Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 91 (1973)
Heft: 2

Artikel: Kraftwerk Aarberg, Grundwasseranreicherung
Autor: Hartmann, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-71777

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: 02.10.2025

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

91. Jahrgang Heft 2 SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG 11. Januar 1973

HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Kraftwerk Aarberg, Grundwasseranreicherung

DK 551.49:628 16.067

Von **P. Hartmann**, Bern

1. Einleitung

Das Flusskraftwerk Aarberg der Bernischen Kraftwerke AG ist in zwei Ausbauetappen in den Jahren 1963/68 erstellt worden. Die erste Etappe umfasste den Bau von Maschinenhaus und Stauwehr einschliesslich die Eindämmung des Staugebietes, die zweite Etappe die Vertiefung der Aare auf 4,6 km Länge unterhalb des Kraftwerkes. Dieser etappenweise Ausbau war bedingt durch verschiedene Einsprachen, die sich mit den möglichen Folgen des Kraftwerkbaues auf das Grundwasser im Berner Seeland befassten. Die Konzessionsbehörde hatte die Experten Dr. *E. Bosset,* Inspecteur cantonal des eaux VD, Lausanne, Prof. Dr. *R.F. Rutsch,* Geologe, Bern, und *E. Trüeb,* dipl. Ing., Winterthur, mit der Abklärung einer allfälligen Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse durch den Bau des Kraftwerkes beauftragt. In ihrem ersten Bericht im Jahre 1961 kamen die Experten zum Schluss, dass das projektierte Kraftwerk nicht ohne Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse im Untersuchungsgebiet bleiben werde und die Konzession deshalb nur unter der Auflage entsprechender Bedingungen zum Schutze des Grundwassers und einer entsprechenden Haftungsklausel gegenüber den bestehenden Grundwasserfassungen erteilt werden solle. Gemäss den Empfehlungen im zweiten Expertenbericht von 1966 hatte die Konzessionsbehörde verlangt, dass mit der Vertiefung der Aare eine Grundwasser-Anreicherungsanlage zu erstellen sei. Diese wurde nach eingehenden Studien und Versuchen 2 km unterhalb des Kraftwerkes am nördlichen Aareufer in den Jahren 1969/70 gebaut (Bild 1).

2. Das Grundwasser im Seeland zwischen Hagneck- und Nidau–Büren-Kanal

Im Gebiet zwischen Hagneck- und Nidau–Büren-Kanal befinden sich zahlreiche Grundwasserfassungen, unter anderen jene der Stadt Biel bei Worben, von Lyss und des Gemeindeverbandes der Seeländischen Wasserversorgung (SWG). Das Haupttal zwischen Kallnach und Lyss ist stark übertieft; der Molasseuntergrund konnte selbst durch eine 100 m tiefe Bohrung nicht erschlossen werden.

Die Grundwassersohle für die bestehenden Fassungen sind Lockergesteine siltig-toniger, siltiger und sandiger Beschaffenheit, deren Oberfläche stark wechselnde Höhenunterschiede aufweist. Es handelt sich um Ablagerungen im nacheiszeitlichen «Solothurnersee». Über diesen Ablagerungen folgen als Grundwasserleiter Schotter, die sich zur Hauptsache aus Kiessanden und Sanden aufbauen. Es handelt sich um das Delta, das die nacheiszeitliche Aare in den verlandenden See abgelagert hat. Diese Schüttung war naturgemäss sehr wechselvoll, so dass sich keine einheitliche Grundwassersohle ausbilden konnte. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters ist deshalb unterschiedlich.

Unterhalb 20 bis 50 m findet sich in den kiesigen Schottern zunehmend feinkörniges Material, womit in diesen Tiefen keine Nutzung des Grundwassers mehr möglich ist. In den Aufschlussbohrungen wurden Durchlässigkeitsprüfungen vorgenommen, wobei sich zeigte, dass die k-Werte in einem weiten Bereiche variieren und im Mittel über eine Schichttiefe von 22 m rund $3{,}5 \cdot 10^{-3}$ m/s betragen.

Durch eingehende geologische und hydrologische Untersuchungen sowie durch langjährige Analysen des Grundwassers aus einer Vielzahl bestehender Wasserfassungen und Aufschlussbohrungen wurden die hydrologischen Verhältnisse sowie die physikalisch-chemische und bakteriologische Beschaffenheit des Grundwassers zwischen Hagneck- und Nidau–Büren-Kanal abgeklärt. Herkunftsmässig besteht das Grundwasser aus Uferfiltraten des Hagneckkanales und der Alten Aare und echtem Grundwasser aus dem Haupttal.

