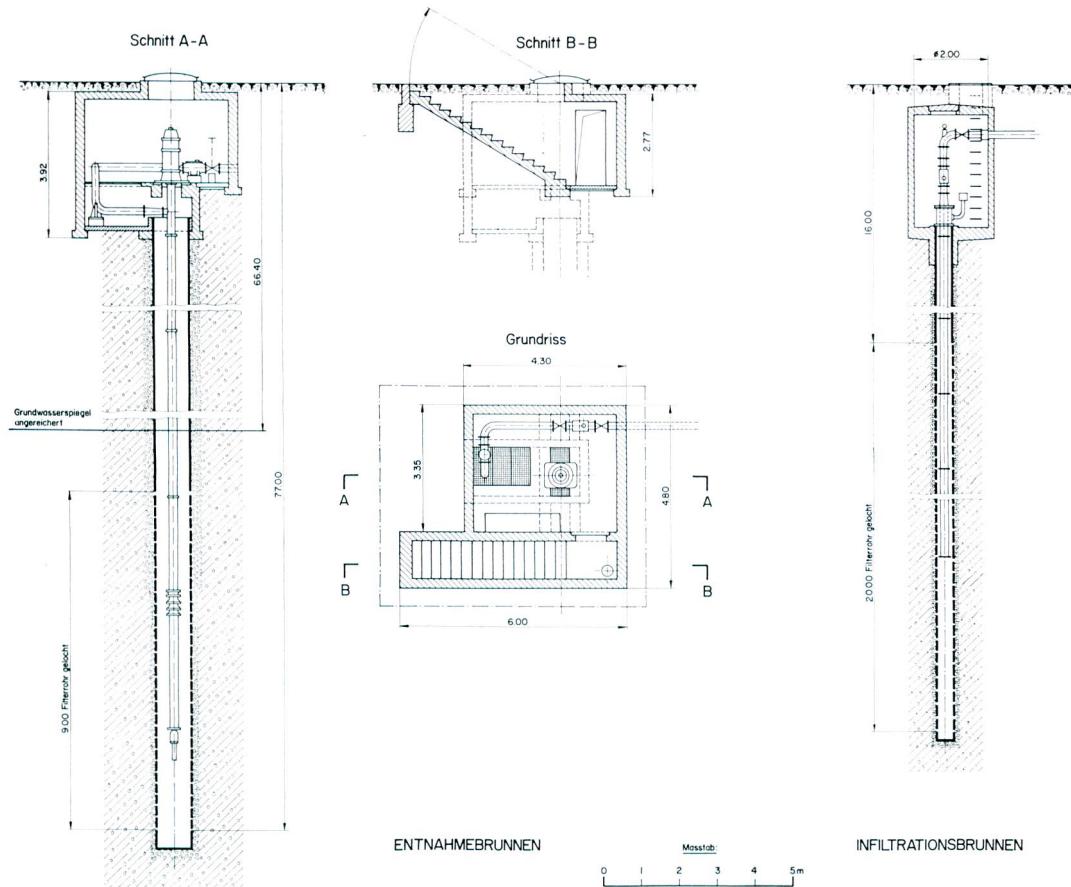
Wegen Rheinverschmutzung musste die Grundwasseranreicherung in den Langen Erlen im Jahre 1967 achtmal und im Jahre 1971 39mal während durchschnittlich je 10 Stunden eingestellt werden.

Auf der Tabelle 2 sind Analysengrenzwerte von natürlichem und mit Rheinwasser künstlich angereichertem Grundwasser der Langen Erlen, der Hard und des Möhlinerfeldes angegeben.

Es kann festgestellt werden, dass sich die Temperatur des Rheinwasserinfiltates der natürlichen Grundwassertemperatur angleicht. Ferner gleicht sich die Härte des angereicherten Grundwassers durch die Infiltration der Rheinwasserhärte an. Durch die Vorreinigung des Rheinwassers und die nachfolgende natürliche Reinigungswirkung im Untergrund wird schliesslich ein Trinkwasser gewonnen, das in hygienischer Hinsicht einwandfrei ist und den Vorschriften des Schweizerischen Lebensmittelbuches entspricht. Aus Sicherheitsgründen wird das Trinkwasser vor der Förderung in das Verteilernetz mit einem geeigneten Entkeimungsmittel, zum Beispiel Chlordioxyd, entkeimt.

