

DR.-ING. HELMUT LOFFLER, WTZ

Einsatz, Technologie und Bemessung der Grundwasseranreicherung

Kurzfassung: Die Grundwasseranreicherung (nachfolgend GWA genannt) stellt ein ökonomisches Verfahren zur Nutzung örtlich vorhandenen verschmutzten Oberflächenwassers für die Trinkwassergewinnung dar. Je nach Wasserqualität, Bodenverhältnissen und betrieblichen Erfordernissen unterscheidet man bestimmte Methoden der GWA auf die kurz eingegangen wird. Abschließend wird für den Regelfall des Einsatzes der GWA bei starker Rohwasserverschmutzung das Blatt 1 des WAB 0009, das die Technologie und Bemessung von Sandbecken beinhaltet, wiedergegeben. — Die Blätter 2—4 des WAB 0009 folgen 1971.

Allgemeiner Überblick

1. Die Methoden der Grundwasseranreicherung und hierzu vorhandene Grundlagenarbeiten

Im letzten Jahrzehnt sind mit der Zunahme der Bedeutung der GWA für die Bereitstellung von Trinkwasser aus verunreinigtem Oberflächenwasser zahlreiche Forschungsarbeiten zum Abschluß gekommen.

Für den Bereich der VVB WAB haben vorwiegend solche Arbeiten Bedeutung, die die Veränderung der Wasserqualität bei der GWA näher untersuchen.

Weitere Anwendungsgebiete der GWA: Verdrängung störenden Schmutzwassers im Untergrund, Kühlwasser, Landwirtschaft, Speisung von Grundwasserspeichern — werden nachfolgend nicht behandelt.

Für den Einsatz der GWA zur Güteverbesserung lassen sich in Abhängigkeit von Rohwasserqualität, Bodenverhältnissen und betrieblichen Erfordernissen folgende Methoden unterscheiden:

1.1. Vorwiegend kontinuierlicher Anreicherungsbetrieb

1.1.1. Die Rohwasserqualität entspricht der Gewässergüteklasse 2—3

In diesem Fall ist es möglich ohne nachgeschaltete aufwendige Feinreinigungsanlage, allein durch die reinigende Wirkung bei der Bodenpassage, Trinkwasserqualität in den Fassungen zu erreichen. Allerdings ist Voraussetzung, daß Grundwasserzuflüsse, die die Reinwasserqualität negativ beeinflussen, zu einem untergeordneten Prozentsatz vorhanden sind; ferner sollte ein sandig-kiesiger Untergrund größerer Durchlässigkeit ($k_f > 5 \cdot 10^{-4}$ m/s) vorliegen.

Die für Trinkwasser geforderte Mineralisierung organischer Wasserinhaltsstoffe ($PV < 12$ mg/l) wird im ungünstigsten Fall durch zweimaliges Versickern (Hintereinanderschaltung zweier Bodenpassagen mit Zwischenbelüftung) erreicht. Die durch die Mineralisation entstehende aggressive Kohlensäure wird durch Zwischenbelüftung sowie intermittierende Beschickung der Infiltrationsbecken (Austausch der Bodenluft) weitgehend reduziert, gleichzeitig reichert sich das Wasser mit dem für die Biooxydation erforderlichen Sauerstoff an.

Eine Nachbelüftung des Reinwassers wird in bestimmten Fällen erforderlich werden. Die Voraussetzung zur hier skizzierten Methode sind im Ruhrgebiet gut erfüllt, über 50 Prozent

der Trinkwassergewinnung erfolgt dort unter Einbeziehung der GWA, wesentliche Forschungsarbeiten liegen vor. Den besten Überblick über die vorwiegend in Nordwest-Deutschland entstandenen Forschungsergebnisse gibt die Festschrift zum 65. Geburtstag von Dr. H. König [1].

Für den Fall ähnlicher Einsatzbedingungen können die in [1] näher beschriebenen Methoden übernommen werden.