Infolge des geringen Gefälles sind die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten klein und liegen zwischen 0,4 und 2,1 m/Tag.

Aus den wiederholt durchgeführten Simultanmessungen der Fluss- und Grundwasserspiegel wurden die Gefällsverhältnisse ermittelt, womit zusammen mit den Durchlässigkeitswerten und der Grundwassermächtigkeit die Grundwassermengen bestimmt wurden. Der Anteil an echtem Grundwasser wurde

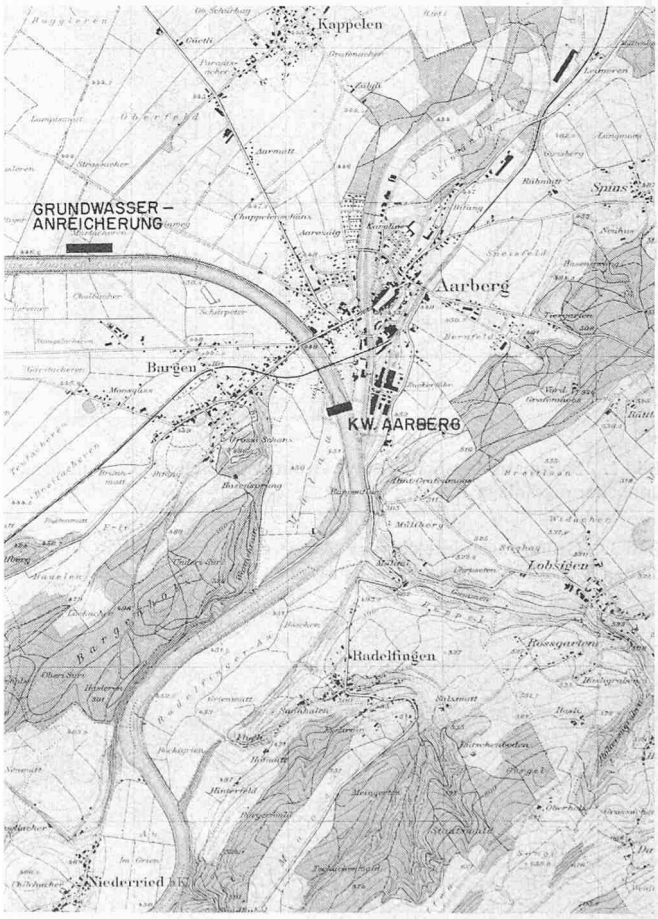
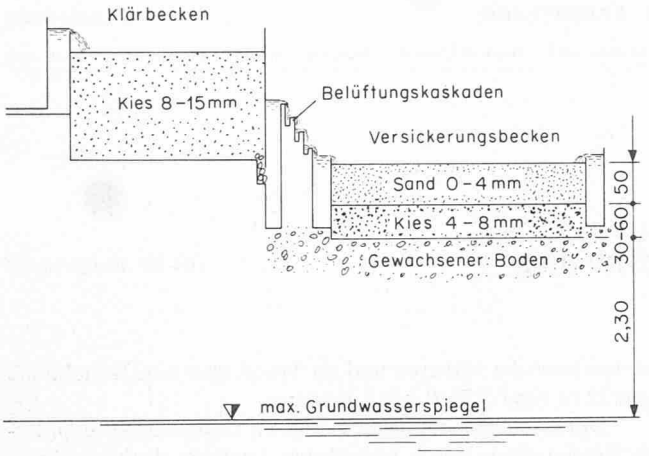


Bild 1. Übersichtskarte 1:50 000. Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 29. 1. 1972