8. Schlussbetrachtungen

In der Nordwestschweiz und besonders in der Region Basel genügen natürliche Grund- und Quellwasservorkommen längst nicht mehr, um den ständig zunehmenden Bedarf an Trinkwasser zu decken. Zur Befriedigung der Nachfrage muss Oberflächenwasser herangezogen werden. Im Gegensatz zu den meisten dichtbevölkerten Siedlungsräumen unseres Landes, verfügt die Nordwestschweiz über



Bilder 4/5 Projektierter Grundwasser-Entnahmeh Brunnen, Werk Möhlin. Projektierter Infiltrationsbrunnen, Werk Möhlin.

keine Seen, so dass vor allem der sehr hohen Transportkosten wegen auf die Ueberleitung von aufbereitetem Seewasser verzichtet werden muss, solange andere Möglichkeiten realisierbar sind. Mit einer mittleren Abflussmenge von rund 1030 m³/s bei Birsfelden ist der Rhein die grösste und zugleich nächstliegende Basis für die Bereitstellung der fehlenden Trinkwassermengen. Bei einem Bedarf an Rheinwasser für die Region Basel (Lange Erlen und Hard-

wasser AG) für die Grundwasseranreicherung von zurzeit gegen 3 m³/s spielt diese Entnahmemenge für die Abflussverhältnisse des Rheins eine ganz unbedeutende Rolle, besonders wenn man bedenkt, dass die entnommenen Mengen zu einem grossen Teil, sei es über die Kanalisation bzw. in absehbarer Zeit über Kläranlagen oder auch als Grundwasser, bei entsprechenden Gefällsverhältnissen, in den Vorfluter zurückgeleitet werden. Ausserdem ist von

ANALYSEN von natürlichem und mit Rheinwasser künstlich angereichertem Grundwasser

Tabelle 2

Einheit	Grundwassergebiet Lang Erlen		Grundwassergebiet Hard		Grundwassergebiet Möhlinfeld	
	Naturliches Grundwasser	künstlich angereichertes Grundwasser	Naturliches Grundwasser	künstlich angereichertes Grundwasser	Naturliches Grundwasser	künstlich angereichertes Grundwasser — geschätzte Werte
Untersuchungsperiode	1971	1971	1953—1955	1971	1969—1971	—
Temperatur	°C	10,4 — 12,0	7,6 — 14,3	9,1 — 12,9	8,5 — 15,9	9 — 13
Gesamthärte	°f	12,5 — 15,0	15 — 19	36 — 45	18,5 — 21,2	35 — 40
Karbonathärte	°f	8,5 — 10,5	12,0 — 14,3	21 — 29	13,8 — 18,3	30 — 32
Calcium Ca	mg/l	36 — 48	52 — 56	110 — 157	61 — 71	102 — 114
Magnesium Mg	mg/l	7,3 — 8,6	6,1 — 7,3	8 — 24	7,9 — 9,7	17 — 25
pH-Wert		6,81 — 7,02	7,40 — 7,60	7,2 — 7,8	7,54 — 7,70	7,3 — 7,6
Oxydierbarkeit (KMnO ₄)	mg/l	1,9 — 3,2	2,2 — 3,5	1,6 — 2,5	2,2 — 3,2	< 6
Sauerstoff	mg/l	4,8 — 7,0	4,0 — 8,4	2 — 4,3	5,1 — 8,7	7 — 10
Sauerstoff-Sättigung	%	48 — 65	40 — 70	20 — 40	51 — 75	60 — 90
BSB 5	mg/l	0,4 — 0,7	0,3 — 0,7	0,1 — 0,3	0,3 — 0,4	—
Chlorid Cl	mg/l	14 — 18	12 — 17,5	25 — 40	10 — 21	8 — 12
Sulfat SO ₄	mg/l	35 — 43	27 — 30	55 — 125	30 — 40	40 — 80
Ammonium NH ₄	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0 — 0,03
Nitrat NO ₃	mg/l	13 — 19	8,7 — 10,1	12 — 20	4,5 — 9,6	12 — 26
Phosphat PO ₄	mg/l	0,05 — 0,10	0,02 — 0,07	0,02 — 0,04	< 0,01	< 0,01
Eisen Fe	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05 — 0,10	< 0,05

grosser Bedeutung, dass die volle Kapazität eines GrundwassergewinnungsWerks mit künstlicher Anreicherung auch bei lang anhaltender Trockenheit erhalten bleibt, da mit der Anreicherung die Grundwasserstände im Entnahmegeriet konstant gehalten werden können. Entscheidend für die Kosten der Flusswasseraufbereitung und für die Grundwasseranreicherung sind die Flusswasserqualität sowie die geologischen, hydrologischen und topographischen Verhältnisse im Grundwassergewinnungsgebiet. Die Vorreinigung hat so weit zu erfolgen, dass die Sickeranlagen nicht durch Schwebestoffe kolmatiert werden, so dass die Schluckfähigkeit vermindert wird. Das Infiltrat soll mit einem möglichst geringen Gehalt an sauerstoffzehrenden Schmutzstoffen belastet sein, soll einen geringen Gehalt an gelösten mineralischen Stoffen und soll keine Stoffe enthalten, die dem angereicherten Grundwasser einen unangenehmen Geschmack oder Geruch verleihen.

