



Thomas Meier leitet seit 2010 die Trinkwasserproduktion bei IWB und ist seit 2011 zusätzlich Geschäftsführer der Hardwasser AG in Pratteln. Die Doppelfunktion erlaubt es, Synergien zwischen den beiden grossen Trinkwasserwerken in der Region Basel besser zu nutzen.
thomas.meier@iwb.ch

Herausforderung der Trinkwassergewinnung aus Flussinfiltraten

Basel gewinnt sein Trinkwasser aus angereichertem Grundwasser. Der Rhein ist dabei eine unerschöpfliche Quelle, die jedoch auch Gefahren in sich birgt. So können Chemikalien, die in den Rhein gelangen, das Trinkwasser langfristig belasten. Ein umfangreiches Rohwasser-Monitoring und die Einbindung in eine überkantonale Alarmorganisation sollen das verhindern.

Die Aquifere in den Langen Erlen (Stadtwerk von Basel, IWB) und im Hardwald (Hardwasser AG) liefern das Trinkwasser für rund 220 000 Konsumenten von Basel-Stadt, Riehen, Bettingen, Binningen und Allschwil. Die Prozesse der Trinkwasseraufbereitung im Wasserwerk in den Langen Erlen und bei der Hardwasser AG sind sehr ähnlich. Am Anfang steht die Entnahme von Wasser aus dem Rhein (Abb. 1). Bei der Hardwasser AG geschieht die Vorbehandlung des Rheinwassers noch zusätzlich über Absetzbecken, so dass die Infiltration auch bei einer höheren Trübung des Rheinwassers betrieben werden kann. Zusammen produzieren die beiden Wasserwerke jährlich rund 27 500 000 Kubikmeter Trinkwasser in diesem dicht besiedelten Gebiet an der Nordwestecke der Schweiz (Abb. 2).

Obwohl beide Wasserwerke ihren Aquifer mit filtriertem Rheinwasser anreichern, sind die Ziele sehr unterschiedlich. In den Langen Erlen ist die Grundwasseranreicherung notwendig, da der natürliche Zufluss von Grundwasser aus dem süddeutschen Wiesental zu gering ist. Bereits vor über 100 Jahren erkannte man dies und unternahm erste Versuche, Wasser aus verschiedenen Gewässern der Wieseebene zu infiltrieren. Weder der offe-

ne Sandfilter noch das Bewässern von Grasflächen brachten den gewünschten Erfolg, so dass die Grundwasseranreicherung über Jahrzehnte nur sporadisch betrieben wurde.

Künstliche Grundwasseranreicherung als Schutz

Die Hardwasser AG nutzt die Infiltration von Rohwasser neben der Gewinnung des benötigten Grundwassers zusätzlich, um verschiedene Randeinflüsse abzuwehren. Denn der Güterbahnhof, die Autobahn, das Industriegebiet Schweizerhalle, der Auhafen (Umschlag von petrochemischen Produkten vom Schiff auf die Bahn) und drei Deponien in MuttENZ umschliessen das Grundwassergebiet der Hard (Abb. 2). Das Wasserwerk reichert doppelt so viel Grundwasser an, wie entnommen wird. Bei einer jährlichen Entnahme von rund 14 000 000 Kubikmetern Grundwasser werden rund 32 700 000 Kubikmeter Rheinwasser infiltriert. Dadurch entsteht ein eigentlicher Grundwasserberg, der den natürlichen Zufluss von möglicherweise belastetem Grundwasser aus den umliegenden Gebieten verhindert. Damit dies funktioniert, ist die Rohwasserbehandlung so konzipiert, dass auch bei höherer Trübung Rheinwasser entnommen werden kann. Dieses wird vor der Versickerung dann mit Flockungsmittel versetzt und über

