

Grundwasseranreicherung

Die Analyse des nationalen und internationalen Entwicklungsstandes offenbarte methodische Defizite bei der praktizierten Erkundungsmethodik zur Grundwasseranreicherung (GWA). Neben der Weiterführung der Methodik wurden Forschungsthemen bearbeitet, die sich mit der Entwicklung eines geologisch-genetischen Ordnungssystems zur Typisierung von GWA-Standorten des norddeutschen Lockergesteinsbereichs am Beispiel des Großraums Berlin, Bioaktivitätsuntersuchungen an Sedimenten von GWA-Anlagen und Untersuchung der Reinigungsleistung eines horizontal durchflossenen offenen Grobkiesfilters befassen.

Hinweis: Der folgende Einzelbeitrag ist ein Auszug aus Löffler & Meinert "Ausgewählte Forschungs- und Erkundungsergebnisse auf dem Gebiet der Hydrogeologie in der DDR" in dem 2011 veröffentlichten Teil II der „Geschichte der Geowissenschaften in der DDR“ von M. Guntau, O. Hartmann, W. Pälchen, M. Störr (Schriftenreihe für Geowissenschaften Heft 18/2010).

Grundwasseranreicherung (G. GINZEL)

1 Einführung

Mit der sich immer mehr beschleunigenden Entwicklung der menschlichen Gesellschaft (Bevölkerungszuwachs, Intensivierung von Industrie und Landwirtschaft) nimmt der Wasserbedarf ständig zu. Gleichzeitig führen die meisten wirtschaftlichen Maßnahmen zu einer Beeinträchtigung der Menge und der Beschaffenheit der Grundwasserressourcen. So führt jede Grundwasserabsenkung zu einer Beschleunigung des unterirdischen Abflusses und fast alle industriellen und landwirtschaftlichen Technologien belasten mehr oder weniger die Umwelt und damit direkt oder indirekt den Boden und das Grundwasser. Es liegt daher nahe, durch eine künstliche Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund sowohl die Grundwasserressourcen zu mehren als auch durch die bewusste Nutzung der Reinigungswirkung des Untergrundes die Wasserqualität zu verbessern. Das sichert der GWA in Zukunft eine breite Anwendung, wobei folgende Ziele hervorzuheben sind:

- Sicherung und Verbesserung der Trink- und Brauchwasserversorgung,
- Beiträge zur Lösung der mit der angespannten Wasserhaushaltssituation zusammenhängenden Probleme (Bewirtschaftung von Grundwasserleitern und unterirdischen Einzugsgebieten),
- Sanierung von anthropogenen und geogenen Kontaminationen,
- Wiederauffüllung von Grundwasserabsenkungen, die durch Tagebaue und Baumaßnahmen verursacht wurden,
- Erhaltung und Schaffung biologisch wertvoller Biotop (z.B. Feuchtgebiete).

In der DDR gewann die Grundwasseranreicherung zur Sicherung der Trinkwasserversorgung in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts zunehmend an Bedeutung. Dabei wurde in den begleitenden wissenschaftlichen und methodischen Arbeiten der wasserwirtschaftlichen Einrichtungen und Institute unter Grundwasseranreicherung „ zur Unterscheidung von der unterirdischen Wasserspeicherung eine durch Infiltration von Oberflächenwasser erzielte Aufstockung des natürlich gebildeten Grundwassers in einem so beschränkten Ausmaß“ verstanden, „dass die hierbei erzielte Speicherwirkung nur dem Ausgleich der Tages- und Wochenschwankungen des Wasserbedarfs dient. Hauptzweck ist die Wassergüteverbesserung.“ (LÖFFLER 1968) . Diese auf die Wasseraufbereitung beschränkte Zielstellung führte, bedingt durch die zunehmend schlechter werdende Qualität der zur Versickerung in den Untergrund zur Verfügung stehenden Oberflächengewässer, zu großen Problemen. So gewann bald, neben den Fragen der physikalisch-chemischen Wasseraufbereitung und der Regenerierung der Infiltrationsanlagen, die Erkundung der hydrogeologischen Eigenschaften der Standorte eine zunehmende Bedeutung, denn sie bestimmen maßgeblich im Sinne eines biochemischen Reaktors die Reinigungsleistung der Untergrundpassage aber auch die Infiltrationsleistung und entsprechend der Einbindung der Standorte in das Grundwasserströmungsfeld die Möglichkeiten der Wiedergewinnung des Infiltrats.