Ideale Verhältnisse liegen dann vor, wenn in qualitativer Hinsicht genügend gutes Flusswasser in freiem Gefälle, das heisst ohne Pumpanlagen und ohne besondere Vorreinigung direkt im Grundwassergewinnungsgebiet auf Flächen zur Versickerung gebracht werden kann. Die Flächenversickerung ist unempfindlich gegen eine zeitweilige mehr oder weniger intensive Schwebestoffführung. Vor allem in der Humusdeckschicht werden die Schwebestoffe zurückgehalten, und organische Stoffe werden biochemisch abgebaut. Durch periodisches Trockenlegen der Wässerstellen wird eine wirksame Regeneration erreicht. Diese Verhältnisse trafen für das Grundwassergewinnungsgebiet der Langen Erlen bis kurz nach dem Zweiten Weltkrieg zu. Während Jahrzehnten wurde das natürliche Grundwasser durch Versickerung von unbehandeltem Wiese-Flusswasser auf bewaldeten Flächen angereichert, ohne dass die Qualität des Grundwassers oder die disponibile Menge geändert hat. Erst mit der Hochkonjunktur und der Verschlechterung des Wiesewassers, in Verbindung mit der zeitweilig ungenügenden Wasserführung, musste auf die teurere An-

reicherung mit vorgereinigtem Rheinwasser umgestellt werden. Heute genügt die Schnellfiltration des Rheinwassers vor der Versickerung gerade noch. Sollte sich aber die Qualität des Rheinwassers, trotz der Inbetriebnahme von immer mehr Kläranlagen, weiter verschlechtern, so muss auch in den Langen Erlen eine Flockung vorgesehen werden, insbesondere auch deshalb, weil sowohl die Humusdecke als auch die Trockentiefe nur von geringer Mächtigkeit sind und die Durchlässigkeit des Schotterkörpers gross ist.

Geologisch und hydrologisch ist die Muttenzer-Hard für die künstliche Grundwasseranreicherung besser geeignet als die Schutzzone der Langen Erlen. Da indessen in der Hard für die Versickerung des vorgereinigten Rheinwassers Gräben und Weiher angelegt werden mussten, kann dort vom wirksamen Reinigungsvermögen der Humusenschicht kein Gebrauch gemacht werden.

Das Maximum an Grundwasserschutz bietet das Möhlinfeld. Dafür müssen dort auch maximale Anforderungen an die Qualität des Infiltrates gestellt werden, und ausserdem beanspruchen die Versickerungs- und Grundwasser-Entnahmeanlagen wegen der grossen Tiefen auch grössere Investitionen.

Abschliessend sei festgestellt, dass sowohl in den Langen Erlen, wie in der Muttenzer Hard mit der künstlichen Grundwasseranreicherung seit vielen Jahren die besten Erfahrungen gemacht wurden und dass sich auch in organisatorischer Hinsicht die Gründung einer Aktiengesellschaft für den Bau und den Betrieb eines regionalen Gemeinschaftswerkes für die Wassergewinnung bestens bewährt hat, während die Verteilung nach wie vor Aufgabe der Gemeinde bzw. des gemeindeeigenen Wasserwerks ist.

Adresse des Verfassers:
F. Jordi, dipl. Ing. ETH, Direktor des
Gas- und Wasserwerks Basel
Binningerstrasse 6, 4000 Basel

Bildernachweis:
Bilder 1 bis 5:
Gas- und Wasserwerk Basel

DIE GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE IM AARGAUSCHEN RHEINTAL ZWISCHEN WALLBACH UND RHEINFELDEN

Heinrich Jäckli und Laurenz Wyssling

DK 551.491

1. Auftrag und Untersuchungskampagne

Im Gebiet des aargauischen Rheintales zwischen Wallbach im Osten und Rheinfelden im Westen, mit Möhlin und dem Möhlinfeld im Zentrum, wurden 1961 bis 1971 systematische geologische und hydrologische Untersuchungen durchgeführt, über deren Resultate im folgenden zusammenfassend berichtet wird. Auftraggeber war die «Internationale Kommission für ein Grundwasseranreicherungs-Werk in Möhlin» und deren Vorgängerin; Ziel war die Abklärung der natürlichen Grundwasservorkommen im genannten Gebiet und der Möglichkeiten ihrer künstlichen Anreicherung.

Zu diesem Zweck wurden 58 Sondierbohrungen, deren Lage aus Tafel I entnommen werden kann, von total 2672 m Länge abgeteuft und mit 4"-Beobachtungsrohren resp. 380-mm-Filterrohren versehen. Pumpversuche, Versickerungsversuche, chemische Analysen und periodische Wasserspiegelbeobachtungen vervollständigten das Pro-

gramm. In einer frühen Phase wurden zur Abtastung der unter den Schottern verborgenen Felsoberfläche auch noch seismische und geoelektrische Verfahren angewandt.

Die Ergebnisse eines grossen Teiles der Sondierbohrungen sind in den geologischen Querprofilen der Tafel II dargestellt. (Tafeln I und II siehe Faltblätter)

2. Grundwasservorkommen in den Schottern

Von Säckingen bis Wallbach fliesst der Grundwasserstrom des Rheintales in einer interglazialen, kiesgefüllten Felsrinne nördlich des Rheins auf deutschem Gebiet, während auf schweizerischem Gebiet nutzbares Grundwasser bis unterhalb Mumpf fehlt.

Zwischen Mumpf und Wallbach beginnt auf Schweizerseite die weite Fläche des schotterbedeckten Möhlinfeldes im weiteren Sinn, welche das Areal südlich des