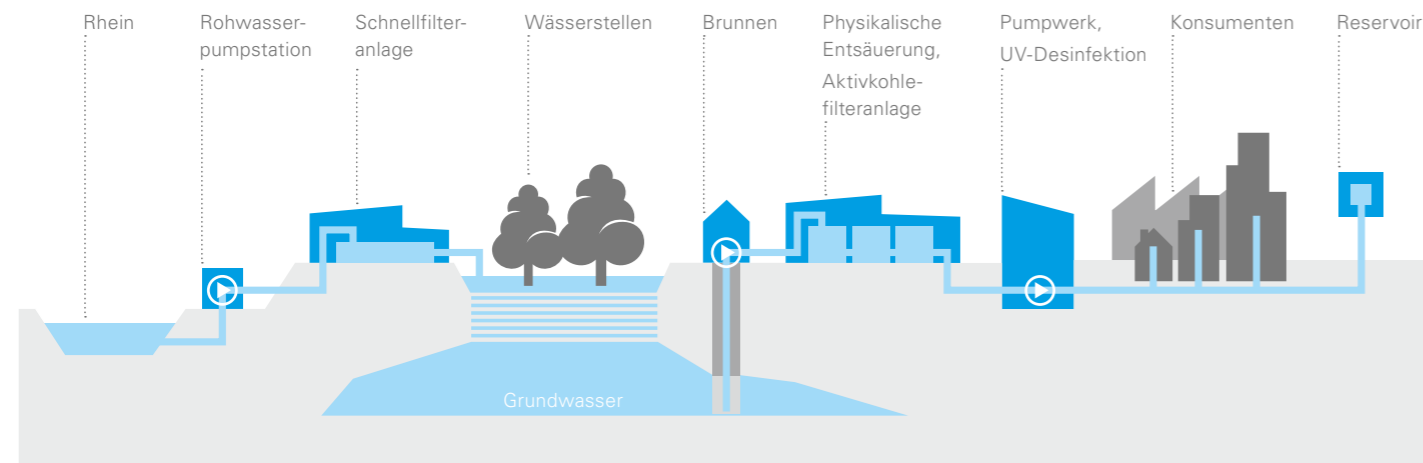


Abb. 1: Die naturnahe Aufbereitungskette vom Rheinwasser bis zum Trinkwasser im Wasserwerk Lange Erlen.

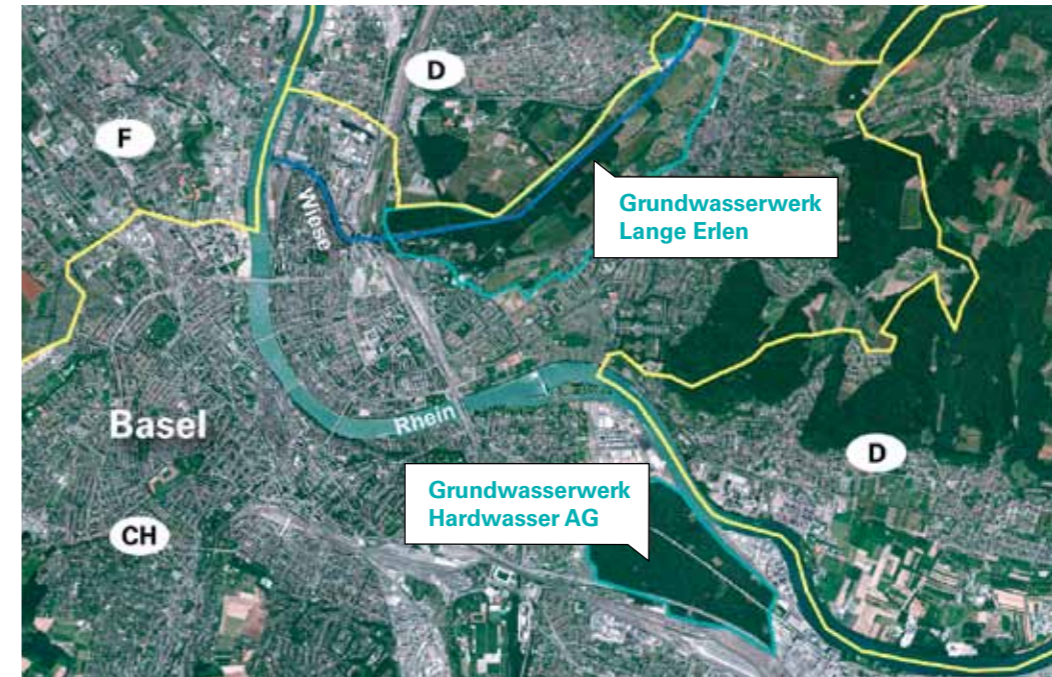


Abb. 2: Die Region Basel mit dem Grundwasserwerk Lange Erlen der IWB und dem Grundwasserwerk der Hardwasser AG.

einen Reaktivator beziehungsweise Lamellenabscheider mit Absetzbecken und einer nachgeschalteten Sandfilteranlage von den Trübstoffen befreit. Die Infiltration wird nur bei einer chemischen Verunreinigung des Rheins für einige wenige Tage unterbrochen. Die Isohypsenkarte (Abb. 3) zeigt die typischen Grundwasserverhältnisse im Hardwald. Auf der Nordseite fassen Brunnen das Grundwasser, auf der Südseite drängt das Infiltrat den natürlichen Grundwasserzufluss ab.