1.1.2. Die Rohwasserqualität entspricht der Gewässergüteklasse 3-4

Die Durchlässigkeit des Untergrundes sollte auch hier möglichst $> 5 \cdot 10^{-4}$ m/s betragen.

Da über 80 Prozent der größeren Vorfluter der DDR die Gewässergüteklasse 4 haben, wurde eine entsprechende Methode der GWA in der DDR bearbeitet. Ein zusammenfassender Forschungsbericht liegt mit [2] vor. Der anschließend wiedergegebene Werkstandard (WAB 0009, Blatt 1) beschreibt ausführlich die GWA unter den genannten Rohwasserbedingungen.

1.2. Vorwiegend diskontinuierlicher Anreicherungsbetrieb (Abdeckung der Spitzenlast in ausgeprägten Trockenwetterzeiten)

Unter den genannten Bedingungen zwingt die geringe Auslastung der Anlage zu extremen niedrigen Investaufwand. Bevorzugt werden mit Simsen – besser noch mit Gras – bewachsene Flächen auf 20 ... 30 cm Höhe eingestaut.

Auch bei schlecht durchlässigem Untergrund mit $k_f < 5 \cdot 10^{-4}$ m/s wird man bei < 50 cm/d Sickergeschwindigkeit aufgrund des spezifisch hohen Flächenbedarfes die Versickerung über sogenannte Pflanzenbecken betreiben. Auf die Bemessung wird in Blatt 2 des WAB 0009 eingegangen.

Ein grober Überblick über die Sickerleistung einer Wiese im Bereich des Mutterbodens läßt sich durch Feld-Sickerversuche mit Stechzylinder gewinnen. Die Belastung des zu versickernden Wassers mit grobdispersen Inhaltsstoffen (Schwebestoffe) kann um so größer sein, je kürzer der Zeitraum der Infiltration gewählt wird.

1.3. Die GWA unter dem Aspekt der Zivilverteidigung

Die GWA stellt aufgrund der Speicherkapazität des Untergrundes einen Sicherheitsfaktor gegen Kontaminierung des Rohwassers durch A-, B- und C-Waffen dar. Das ist auch der Fall, wenn nicht verhindert werden kann, daß verseuchtes Wasser zur Infiltration gelangt. Der Zeitraum als auch die Endkonzentration kurzzeitig zur Infiltration gelangter abbauresistenter Schadstoffe läßt sich nach Blatt 1 des WAB 0009 berechnen.

Handelt es sich bei der Kontaminierung um radioaktive Spaltprodukte geringer Halbwertszeit, dann ist bei langen Aufenthaltszeiten im Untergrund mit einem weitgehenden Abbau zu rechnen [3]. Zur Entaktivierung radioaktiver Oberflächenwässer entwickelte Hagel [4] einen lagerungsfähigen Austauscher, der im Ernstfall auf den Sand der Infiltrationsbecken aufgebracht und nach Erschöpfung der Austauschkapazität mit der obersten Sandschicht ausgebracht wird.

Es handelt sich bei dem Austauscher um Sägespäne, die mit Natriumsilikat- und Aluminiumsulfatlösung behandelt wurden.

Die in [4] mitgeteilten Versuche wurden mit Sr 85, Cs 134 und Ce 144 durchgeführt.

2. Kontinuierlicher Anreicherungsbetrieb über Sandbecken – Gewässergüteklasse 3-4

Im Blatt 1 des WAB 0009 wird auf diese Methode, die die größte Bedeutung unter den Methoden der GWA besitzt, näher eingegangen. Nicht behandelt werden in Blatt 1 die Fragen der Regenerierung der Filterflächen sowie die Ökonomie.