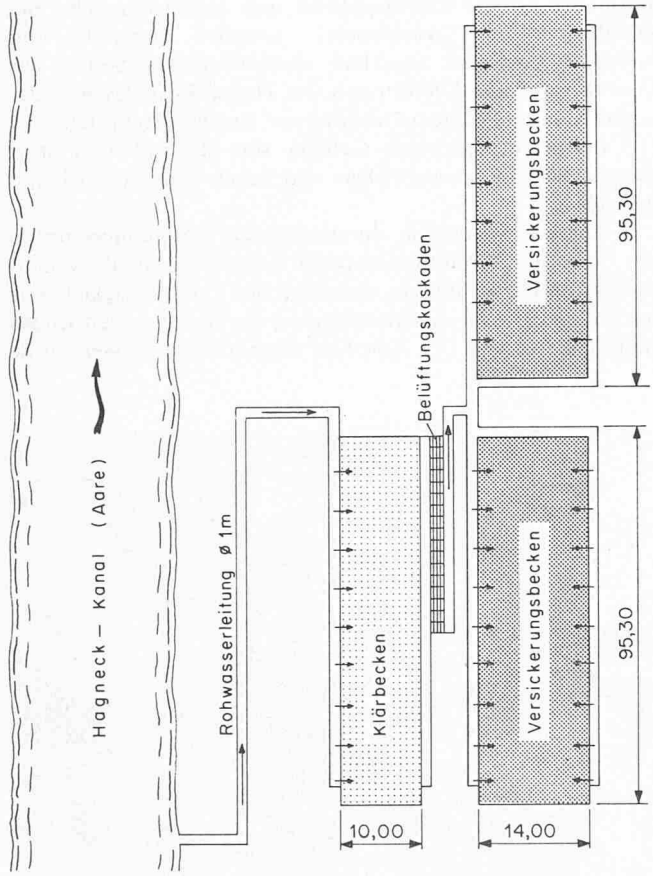
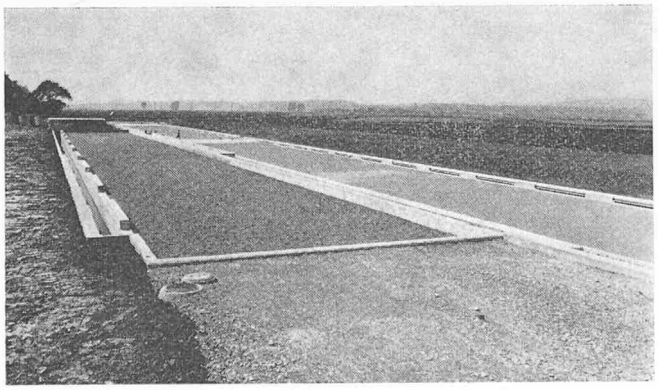


Bild 2. Schematischer Schnitt und Grundriss durch die Grundwasseranreicherungsanlage Aarberg

Bild 3. Grundwasseranreicherung Aarberg. Vorfilter 920 m² und die beiden Versickerungsbecken von insgesamt 2380 m² Oberfläche



auf 10 l/s·km² geschätzt (Niederschlagshöhe 1050 mm pro Jahr, mittlerer Versickerungsbeiwert 30%). Im Querschnitt von Unter-Worben ist eine mittlere Grundwassermenge von 400 l/s berechnet worden bei einer mittleren Infiltrationsmenge aus dem Hagneckkanal von 100 l/s.

3. Der Einfluss des Kraftwerkes auf das Grundwasser
(gemäss Expertenbericht 1966)

Aus dem Expertenbericht 1966 geht hervor, dass der Stauraum durch technische Massnahmen abgedichtet und damit der Ausfluss von Wasser aus dem Stauraum ins Grundwasser verhindert werden kann. Die Fundation von Maschinenhaus und Stauwehr im Molasseuntergrund und die Abriegelung des Staugebietes durch Spundwände bis in die Molasse sind geeignet, einen Einfluss der gestauten Aare auf den Wasserhaushalt der angrenzenden seichten Grundwasservorkommen zu verhindern.

Die Vertiefung des Hagneckkanales beträgt unmittelbar unterhalb des Kraftwerkes 4 m und endet bei der Einmündung des Unterwasserkanales des Kraftwerkes Kallnach, d.h. 4,6 km flussabwärts. Aus den Grundwasserbeobachtungen geht hervor, dass zum Teil recht beträchtliche Druckdifferenzen zwischen dem Aarewasserspiegel im Hagneckkanal und dem benachbarten Grundwasser bestehen. Unmittelbar nach der Ausbaggerung werden diese Druckdifferenzen weitgehend verschwinden, weil die kolmatierte Flusssohle durch die mit der Baggerung verbundene Auflockerung wesentlich besser durchlässig wird. Der Grundwasserspiegel im Infiltrationsbereich wird nach erfolgter Ausbaggerung bei gleicher Wasserführung nur wenige Dezimeter tiefer liegen als früher. Auf die Dauer muss angenommen werden, dass es zu einer langsam fortschreitenden Zunahme der Filterverluste und damit zu einer langsam fortschreitenden Abnahme der Infiltrationsleistung kommt. Allfällige Spiegelsenkungen und Reduktionen der Infiltrationsleistung können verhältnismässig einfach durch das Mittel der künstlichen Grundwasseranreicherung kompensiert werden. Wird ein vollständiges Versiegen der Infiltration angenommen, sind durch die künstliche Anreicherung 100 l/s in den Untergrund zu leiten.