Sickergräben (7000 Quadratmeter) und -weiher (4000 Quadratmeter) erreichen mit verhältnismässig kleiner Fläche eine enorme Versickerungsleistung von jährlich 2 970 000 Litern pro Quadratmeter. Verglichen mit der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge von rund 870 Litern pro Quadratmeter (1977 bis 2013) in Basel beträgt die künstliche Versickerung das 3400-Fache. Die Sickerflächen (Abb. 4) bestehen aus einer Sand- und Kieschicht und müssen an der Oberfläche zweimal pro Jahr gereinigt werden. Nach 10 bis 12 Jahren muss man die Filterschicht kom-



Abb. 3: Die Tiefenlinien (Isohypsen) zeigen die Grundwasserverteilung im Hardwald (orange Punkte: Brunnen).



Abb. 4: Sickergraben im Hardwald (links) und Wasserstelle in den Langen Erlen (rechts).

plett ersetzen, da sie mit der Zeit kolmatiert und die Verschmutzung den natürlich anstehenden Kiesboden erreicht.

10 Tage Betrieb, 20 Tage Regeneration

Demgegenüber geschieht die Grundwasseranreicherung in den Langen Erlen über bewaldete Wässerstellen (Abb. 4). Die jährliche Infiltrationsleistung beträgt rund 100 000 Liter pro Quadratmeter. Damit der Boden nicht kolmatiert, wird jeweils nach 10 Tagen Betrieb ein Wässerfeld ausser Betrieb genommen und für 20 Tage der Regeneration überlassen. Das Grundwasserwerk Lange Erlen verfügt über acht Wässerstellen, die jeweils in zwei oder drei Felder unterteilt sind. Dazu kommen noch drei einzelne Wässerfelder, die in Kombination mit den anderen betrieben werden. In der 20-tägigen Austrocknungsphase arbeiten Mikro- und Makroorganismen den Boden wieder auf. Dadurch wird dieser wieder belüftet und seine Schluckfähigkeit bleibt über Jahre erhalten. Der betriebliche Unterhalt dieser Wässerstellen beschränkt sich auf die forstwirtschaftliche Waldpflege. Bei der Auswahl der Bäume muss darauf geachtet werden, dass diese die wechselnden hydrologischen Verhältnisse ertragen. Im Sommer spenden die Bäume Schatten, so dass sich das Infiltrat nicht zusätzlich erwärmt. Das unterdrückt die Algenbildung. Zudem bildet der Laubfall eine gute Substratgrundlage für die Mikro- und Makrofauna im und auf dem Waldboden. Ursprünglich wurde in den Langen Erlen Wasser zur Grundwasseranreicherung aus der Wiese (Fluss aus dem Wiesental, vom Feldberg herkommend) und ihren Nebengewässern entnommen. Nachdem die Wiese in den 1940er-Jahren jedoch mehrmals trockenfiel, entschied man sich 1962 zum Bau einer Rheinwasserentnahme und Vorfiltration über Schnellsandfilter. Damit ging die Anlage vier Jahre nach jener der Hardwasser AG in Betrieb.