2.1. Regenerierung der Filterflächen

Die bisher übliche teilmechanisierte Bäumung der verschmutzten Sandfilteroberfläche erforderte einen hohen Arbeitskräfteaufwand; eine Reduzierung war nur durch Vorschaltung einer intensiven Vorreinigung des Rohwassers möglich. Der somit erhebliche Aufwand stellte eine nennenswerte Einschränkung in der Anwendung der GWA dar und veranlaßte die Entwicklung des Regenerierverfahrens mit hydraulischer Sandaufnahme [2]. Dieses Verfahren wurde auch in der WWT 12 Jahrg. 1967, H. 10 und 11, beschrieben, eine zusammenfassende Darstellung mit Betriebsvorschrift enthalten die Blätter 3 und 4 des WAB 0009. Nachfolgend kann sich also auf einen kurzen Überblick zur Regenerierung beschränkt werden.

Verfahren mit hydraulischer Sandaufnahme

Wirtschaftliche Anwendungsgrenze:

Das o. g. Verfahren (vgl. Bild 1) ist für tägliche Sickerwassermengen $\geq 5000 \text{ m}^3$ ökonomischer als die Beckenräumung durch Planierraupen mit Schürfschild, auf die weiter unten eingegangen wird. Im WAB 0009 Blatt 1 werden unter 2.3. weitere Gesichtspunkte zur Anwendungsgrenze angeführt.

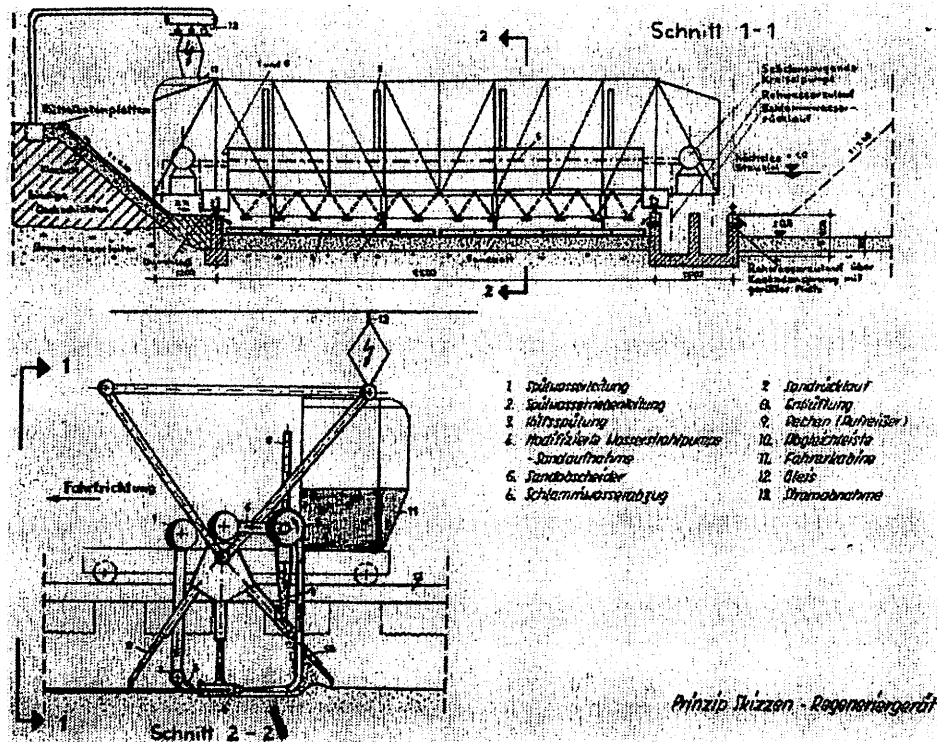


Abbildung 1: Prinzipskizzen Regeneriergerät

Wirkungsprinzip:

Der verschmutzte Sand wird über die gesamte Beckenbreite gleichzeitig durch die Schürfrichter des Gerätes unter Ausnutzung eines Druck- und Saugpüeffektes aufgenommen und in ein Klassierungsrohr, das sich auf der Rohrbrücke befindet, gefördert. Im Klassierer wird der gewaschene Sand hydraulisch vom Schlammwasser abgeschieden und über Sandrücklauftrichter in die Infiltrationsbecken eingeleitet, eine Abgleichleiste ebnet anschließend die Fläche. Das Rohwasser als auch das Schlammwasser fließt in parallel zum Becken angeordneten Gerinnen; Entnahme und Abwurf erfolgen kontinuierlich.

Technische und technologische Angaben:

Spannweite der Brücke bis Schienenmitte: 10 und 15 m

Vorzugsmaße für Beckenbreiten: 10, 15, 20 und 30 m

Steigungen der Schienen: $< 1 : 15$

Kurvenfahrten-Radius der inneren Schiene: $> 10 \text{ m}$

Regeneriergeschwindigkeit: 40–300 m/h je nach Schürftiefe

Schürftiefe: normal 1–5 cm stufenlos
maxim. 30 cm stufenweise

Strombedarf: 6–7 kW pro Meter Beckenbreite

Wasserbedarf: 10 m^3 h pro Meter Beckenbreite

Einführung in die Praxis: Die Erprobung des Gerätes wurde 1966 im halbertechnischen Maßstab abgeschlossen. Anfang 1971 wird das erste großtechnische Gerät mit knapp 10 m Spannweite dem VEB WAB Dresden durch die Lieferfirma:

PGH Schlosser-, Schweißer- und Mechanikerhandwerk, Lutherstadt Eisleben übergeben.

Die gesammelten Erfahrungen fließen in Blatt 3 und 4 des WAB 0009 ein.

Verfahren mit mechanischer Sandaufnahme

Die am weitesten entwickelte Form liegt in England vor. Mittels Scraper (selbstfahrender Lader-Schürfschild-Förderband) wird die oberste Sandschicht aufgenommen und auf dahinter befindliche Dumper geladen. Letztere fahren den Sand auf Halde bzw. zu einer zentralen Sandwaschanlage. Der Wiedereinbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge. Aus Gründen des verfügbaren Geräteparks wird für unsere Verhältnisse eine möglichst schwere Planierdrape (z. B. Typ KT 50, FL 8 Fiat [Italien] oder T 100 MUK [UdSSR]) mit Schürfschild und Gleitschuhen am Schild empfohlen.

Der auf Haufen zusammengeschobene Sand wird erst nach mehreren Regenerierungen mittels Greifer auf Dumper verladen und zur Halde oder Sandwäsche gebracht. Für kleinere Anlagen mit nur zeitweisem Betrieb (Regenerierung max. zweimal im Jahr) und anstehendem natürlichen Sandboden ist die hier skizzierte Technologie ohne Waschanlage besonders zweckmäßig.

2.2. Ökonomie

Die Kosten der GWA liegen bei Verzicht auf eine Vorreinigung des Rohwassers und Einbeziehung von: Rohwasserentnahme, Sickeranlage mit Regenerierung, Fassung und Schlammwasserbehandlung — bei 0,03 bis 0,06 M/m³. Die Kosten fallen mit steigender: Anlagengröße, spezifischer Sickerleistung, Auslastungsgrad und Rohwassergüte. Das gefaßte Wasser entspricht etwa der Grundwasserqualität. Die Aufbereitungskosten für stark verschmutzte Oberflächenwässer liegen unter Einbeziehung der GWA im Regelfall mit 10 bis 15 Pf/m³ erheblich unter den Kosten der Fernwasserversorgung.

Literaturzusammenstellung

- [1] Die künstliche Grundwasseranreicherung:
— Festschrift zum 65. Geburtstag von Dr. König;
Veröffentlichungen der Hydrologischen Forschungsabteilung der Dortmunder Stadtwerke AG, Nr. 9, 196 Seiten, Dortmund 1966.
- [2] H. Löffler: Grundwasseranreicherung (Vorreinigung, Infiltration, Regenerierung);
Forschungsbericht, WTZ der VVB WAB, 1968
- [3] K. W. H. Leeflang: Qualitätsveränderung door Infiltratie;
Water, 49. Jg. (1965) H. 11, S. 167 bis 170 und 177 bis 182
- [4] G. v. Hagel: Neue Ergebnisse zum Problem der Dekontamierung von Oberflächenwasser in Langsandsfiltern;
Dissertation, TH Hannover, Dortmund 1964.