4. Das Projekt für die Grundwasseranreicherung

Nach mehrjährigen Versuchen mit einem Becken von 65 m² Grundfläche nördlich des Hagneckkanales und den grossen Erfahrungen der Forschungsabteilung der Dortmunder Stadtwerke entstand in Zusammenarbeit mit den Experten und den interessierten Grundwasserversorgungen das Projekt für die Grundwasseranreicherung.

Die Ergebnisse aus dem Betrieb des Versuchsbeckens haben gezeigt, dass die Qualität des Aarerohwassers noch so gut ist, dass damit die Anreicherung über offene Becken grundsätzlich ohne Vorreinigung mit einer spezifischen Anreicherungsleistung von mindestens 5 m³/m²·Tag möglich ist. Aus Gründen des verminderten Unterhaltes der Filterbecken und der Qualität des zur Versickerung gebrachten Aarewassers hat man sich für eine Vorklärung in einem betonierten Becken von 920 m² Grundfläche entschlossen. Die Beckenfüllung besteht aus einer 1,4 m mächtigen Kiesschicht 8/15 mm. Das vorgeklärte Wasser gelangt über Kaskaden (Bild 4), die der Belüftung dienen, zu den beiden Versickerungsbecken von zusammen 2380 m² Grundfläche. Die Filtersandschicht von 0,50 m Mächtigkeit mit Körnung 0/4 mm liegt auf einer 30 bis 60 cm starken Stützschicht 4/8 mm, welche auf dem kiesigsandigen Untergrund aufgebaut ist (Bild 2). Die Anlage ist erweiterungsfähig. Der Standort der Anlage am Hagneckkanal liegt unmittelbar südlich des neuerschlossenen Fassungsgebietes Gimmiz der Wasserverbund Seeland AG, dem die Stadt Biel, die Gemeinde Lyss und der Gemeindeverband der Seeländischen Wasserversorgung angehören.

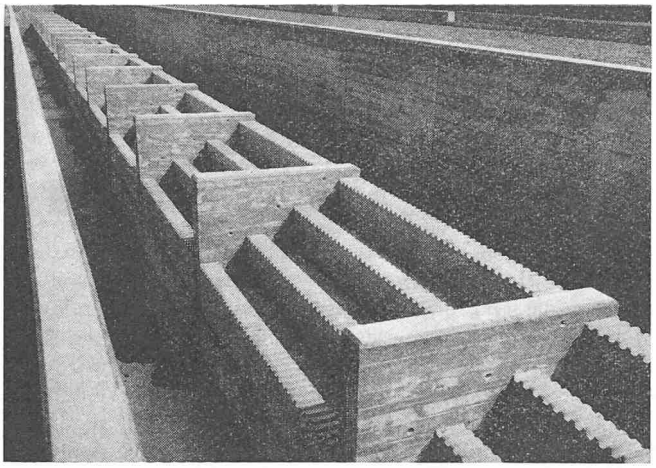


Bild 4. Anreicherung Aarberg. Belüftungskaskaden zwischen Vorfilter und Versickerungsbecken

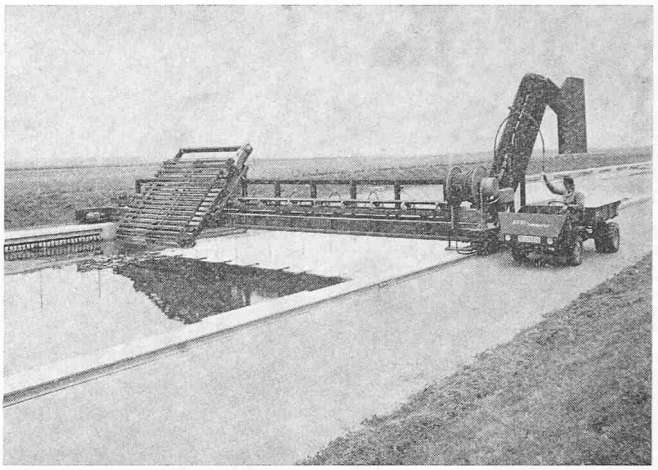


Bild 5. Grundwasseranreicherung Aarberg. Reinigungsmaschine zur Abschuppung der Versickerungsbecken (Photos *R. Jeanneret*, Lyss)

Das Aarerohwasser wird aus dem Stau des Kraftwerkes Aarberg entnommen und durch eine Zementrohrleitung von 1,00 m Durchmesser und 2 km Länge zur Versickerungsanlage am Ufer nördlich des Hagneckkanales geführt. Die Konzessionsbedingung lautet auf eine Anreicherungsmenge von 200 l/s, entsprechend dem von den Experten berechneten doppelten Wert der maximalen Verminderung der natürlichen Infiltration aus dem Hagneckkanal und ausbaubar bis 1200 l/s. Die Anlage wird bei trübem Aarewasser stillgelegt. Die Überwachung erfolgt automatisch durch einen bei der Fassung eingebauten Trübungsmesser, der die Drosselklappe schliesst, sobald der Trübungsgrad zu gross wird.

5. Betriebserfahrungen

Die Anlage steht seit dem Frühjahr 1971 in Betrieb und ist so konzipiert, dass die Versickerungsbecken nicht überstaut gefahren werden. Es ist aber nicht zu vermeiden, dass bei abnehmender Infiltrationsleistung die Beckenoberflächen benetzt werden. Die Verschmutzung und der Algenbewuchs auf den Beckenoberflächen ist je nach Jahreszeit, Witterung und Qualität des zur Versickerung gebrachten Aarewassers verschieden. Für ein einwandfreies Funktionieren der Anlage und Erreichen der benötigten Infiltrationsleistung ist eine häufige Reinigung der Beckenoberflächen erforderlich. Für die Reinigung wird eine eigens für diesen Zweck konstruierte Maschine eingesetzt, die ein Abschuppen der obersten Sandschicht erlaubt (Bild 5). Der Sand gelangt dabei über ein Kratzband auf Förderband, das den direkten Verlad in ein bereitgestelltes Transportfahrzeug übernimmt. Über weitere Betriebserfahrungen und entsprechende Verbesserungsmassnahmen kann erst in einem späteren Zeitpunkt berichtet werden.

Adresse des Verfassers: *P. Hartmann*, dipl. Ing. ETH, Bernische Kraftwerke AG, Victoriaplatz 2, 3000 Bern 25.

Das Bauxit- und Tonerdeprojekt der Alusuisse in Australien

DK 669.712:553.492

3. Teil: Verfahren und Auslegung des Tonerdewerkes Gove

Von **Kurt Kaeslin**, Zürich

Fortsetzung von H. 45 und 51/1972, S. 1143–1151, bzw. 1327–1333

1. Einleitung

Die Erzeugung von Aluminium erfolgt in zwei Herstellungsphasen. In der ersten Stufe wird aus dem Bauxit das Aluminiumoxid Al_2O_3 – in der Umgangssprache meistens Tonerde genannt – extrahiert. Das wirtschaftlichste Verfahren ist immer noch das von Bayer entwickelte und im Jahre 1888 patentierte Verfahren, das allerdings nach dem Zweiten Weltkrieg in wirtschaftlicher Hinsicht wesentlich verbessert worden ist. Der Bayer-Prozess beruht im Prinzip darauf, dass das im Bauxit vorhandene Aluminiumhydroxid bzw. Aluminiumoxidhydrat in konzentrierter Natronlauge bei erhöhter Temperatur in Lösung geht, während die im Bauxit vorhandenen Begleitstoffe ungelöst bleiben und abgetrennt werden können. Durch Konzentrations- und Temperaturänderung kann dann das Aluminiumhydroxid aus der geklärten Lösung mit verhältnismässig hoher Reinheit abgeschieden werden.

Die Reduktion der Tonerde zu Rohaluminium erfolgt in der zweiten Herstellungsphase nach der von Héroult erfundenen Schmelzflusselektrolyse. Zur Erzeugung von einer Tonne Aluminium werden in einem modernen Elektrolysewerk 14000 bis 15000 kWh elektrische Energie, etwa 2 t Tonerde und 500 kg Kohleanoden sowie 40 bis 50 kg Elektrolyt benötigt. Die Elektrolysefabriken werden im allgemeinen dort aufgestellt, wo billiger Strom erhältlich ist.

Die australische Regierung machte es zu einer Konzessionsbedingung, dass die Tonerdefabrik im «Northern Territory» gebaut wird. Vom Transport her gesehen, ist allgemein der zweckmässigste Standort eines Tonerdewerkes die unmittelbare Nähe der Bauxitmine bzw. des Umschlaghafens für die Rohstoffe und die Tonerde. Die Fabrik in Gove, mit einem jährlichen Ausstoss von 1 Mio t Al_2O_3, benötigt rund 2,7 Mio t Bauxit. Wenn das Erz über grössere Entfernungen transportiert werden müsste, was nur mit Frachtschiffen in der Grössenordnung von 50000 t noch wirtschaftlich bewerkstelligt werden kann, würde das bedeuten, dass jede Woche ein solches Schiff beladen bzw. entladen werden muss und, je nach Entfernung, mehrere solcher Frachter für diesen Erztransport im Einsatz zu stehen haben. Die grössten Bauxitvor-