Risiko für unerwünschte Stoffeinträge

Seit der Nutzung von Rheinwasser ab 1960 steht den beiden Wasserwerken eine nahezu unbegrenzte Menge von Rohwasser zur Grundwasseranreicherung zur Verfügung. Derzeit entnehmen Hardwasser AG und IWB zusammen rund 0,14 Prozent des Rheinwassers (bei einem mittleren Abfluss von 1050 Kubikmetern pro Sekunde für die Periode 1891 bis 2012). Auch bei minimaler Wasserführung des Rheins, zirka 300 Kubikmeter pro Sekunde im Winter 1963, ist immer noch genügend Rohwasser vorhanden. Im Sommer, wenn die Wassertemperatur des Rheins auf 24 Grad Celsius ansteigen kann, kühlt sich das Infiltrat während der Bodenpassage auf die Grundwassertemperatur von 12 bis 17 Grad ab. Die Bodenpassage wirkt sich zudem positiv auf die Wasserqualität aus. Rund die Hälfte des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) und Keime werden abgebaut. Letztere kommen im Rheinwasser in erhöhtem Mass vor (aerobe mesophile Keime: durchschnittlich 7500 koloniebildende Einheiten pro Milliliter, *E.-coli*-Bakterien: durchschnittlich 240 koloniebildende Einheiten pro 100 Milliliter) [1]. Mit dem Rheinwasser können aber auch unerwünschte Stoffe ins Grundwasserschutzgebiet gelangen. Vor allem die Rohwasserfassung der IWB, die im Staubereich des Kraftwerks Birsfelden liegt, ist dem Einfluss des Auhafens so-

wie den Industriekläranlagen von Schweizerhalle und Grenzach (Deutschland) ausgesetzt. Je nach eingetragenen Spurenstoffen könnte dies zu einer jahrelangen Verschmutzung des Aquifers führen. In der Vergangenheit ist dies zum Beispiel durch Chlorbutadiene geschehen, die in den 1970er-Jahren im Rhein in erhöhter Konzentration gemessen wurden [2]. Diese Stoffe kommen heute im Rhein in der Regel nicht mehr vor. Trotzdem lassen sie sich im Grundwasser des Hardwalds und der Langen Erlen in Konzentrationen zwischen 10 und 200 Nanogramm pro Liter weiterhin nachweisen. Da die Toxizität der Verbindungen unklar ist, aber ein gentoxisches Potenzial vermutet wird, verfügte das Kantonale Labor Basellandschaft 2007, dass das Grundwasser zusätzlich mit Aktivkohle aufzubereiten sei. Entsprechende Anlagen wurden in beiden Wasserwerken 1988 beziehungsweise 2013 gebaut und sind in Betrieb.

Intensives Rohwasser-Monitoring

Um die Qualität des infiltrierten Grundwassers möglichst genau zu kennen, wurde in Basel in den letzten Jahren ein umfangreiches Rohwasser-Monitoring aufgebaut. Dieses besteht aus einer Online-Analytik (Abb. 5) und aus einem Screening von Rheinwasserproben im Labor durch Gaschromatografie gekoppelt mit Massenspektrometrie (GC-MS). Tabelle 1 gibt einen Überblick über die eingesetzten Online-Messverfahren und ihre Überwachungsaufgabe. Eine Datenbank speichert die gemessenen Werte, was die Darstellung von Trends beziehungsweise die Alarmierung bei Überschreitung gewisser Werte erlaubt. Dies kann bis zur automatischen Abschaltung der Rheinwasserentnahme gehen. Mit der immer sensibleren Analytik lassen sich laufend neue Stoffe finden. Die grosse Herausforderung liegt nun darin, die Analyse- und Daten zu bewerten und allfällige Massnahmen zu definieren. Ein Ausbau der Online-Analytik ist sehr wichtig, da Veränderungen des Rohwassers nur so unmittelbar registriert werden können.

Tägliche Laboranalysen ergänzen die Online-Analyse. Im Labor werden zum einen die allgemeinen Parameter (Anionen, Kationen usw.), mit der Einzelstoffanalyse (Target-Analytik) und mit dem Screening (Non-Target-Analytik) zum anderen Substanzen in sehr geringen Konzentrationen erfasst. Das Screening erlaubt zwar keine Aussagen über Einzelstoffkonzentrationen, eignet sich jedoch gut, um die Qualität des Rheinwassers zu beurteilen. Quantitative Ergebnisse liefert die Einzelstoffanalyse. Diese kann wegen der aufwändigen Methodik die Wasserqualität aber nur retrospektiv beurteilen. Sie ist für die Rohwasserüberwachung dennoch wichtig, da sich damit eine allfällige Verschmutzung der ganzen Trinkwasserproduktion und insbesondere des Aquifers besser einschätzen lässt.