2 Methodische Forschung

Im Jahre 1984 wurde die erste zusammenfassende hydrogeologische Bearbeitung der GWA-Problematik als „Erkundungsmethodik künstliche Grundwasseranreicherung“ abgeschlossen. (GINZEL, G. 1984a). Auszüge und zusammengefasste Darstellungen sind auch in GINZEL, G. (1984b); GINZEL, G. & KURTH, U. (1984); GINZEL, G. (1987); GINZEL, G. (1990) und GINZEL, G. (1992) enthalten.

Die Aufgabe der hydrogeologischen Erkundung von Vorhaben der Grundwasseranreicherung ist es, den Nachweis zu führen, welche Standorte für die GWA geeignet sind und wie die hydrogeologischen Eigenschaften der Standorte durch ausgewogene Technologien unter Beachtung ökonomischer Kriterien möglichst optimal genutzt werden können, ohne dass Schädigungen der Umwelt eintreten. Die hydrogeologische Erkundung wird

als integraler Bestandteil eines GWA-Gesamtkonzeptes verstanden und beinhaltet somit in einer komplexen, vielfach verknüpften Weise die Untersuchung des Mengen- und Beschaffenheitsproblems. Bei GWA-Vorhaben zur Trink- und Brauchwassergewinnung kommt noch das Problem der Wiedergewinnung des infiltrierten Wassers dazu. Die erfolgreiche Lösung dieser vielschichtigen Erkundungsaufgabe setzt daher eine konzeptionell wohlgedachte Zusammenarbeit vieler Fachdisziplinen voraus (Geologie, Wasserwirtschaft, Territorialplanung, Land- und Forstwirtschaft, Gesundheitswesen). Um dies zu gewährleisten wurde ein erkundungsmethodisches Dreiphasenkonzept entwickelt (Planung, Vorerkundung, Detailerkundung), welches von Stufe zu Stufe einen höheren Erkundungsaufwand beinhaltet. Die Erkundungsziele wurden für die einzelnen Erkundungsstadien formuliert, ihre sachliche und zeitliche Verknüpfung dargestellt und die erforderlichen Arbeiten wurden fachübergreifend und detailliert zugeordnet.

Bei der Analyse des nationalen und internationalen Entwicklungsstandes wurden aber auch erkundungsmethodische Defizite erkannt:

1. Mangel an ausgereiften Gesamtkonzepten für GWA-Vorhaben im Planungsstadium. Die Möglichkeiten und Grenzen der Untergrundpassage werden oft falsch eingeschätzt. Das besonders schwierige Problem in der Planungsphase besteht darin, hydrogeologisch noch nicht erkundete potenzielle Standorte hinsichtlich ihrer Eignung für die GWA zu bewerten.

2. Damit im Zusammenhang steht die oft unausgewogene Einbindung der Untergrundpassage in den gesamten Wasseraufbereitungsprozess, der mit der Vorbehandlung beginnt und mit der Feinreinigung endet.

3. Unzureichende Einbeziehung von labor- und kleintechnischen Versuchen in den hydrogeologischen Erkundungsprozess. Dies betrifft die Untersuchung des Substrates ebenso wie Migrationsversuche mit standortspezifischem Material und Versuche zur Aufbereitbarkeit der Anreicherungswässer.

4. Probleme bei den Großversuchen (produktionsnahe Versuchsbetriebe), insbesondere bei der
- Bemessung der Versuchsanlagen,
 - Realisierung produktionsnaher Bedingungen (z.B. einer Vorbehandlung),
 - Dauer des Versuchsbetriebes, speziell Bemessung der erforderlichen Einarbeitungszeit,
 - Bewertung der Ergebnisse (Mengen- u. Beschaffenheitsproblematik).

Die Kenntnis dieser Defizite und Lücken hatte zur Folge, die GWA-Erkundungsmethodik durch die spezielle Bearbeitung weiterer Teilthemen fortzuführen (Teilthema GWA-Versuchsbetrieb, GINZEL, G. (1986); Teilthema Labor- und kleintechnische Versuche, GINZEL, G. (1988) sowie im Rahmen einer Promotion an der TU Dresden (GINZEL, G. 1992) weitere Forschungsthemen zu bearbeiten:

- Entwicklung eines geologisch-genetischen Ordnungssystems zur Typisierung von GWA-Standorten des norddeutschen Lockergesteinsbereichs am Beispiel des Großraums Berlin,
- Bioaktivitätsuntersuchungen an Sedimenten von GWA-Anlagen,
- Untersuchung der Reinigungsleistung eines horizontal durchflossenen offenen Grobkiesfilters (HRF) hinsichtlich seiner Eignung für die Vorbehandlung des Anreicherungswassers im Rahmen von Versuchsbetrieben sowie der naturnahen Gestaltung des GWA-Prozesses.

3 Ausgewählte Forschungsergebnisse

3.1 Entwicklung eines geologisch-genetischen Ordnungssystems zur Typisierung von GWA-Standorten im Lockergesteinsbereich

Die Eignung eines geologischen Körpers für die GWA ergibt sich vor allen Dingen aus seiner Genese. Um eine bessere Planung und Konzipierung von GWA-Vorhaben zu gewährleisten, wurden am Beispiel des Großraums Berlin geologisch – genetische Typen für die Erkundung von GWA-Standorten abgeleitet. Sie gestatten quantifizierte, typenbezogene Aussagen

- zur GWL-Mächtigkeit
- zum kf-Wert der GWL
- zur Verbreitung und Mächtigkeit von bindigen Deckschichten
- zur Mächtigkeit der Aerationzone
- zur chemischen Beschaffenheit der natürlichen Grundwässer

Mit diesen hydrogeologischen Kennwerten ist in der Planungsphase eine erste Einschätzung des Erkundungsaufwandes (erforderliche Mindestbohrteufen, Gesamtbohrmeter, Spezialsondierungen) möglich. Das geologisch-genetische Ordnungssystem wurde so konzipiert, dass eine spätere Erweiterung auf den gesamten deutschen Lockergesteinsbereich möglich ist.

3.2 Bioaktivitätsuntersuchungen an Sedimenten von GWA-Anlagen

Die wichtigsten Reinigungsvorgänge bei der GWA-Untergrundpassage finden im Bereich der Filteroberfläche und der ungesättigten Zone (Aerationszone) statt. Neben der Filtration spielen dabei Adsorption und biologischer Abbau eine wichtige Rolle. Viele der sich im Filter vermehrenden Bakterien neigen zur Schleimbildung und bleiben aus diesem Grunde oft in Kolonien zusammen, die von Gallerthüllen umgeben sein können. In diesen Hüllen können auch tonige Bestandteile eingebaut sein. Hier findet die umfassendste Metabolisierung der organischen Substanz statt. Eine Erschöpfung der Adsorptionsmöglichkeiten wird verhindert, weil durch die Mikroorganismen eine ständige Regeneration stattfindet. Die sorbierten Stoffe werden durch die Bakterientätigkeit so verändert, dass sie aus dem Adsorptionsgleichgewicht ausscheiden. Dadurch können sich weitere Substanzen anlagern. Der Ablauf dieser biologischen Oxidation in die gewünschte Richtung ist aber nur dann möglich, wenn genügend Sauerstoff zur Verfügung steht. Die sich in der Aerationszone infolge des Metabolismus einstellende DOC/O₂-Relation ist für die weitere Untergrundpassage des Infiltrates von entscheidender Bedeutung. Je nach Entwicklung eines oxidierenden oder eines reduzierenden Milieus herrschen Ausfällungs- und Adsorptions- oder Remobilisierungsvorgänge vor.

Die Quantifizierung der Bioaktivität im Substrat zur Kennzeichnung des Reinigungsvermögens des Untergrundes ist daher von großem Interesse, weil dadurch gute Möglichkeiten für die Überwachung und Steuerung des Infiltrationsprozesses geschaffen werden. Das wurde durch die Adaptation von geeigneten bodenhygienisch- biochemischen Verfahren für die GWA-Problematik erreicht (Bestimmung der Bodenatmung und der Dehydrogenaseaktivität des Bodens). Es wurde eine spezielle Probenahmetechnik entwickelt, die auch bei Überstau in den Anreicherungsbecken (Sand- und Pflanzenbecken) eingesetzt werden kann. Die Ergebnisse wurden jeweils mit den Resultaten aus von der Infiltration unbeeinflussten Standorten verglichen.

Es konnte exemplarisch die Abhängigkeit der Bioaktivität

- von der Tiefe (bis 15 cm sehr hoch, dann steil abfallend und bei 45 cm ein quasi stabiles Niveau erreichend, ca. ein Fünftel der Höchstwerte, aber immer noch doppelt so hoch wie in der unbeeinflussten Vergleichsfläche, Abb. 1)
- dem Gehalt an organischen Substanzen
- dem Einfluß des infiltrierten Wassers (pH-Wertverschiebung in den neutralen bis basischen Bereich)
- und den klimatischen Einflüssen (Saisondynamik)

festgestellt werden.

Der wesentliche Unterschied in der tiefenabhängigen Bioaktivität zwischen einem Pflanzen- und einem Sandbecken wird durch den Mutterbodenhorizont verursacht, während sich die liegenden Sandschichten annähernd identisch verhalten. Die hohe Stoffwechselaktivität im Mutterboden ist durch das organische Substrat bestimmt. Für Sandbecken wurde eine 3-monatige Einarbeitungszeit ermittelt. Erst danach kann aus erkundungsmethodischer Sicht ein produktionsnaher Versuchsbetrieb beginnen.

3.3 Untersuchungen an offenen horizontal durchflossenen Grobkiesfiltern (HRF)

Der Einsatz von Einfachtechnologien ist für eine naturnahe Gestaltung des GWA-Prozesses von besonderem Interesse, wenn natürliche Reinigungsmechanismen genutzt werden können. Außerdem ist der Einsatz von naturnahen Einfachtechnologien auch dann interessant, wenn im Rahmen der hydrogeologischen Erkundung von GWA-Vorhaben keine modernen Wasseraufbereitungsanlagen für die Vorbehandlung des Anreicherungswassers im Rahmen von großtechnischen Versuchsbetrieben zur Verfügung stehen. Aus diesen Gründen wurde die Reinigungsleistung eines Horizontal-flow Roughing Filter (HRF) in einer großtechnischen Anlage untersucht und brachte folgende Ergebnisse:

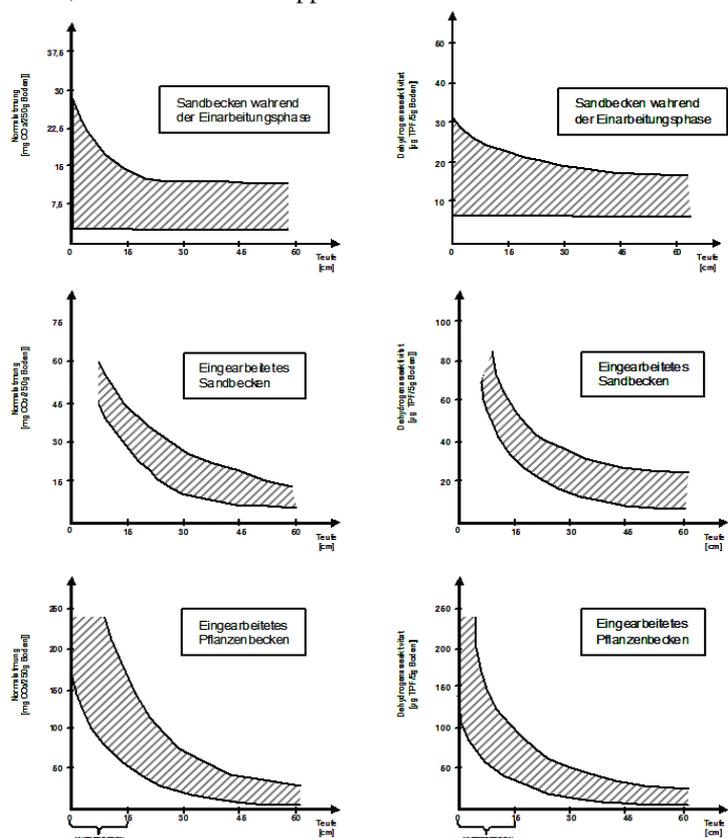


Abbildung 1: Abhängigkeit der Bioaktivität in GWA-Becken (Pflanzen, Sand) von der Tiefe bei einer Anreicherungs-wassertemperatur >10°C

- Die Einarbeitung des Filters betrug 14 Tage (Entwicklung eines Zweizonenfilterkörpers: unten anaerob, oben aerob)
- Die Schwebstoffreduzierung betrug je nach Betriebsweise der Anlage zwischen 22,8% und 43,5%. Je größer die Schwebstofffracht desto geringer die prozentuale Reduzierung. Bei Schwebstofffrachten von weniger als 50g/h traten Eliminierungsleistungen zwischen 50 und 100% auf.
- Die Reduzierung der leicht abbaubaren organischen Wasserinhaltsstoffe betrug zwischen 25 und 30%.
- Bei den schwer oxidierbaren und unpolaren Wasserinhaltsstoffen wurden 10-20%ige Reduzierungsraten gemessen.

Die erzielten Ergebnisse gestatteten Hinweise für die Konstruktion, den Bau und die Bemessung von HRF im Rahmen der GWA-Erkundung (großtechnische Versuchsbetriebe).

4 GWA-Vorhaben nach 1990

Die erkundungsmethodischen Forschungsergebnisse wurden nach 1990 in verschiedene GWA-Vorhaben eingebracht. Ein Schwerpunkt war hierbei die Wiedervernässung ehemaliger Rieselfelder zur ökologischen Sanierung (Stabilisierung des Wasserhaushalts und Bewältigung der Altlastenproblematik) (GINZEL, G. 1999, GINZEL, G. & KABOTH, U. 1999). Die Wiedervernässung mit gereinigtem Abwasser (Kläranlagenablauf) wurde mit dem Anlegen von Stauen und der Anhebung der Sohle in den Vorflutern (zur Verringerung der Dränagewirkung) kombiniert. Eine zusätzliche Beeinflussung des chemischen Milieus erfolgte durch den Eintrag von bindigem, kalkhaltigem Material (Geschiebemergel) in die Bodenzone. Diese Maßnahmen hatten neben der Erhöhung des Grundwasserspiegels das Ziel, der Versauerung des Bodens und Grundwasserleiters entgegenzuwirken und ein chemisches Milieu im Untergrund zu schaffen, das eine Migration der Schwermetalle verhindert oder zumindest verlangsamt.

Ein weiteres Anwendungsgebiet der Grundwasseranreicherung erschloß sich im Bereich des Naturschutzes bei der Erhaltung und Schaffung wertvoller Feuchtbiotope (GINZEL, G. 2001; GINZEL, G. & ERTL, CHR. 2004). So konnten im Naturpark Stechlin im Rahmen eines EU-Life-Projektes verschiedene Maßnahmen zur Grundwasserspiegelanhebung und zur Stabilisierung des Gesamtwasserhaushaltes insbesondere durch Stau an Seen und Vorflutern durchgeführt werden.

Literatur

- GINZEL, G. & ERTL, CHR.: Geologie, Hydrologie und Klima in: LÜTKEPOHL und FLADE.- Hrsg.: Das Naturschutzgebiet Stechlin, S. 15-23, Rangsdorf, 2004
- GINZEL, G. & KABOTH, U.: Hydrogeologisches Gutachten Stechlin.- unveröff., Berlin 1999
- GINZEL, G. & KURTH, U.: Probleme der hydrogeologischen Erkundung von Grundwasseranreicherungsanlagen in der DDR.- Vortrag auf dem RGW-Symposium „Probleme der rationellen Nutzung des Grundwassers am 4. und 5.9.1984 in Budapest, 1984, (russ.)
- GINZEL, G.: Abschlußbericht zum F/E-Thema GW-Anreicherung (GWA), Teilthema GWA-Versuchsbetrieb.- unveröff., VEB Hydrogeologie, 1986
- GINZEL, G.: Abschlußbericht zum F/E-Thema GW-Anreicherung (GWA), Teilthema Labor- und kleintechnische Versuche.- unveröff., VEB Hydrogeologie, 1988
- GINZEL, G.: Beitrag zur hydrogeologischen Erkundung von Vorhaben der künstlichen Grundwasseranreicherung.- unveröff., Diss., TU Dresden, 111 S., 1992
- GINZEL, G.: Einige moderne Entwicklungen bei der künstlichen Grundwasseranreicherung.- Zeitschrift für angewandte Geologie, Bd.33, Heft 5, S. 128-133, Berlin, 1987
- GINZEL, G.: Erkundungsmethodik künstliche Grundwasseranreicherung.- unveröff., VEB Hydrogeologie, 1984a
- GINZEL, G.: Erkundungsmethodische Probleme bei der Grundwasseranreicherung.- Vortrag auf der Tagung der Kammer der Technik „Wassergewinnung“ am 3.u.4.12.1984b
- GINZEL, G.: Hydrogeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet des Stechlin- und Nehmitzsees.- Berichte des IGB, 9, S.43-60, Berlin, 1999
- GINZEL, G.: Methoden und Stand der hydrogeologischen Erkundung von Grundwasservorräten bei Einsatz der künstlichen Grundwasseranreicherung. Deutsch-deutsches Seminar „Grundwasseranreicherung“ vom 19. bis 21.6. 1990 in Neuruppin.- Zusammenfassung der Vorträge und Ergebnisse, S. 64-86, Dresden (KDT), 1990
- GINZEL, G.: Methoden zur ökologischen Sanierung der ehemaligen Rieselfelder in Berlin-Buch.- Zbl. Geol. Paläont. Teil I, Heft 1/2, S. 93-109, Stuttgart, 1999
- GINZEL, G.: Veränderungen des Landschaftswasserhaushaltes und ihre Auswirkungen auf das Naturschutzgebiet Stechlin.- 2. Stechlin-Forum, Tagungsband, S.46-52, 2001
- LÖFFLER, H.: F/E-Bericht Grundwasseranreicherung.- unveröff., TU Dresden, 1968
- LÖFFLER, H.: Zur Technologie und Bemessung offener Infiltrationsanlagen für die Grundwasseranreicherung.- unveröff., Diss. TU Dresden, 1968