Zusätzlich informiert die Rheinüberwachungsstation in Weil am Rhein die IWB und die Hardwasser AG über ihre Messresultate. Die vom Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt betriebene Station misst eine Vielzahl von Parametern. So besteht eine genaue Kenntnis darüber, in welchem Zustand der Rhein die Schweiz Richtung Norden verlässt. Im Weiteren sind die

Messverfahren	Einsatzzweck
Radioaktivitätsmessung	Veränderungen der radioaktiven Belastung (Gammastrahlung) des Rheinwassers können gemessen, Radionuklide qualitativ erfasst werden.
Biomonitoring	Zeigt die toxische Wirkung auf Wasserorganismen (unspezifisch bezüglich Inhaltsstoffen). Die IWB setzt dazu Daphnien ein.
UV-VIS-Absorption (220 bis 720 nm) / SAK 254 nm	Summenparameter für die Gewässerbelastung durch gelöste organische Stoffe. Es wird der spektrale Absorptionskoeffizient (SAK 254) gemessen. Die absorbierte Menge des Lichts steht dabei in direktem Zusammenhang zur Konzentration einer Reihe organischer Wasserinhaltsstoffe.
pH-Wert, Temperatur	Allgemeine Parameter der Wasseranalytik, die online gemessen werden und auf Veränderungen hinweisen können.
Sauerstoff	Parameter, der sich bei einer Gewässerverschmutzung mit leicht abbaubaren organischen Substanzen verändert. Wegen des Abbaus durch Mikroorganismen nimmt der Sauerstoffverbrauch im Wasser zu.
Leitfähigkeit	Summenparameter für gelöste ionische Stoffe.
Trübung	Primär zum Schutz der nachgelagerten eigenen Anlagen (Pumpen, Schnellfilteranlagen, Versickerungsflächen in der Grundwasserschutzzone).
Probensammler für GC-MS-Screening	Erstellen von täglichen Mischproben für die nachträgliche, ereignisbasierte Spurenstoffanalytik im Labor.

Tab. 1: Messverfahren zur Überwachung des Rohwassers aus dem Rhein.

beiden Wasserwerke in die Alarmorganisationen am Rhein eingebunden. Tritt stromaufwärts eine Havarie auf, können die Wasserwerke ihre Rohwasserentnahme rechtzeitig ausser Betrieb nehmen, bevor die Schadstoffwelle die Anlagen erreicht. Ergänzend stehen die Messprogramme der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins und der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein zur Verfügung. Die Messreihen dokumentieren die Qualitätsentwicklung des Rheinwassers über Jahrzehnte und decken das Auftreten neuer Stoffe auf. Da beide Wasserwerke vom Rhein abhängen, werden derzeit Möglichkeiten geprüft, bei einer länger andauernden Verschmutzung Wasser aus anderen Gewässern, zum Beispiel aus der Wiese, für die künstliche Grundwasseranreicherung zu nutzen.

Schlussfolgerung

Die Nutzung von Wasser aus dem Rhein ist für die Trinkwasserversorgung von Basel und Umgebung lebenswichtig. Natürliche Grundwasservorkommen stehen nicht in genügender Menge zu Verfügung oder sind einer Verschmutzungsgefahr ausgesetzt. Wasser aus dem Rhein steht in beinahe unbegrenzter Menge zur Verfügung. Die Wasserqualität des versickerten Wassers ist jedoch entscheidend für die langfristige Beschaffenheit des Grundwassers und damit auch für die Qualität des Trinkwassers. Ein Eintrag von Schadstoffen gilt es in jedem Fall zu vermeiden. Ein eigenes umfangreiches Rohwasser-Monitoring mittels Online- und Laboranalytik sowie die Einbindung in eine überkantonale Alarmorganisation sind zwingend. Die Wasserqualität des Rheins hat sich in den letzten Jahren stetig verbessert und entspricht abgesehen von den hygienischen Parametern sogar den Anforderungen an das Trinkwasser. Dies ist im Bezug auf den Ressourcenschutz auch für die beiden Wasserwerke ein Schritt in die richtige Richtung.



Abb. 5: Messraum mit der Online-Rohwasseranalytik.

- [1] Rüetschi D. (2004): Basler Trinkwassergewinnung in den Langen Erlen – biologische Reinigungsleistungen in den bewaldeten Wässerstellen. Dissertation Universität Basel
- [2] Husmann W. (1976): Vom Wasser. Ein Jahrbuch für Wasserchemie und Wasserreinigungstechnik Band 47. Fachgruppe Wasserchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker